



D.R. 13 TAHUN 2024

DEWAN RAKYAT PARLIMEN KELIMA BELAS

PENGGAL KETIGA



**PENYATA JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR,
SAINS DAN PERLADANGAN**

PENGURUSAN SISA LYNAS MALAYSIA

KANDUNGAN

	<u>Muka Surat</u>
• Kandungan	i
• Lampiran	ii
• Singkatan	iii
<u>BAHAGIAN I</u> <i>Pengenalan</i>	
• Jawatankuasa dan Terma Rujukan	1
• Pendekatan Tugas Kerja	3
<u>BAHAGIAN II</u> <i>LATAR BELAKANG ISU PENGURUSAN SISA-SISA LYNAS MALAYSIA</i>	
• Latar Belakang	4
<u>BAHAGIAN III</u> <i>LIBAT URUS DAN PERBINCANGAN</i>	
• Libat Urus dan Perbincangan	6
<u>BAHAGIAN IV</u> <i>LAPORAN LAWATAN KERJA JAWATANKUASA</i>	
• Lawatan Kerja ke Lynas, Malaysia, Kuantan, Pahang	25
<u>BAHAGIAN V</u> <i>PENELITIAN DAN SYOR JAWATANKUASA</i>	
• Penelitian dan Syor Jawatankuasa	30
<u>BAHAGIAN VI</u> <i>PENGHARGAAN</i>	
• Penghargaan	35

LAMPIRAN

- Lampiran A :** Pembentangan Pengurusan Sisa Lynas Malaysia oleh Jabatan Alam Sekitar
- Lampiran B :** Pembentangan Pengurusan Sisa Lynas: Peranan Kimia Malaysia oleh Jabatan Kimia Malaysia
- Lampiran C :** Pembentangan Penilaian CondiSoil Sebagai Bahan Perapi Tanah (Penggunaan *Water Leached Purification & Neutralization Underflow* - Bahan Sampingan Lynas Malaysia) oleh Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
- Lampiran D :** Ringkasan Eksekutif Penilaian CondiSoil di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
- Lampiran E :** Pembentangan Penggunaan NUF Sebagai Baja Untuk Tanaman Kelapa Sawit dan Getah di Malaysia oleh Universiti Putra Malaysia
- Lampiran F :** Kertas Kajian *The Physico-Chemical and Mineralogical Characterization of Mg-Rich Synthetic Gypsum Produced in a Rare Earth Refining Plant* oleh Universiti Putra Malaysia
- Lampiran G :** Kertas Kajian *Impact of Mg Rich Synthetic Gypsum Application on the Environment and Palm Oil Quality* oleh Universiti Putra Malaysia
- Lampiran H :** Kertas Kajian *Utilization of Magnesium-Rich Synthetic Gypsum as Magnesium Fertilizer for Oil Palm Grown on Acidic Soil* oleh Universiti Putra Malaysia
- Lampiran I :** Pembentangan Penyelidikan & Pengkomersialan Sisa *Water Leached Purification & Neutralization Underflow* oleh Universiti Kebangsaan Malaysia
- Lampiran J :** Pembentangan *Safety of Lynas Advanced Material Plant* oleh YB Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh (Mantan Ahli Parlimen Kuantan)
- Lampiran K :** Pembentangan *Lynas Advanced Materials Plant* oleh Lynas Malaysia

E-Risalat

- Laporan Prosiding Mesyuarat Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan Bilangan 7, Bilangan 8 dan Bilangan 9 Tahun 2023.

SINGKATAN

AGC	Jabatan Peguam Negara
GML	<i>Ground Magnesium Lime</i>
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
JAS	Jabatan Alam Sekitar
JKPK	Jawatankuasa Pilihan Khas
KPT	Kementerian Pendidikan Tinggi
LAMP	Lynas Advanced Materials Plant
LKTN	Lembaga Kenaf dan Tembakau Malaysia
LPTA	Lembaga Pelesenan Tenaga Atom
MARDI	Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia
MOSTI	Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi
NFA	<i>No Further Action</i>
NERA	Nuclear Energy & Radiological Assessment
NUF	<i>Neutralisation Underflow</i>
PAC	Jawatankuasa Kira-Kira Wang Negara
PDF	<i>Permanent Disposal Facility</i>
PPK	Penasihat Padi Kerajaan
REE	<i>Rare Earth Elements</i>
REO	<i>Rare Earth Oxide</i>
R&D	<i>Research dan Development</i>
RSF	<i>Residue Storage Facility</i>
TRL	<i>Technology Readiness Level</i>
UPM	Universiti Putra Malaysia
UKM	Universiti Kebangsaan Malaysia
WLP	<i>Water Leached Purification</i>

BAHAGIAN I

PENGENALAN

Jawatankuasa dan Terma Rujukan

1. Dewan Rakyat pada hari Selasa, 21 Mac 2023 telah meluluskan usul Menteri di Jabatan Perdana Menteri (Undang-Undang dan Reformasi Institusi) berkenaan penubuhan 10 Jawatankuasa Pilihan Khas Dewan Rakyat (JKPK DR). Salah satu JKPK ialah Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan (DR.2 Tahun 2023).
2. Terma rujukan yang telah diluluskan melalui Penyata Jawatankuasa Pemilih (DR. 2 Tahun 2024) adalah seperti berikut:
 - (a) Tempoh perkhidmatan Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan (selepas ini dirujuk sebagai “Jawatankuasa”) berkuat kuasa mulai tarikh perintah Majlis sehingga tamat tempoh Parlimen ke-15 atau sehingga Jawatankuasa ini dibubarkan mengikut perintah Majlis, mengikut mana yang terdahulu.
 - (b) Jawatankuasa ini berfungsi:
 - i. meneliti rang undang-undang yang telah dibawa untuk bacaan pertama di Dewan Rakyat berkaitan dengan alam sekitar, sains dan perladangan di bawah tanggungjawab Kementerian Peralihan Tenaga dan Transformasi Air, Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam, Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi dan Kementerian Perladangan dan Komoditi serta agensi-agensi di bawahnya;
 - ii. meneliti usul, rang undang-undang persendirian, petisyen dan laporan yang berkaitan dengan alam sekitar, sains dan perladangan di bawah tanggungjawab Kementerian Peralihan Tenaga dan Transformasi Air, Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam, Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi dan Kementerian Perladangan dan Komoditi serta agensi-agensi di bawahnya;
 - iii. menyiasat dan melaporkan apa-apa perkara yang berkaitan dengan alam sekitar, sains dan perladangan di bawah tanggungjawab Kementerian Peralihan Tenaga dan Transformasi Air, Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam, Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi dan Kementerian Perladangan dan Komoditi serta agensi-agensi di bawahnya; atau
 - iv. melaksanakan apa-apa perkara yang diserahkan kepadanya oleh Menteri atau Majlis.

Apa-apa perkara yang dibincangkan di perenggan (b) tidak boleh melibatkan perkara yang telah, sedang atau akan dibincangkan oleh Jawatankuasa Kira-Kira Wang Negara (PAC).

(c) Kuasa Memanggil

Peraturan Mesyuarat 83(2) memperuntukkan kuasa kepada Jawatankuasa ini untuk memanggil mana-mana orang termasuklah orang yang mempunyai kepakaran dan kemahiran hadir di hadapannya atau meminta dikeluarkan dokumen atau maklumat dari satu masa ke satu masa bagi maksud melaksanakan segala fungsinya sebagaimana yang dinyatakan dalam Terma Rujukan di atas.

(d) Penyata Jawatankuasa

Peraturan Mesyuarat 86 memperuntukkan supaya Jawatankuasa ini menyiapkan dan membentangkan penyata Jawatankuasa ini yang mengandungi syor-syor yang berkaitan dan penyata Jawatankuasa ini hendaklah dikemukakan kepada Majlis Mesyuarat.

(e) Kuasa Yang di-Pertua Dewan Rakyat

Sekiranya timbul apa-apa perkara berbangkit dalam perjalanan mesyuarat Jawatankuasa ini termasuk perkara berhubung kuasa memanggil orang hadir di hadapan Jawatankuasa ini atau meminta dikeluarkan dokumen atau maklumat yang berkaitan, Yang di-Pertua Dewan Rakyat boleh mengeluarkan apa-apa arahan yang difikirkan wajar dari semasa ke semasa dan arahan Yang di-Pertua Dewan Rakyat tersebut adalah muktamad.

3. Jawatankuasa Pemilih telah membentangkan penyatanya dan mengemukakan senarai Ahli-Ahli JKPK DR pada hari Khamis, 4 April 2023 (DR.3 Tahun 2023) dan Jawatankuasa Pemilih telah bersetuju untuk melantik YB Kuala Terengganu sebagai ahli Jawatankuasa semula (DR.10 Tahun 2023). Ahli-Ahli Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perlindungan terdiri daripada:

- i. Yang Berhormat Datuk Haji Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim
(Ahli Parlimen Kuala Terengganu merangkap Pengerusi)
- ii. Yang Berhormat Puan Vivian Wong Shir Yee
(Ahli Parlimen Sandakan)
- iii. Yang Berhormat Tuan Chow Yu Hui
(Ahli Parlimen Raub)
- iv. Yang Berhormat Dato' Ngeh Koo Ham
(Ahli Parlimen Beruas)
- v. Yang Berhormat Puan Rodiyah binti Sapiee
(Ahli Parlimen Batang Sadong)

- vi. Yang Berhormat Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien
(Ahli Parlimen Julau)
- vii. Yang Berhormat Tuan Kesavan a/l Subramaniam
(Ahli Parlimen Sungai Siput)
- viii. Yang Berhormat Dato' Sri Tuan Ibharim bin Tuan Man
(Ahli Parlimen Kubang Kerian)
- ix. Yang Berhormat Dato' Azman bin Nasrudin
(Ahli Parlimen Padang Serai)

Pendekatan Tugas Kerja

4. Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan telah melantik ex-officio daripada Kementerian Peralihan Tenaga dan Transformasi Air, Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam, Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi dan Kementerian Perladangan dan Komoditi untuk memberikan nasihat kepada ahli-ahli Jawatankuasa.
5. Jawatankuasa ini telah mengadakan tiga (3) mesyuarat dan satu (1) lawatan kerja bagi membincangkan berkenaan pengurusan sisa Lynas seperti yang berikut:
 - (a) Mesyuarat pada hari Rabu, 25 Oktober 2023 telah diadakan bagi mendengar pembentangan dan membincangkan mengenai pengurusan sisa Lynas Malaysia oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) dan Jabatan Kimia Malaysia.
 - (b) Mesyuarat pada hari Rabu, 25 Oktober 2023 telah diadakan bagi mendengar pembentangan dan membincangkan penyelidikan dan pengkomersialan sisa *Water Leached Purification* (WLP) dan *Neutralisation Underflow* (NUF) Lynas Malaysia oleh Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) dan pakar-pakar daripada Universiti Putra Malaysia (UPM) dan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM).
 - (c) Mesyuarat pada hari Rabu, 29 November 2023 telah diadakan bagi mendengar pembentangan dan membincangkan permit yang dikeluarkan kepada Lynas Malaysia daripada mantan Ahli Parlimen Kuantan, YB Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh.
 - (d) Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar Sains dan Perladangan telah mengadakan lawatan kerja ke Lynas Malaysia di Gebeng, Kuantan pada 4 Oktober 2023. Tujuan lawatan kerja ini adalah untuk mendapatkan penjelasan dan gambaran lebih lanjut tentang pengoperasian Lynas Malaysia dan isu-isu yang dihadapi.

BAHAGIAN II

LATAR BELAKANG

1. Pada Mesyuarat Bilangan 4 Tahun 2023 yang diadakan pada hari Selasa, 15 Ogos 2023, Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan telah menetapkan untuk membincangkan mengenai isu pengurusan unsur nadir bumi yang melibatkan isu pengurusan *Water Leached Purification* (WLP) dan *Neutralisation Underflow* (NUF) Lynas Malaysia.
2. Mesyuarat Jawatankuasa Bilangan 8 Tahun 2023 pada hari Rabu, 25 Oktober 2023 telah diadakan bagi mendengar pembentangan dan membincangkan mengenai pengurusan sisa Lynas Malaysia oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) dan Jabatan Kimia Malaysia. Perincian bagi setiap pembentangan adalah seperti berikut:
 - i. JAS telah memberi taklimat berkenaan latar belakang Lynas, pengurusan sisa, program pengawasan JAS dan penguatkuasaan JAS seperti dalam **Lampiran A**.
 - ii. Jabatan Kimia Malaysia telah memberi taklimat berkenaan fungsi dan peranan Jabatan Kimia Malaysia, fungsi dan peranan Bahagian Kualiti Alam Sekitar, program analisis saintifik, pengurusan penerimaan kes/sampel, jenis sampel yang diterima, isu dan perkara berbangkit seperti dalam **Lampiran B**.
3. Mesyuarat Jawatankuasa Bilangan 9 Tahun 2023 pada hari Rabu, 25 Oktober 2023 telah mendengar pembentangan dan membincangkan penyelidikan dan pengkomersialan sisa WLP dan NUF Lynas Malaysia oleh Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) dan pakar-pakar daripada Universiti Putra Malaysia (UPM) dan Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM). Perincian bagi setiap pembentangan adalah seperti berikut:
 - i. MARDI telah memberi taklimat berkenaan latar belakang penilaian CondiSoil di MARDI, kajian keberkesanan CondiSoil terhadap kesuburan tanah dan tanaman, peningkatan skala pengeluaran jagung bijian menggunakan CondiSoil dan ulasan kajian seperti berikut:
 - Pembentangan Penilaian CondiSoil Sebagai Bahan Perapi Tanah (Penggunaan *Water Leached Purification & Neutralization Underflow* - Bahan Sampingan Lynas Malaysia) seperti dalam **Lampiran C**; dan
 - Ringkasan Eksekutif Penilaian CondiSoil seperti dalam **Lampiran D**.

- ii. UPM telah memberi taklimat berkenaan pengenalan sisa WLP dan NUF, kajian yang diterbitkan dalam jurnal saintifik, penyelidikan ke atas kelapa sawit, kesan NUF ke atas kelapa sawit, kesan kalsium ke atas kelapa sawit, ringkasan kesan NUF ke atas kelapa sawit dan alam sekitar, kesan NUF ke atas getah, dan kesimpulan penggunaan NUF ke atas kelapa sawit dan getah seperti berikut:
- Pembentangan Penggunaan NUF Sebagai Baja Untuk Tanaman Kelapa Sawit dan Getah di Malaysia seperti dalam **Lampiran E**;
 - Kertas Kajian *The Physico-Chemical and Mineralogical Characterization of Mg-Rich Synthetic Gypsum Produced in a Rare Earth Refining Plant* seperti dalam **Lampiran F**;
 - Kertas Kajian *Impact of Mg Rich Synthetic Gypsum Application on the Environment and Palm Oil Quality* seperti dalam **Lampiran G**; dan
 - Kertas Kajian *Utilization of Magnesium-Rich Synthetic Gypsum as Magnesium Fertilizer for Oil Palm Grown on Acidic Soil* seperti dalam **Lampiran H**.
- iii. UKM telah memberi taklimat berkenaan Penyelidikan CondiSoil (2016-2018) dan Pengekstrakan Torium seperti dalam **Lampiran I**.
4. Mesyuarat Jawatankuasa Bilangan 7 Tahun 2023 pada hari Rabu, 29 November 2023 telah mendengar pembentangan dan membincangkan permit yang dikeluarkan kepada Lynas Malaysia daripada mantan Ahli Parlimen Kuantan, YB Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh. Perkara-perkara yang dibincangkan adalah mengenai *internal emitters versus external emitters*, dan syarat-syarat perlesenan kerajaan pada tahun 2012 dan 2019 seperti dalam **Lampiran J**.
5. Jawatankuasa turut mengadakan lawatan kerja ke Lynas Malaysia di Gebeng, Kuantan pada hari Rabu, 4 Oktober 2023 bagi melawat tapak dan fasiliti-fasiliti yang terdapat di dalam Lynas Malaysia. Jawatankuasa turut mendengar pembentangan dan perbincangan daripada Lynas Malaysia seperti dalam **Lampiran K**.

BAHAGIAN III

LIBAT URUS DAN PEMBENTANGAN

Ringkasan pembentangan dan pandangan daripada Kementerian, Jabatan, Institut, pakar-pakar daripada Universiti dan Yang Berhormat Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh, kepada Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan mengenai isu pengurusan sisa Lynas Malaysia adalah seperti berikut:

I. TAKLIMAT MENGENAI PENGURUSAN SISA LYNAS

A. JABATAN ALAM SEKITAR

1. Jabatan Alam Sekitar (JAS) memaklumkan bahawa:

i. Laporan *Environmental Impact Assessment* (EIA):

- Laporan EIA kilang Lynas Advanced Material Plant (LAMP) ini telah diluluskan pada 15 Februari 2008 dengan 78 syarat pematuhan disertakan bersama Surat Kelulusan Laporan EIA. Lokasi projek ini terletak di Lot PT 8249 dan PT 13637 di Kawasan Perindustrian Gebeng (Fasa III) dengan keluasan seluas 100 ekar.
- Lynas perlu mengemukakan *Environmental Management Plan* (EMP) bagi fasa pengoperasian untuk LAMP dan telah diperakukan oleh JAS pada 6 Ogos 2021.
- Laporan EIA bagi *Proposed Onsite Secure Landfill* bagi *Disposal of NUF* yang merupakan buangan terjadual di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 telah diluluskan pada 23 Mei 2019 dengan 68 syarat kelulusan. Tapak pelupusan NUF terletak di dalam kawasan LAMP.
- Laporan EIA bagi *Permanent Disposal Facility* (PDF) sisa WLP yang dikategorikan sebagai sisa radioaktif mengikut Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984, telah diluluskan oleh JAS pada 28 Disember 2021 dengan syarat 70 syarat kelulusan. EMP bagi fasa pengoperasian untuk PDF telah diperakukan pada 25 April 2022.
- Selain itu, terdapat tapak yang digunakan untuk pelupusan sisa buangan terjadual iaitu *On-Site Utilities and Residue* sisa NUF di bawah bidang kuasa JAS. Tapak bagi sisa radioaktif WLP iaitu PDF adalah di bawah kawal selia Jabatan Tenaga Atom.

ii. Program pengawasan alam sekitar:

- Pejabat cawangan JAS telah ditubuhkan di Gebeng, Kuantan, Pahang. Objektif utama ialah memantau projek Lynas secara spesifik dan kawasan perindustrian Gebeng secara keseluruhannya, dengan kekuatan tenaga kerja seramai lapan orang.
- Lynas telah diarahkan untuk menjalankan pengawasan air bawah tanah. di tempat terakhir pelepasan air sisa sebelum masuk ke Sungai Balok.
- Terdapat stesen pengawasan kualiti air di Sungai Balok dan stesen pengawasan kualiti udara di Balok, di bawah milik JAS.
- Pengawasan kualiti air sungai yang berhampiran dengan Lynas dijalankan di Sungai Tunggak dan Sungai Balok. Keputusan mendapati kualiti air Sungai Tunggak dan Sungai Balok berada dalam kategori kelas III.
- Sungai Balok turut menerima pelbagai jenis limpahan air buangan dari kawasan perindustrian yang turut menyumbang kepada penurunan kualiti air pada tahap 54.96 (kelas III). Selain itu, Sungai Balok mempunyai aliran air yang sedikit dan tiada bukti yang menunjukkan pencemaran berlaku disebabkan oleh projek Lynas.
- Berdasarkan rekod pengawasan kerja yang telah dijalankan di kawasan perindustrian Gebeng, tiada aduan yang diterima daripada projek Lynas, namun terdapat aduan dari kawasan industri lain yang menghasilkan pencemaran pada waktu yang berlainan. Selain itu. bacaan Indeks Pencemar Udara (IPU) menunjukkan bacaan berada dalam kategori baik.
- Rekod pengawasan kualiti air tanah mendapati hanya terdapat sebuah stesen pengawasan kualiti air tanah yang terletak dalam premis Lynas. Pemantauan kualiti air tanah di dalam premis Lynas berada dalam kategori sederhana dan baik iaitu dalam julat 48.77 dan 74 bagi indeks kualiti air tanah.

iii. Penguatkuasaan dan pemantauan:

- Tindakan penguatkuasaan telah dijalankan oleh JAS sejak tahun 2012. Kertas siasatan telah disediakan dan dibawa untuk tindakan mahkamah bagi kes efluen perindustrian pada tahun 2019. Walau bagaimanapun tiada tindakan susulan kerana mahkamah tidak dijatuhkan hukuman (*no further action* (NFA)) seperti yang dicadangkan oleh pihak Jabatan Peguam Negara (AGC).

- Terdapat empat kompaun telah dikenakan bagi pengurusan buangan terjadual, 11 kompaun bagi efluen perindustrian dan tiga kompaun bagi udara bersih.
 - JAS memantau secara terus operasi Lynas berkenaan sisa buangan yang terhasil melalui pelaporan secara atas talian. Pihak Lynas juga turut menunjukkan status kualiti alam sekitar di kawasan Lynas dengan memaparkan pada papan tanda di hadapan premis Lynas bagi memaklumkan status terkini kepada orang awam.
 - Terdapat 75 pemeriksaan telah dijalankan oleh JAS, dan didapati sebanyak 54 pemeriksaan adalah patuh, lima pemeriksaan tidak patuh bagi buangan terjadual, 14 pemeriksaan tidak patuh bagi efluen perindustrian, dan dua pemeriksaan tidak patuh bagi udara bersih.
 - Secara keseluruhannya, hasil daripada pemantauan JAS mendapati status terkini projek Lynas adalah mematuhi perundangan Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974.
- iv. Proses produk Lynas dimulakan dengan kemasukan *Lanthanide Concentration* (dari bijih *Lanthanide*) daripada Mount Weld, Australia ke Gebeng, Kuantan, Pahang.
 - v. Melalui proses *Cracking and Leaching* akan menghasilkan sisa WLP yang mengandungi radioaktif dan disimpan di dalam PDF. Pada masa kini, PDF telah digunakan setelah mendapat kelulusan.
 - vi. Proses *Solvent Extraction* telah menghasilkan sisa NUF yang melalui proses pelupusan akhir di *secured landfill (onsite)*.
 - vii. Produk akhir Lynas menghasilkan produk *Lanthanide* yang melalui proses *calcination* untuk mengeringkan bahan-bahan yang terhasil kepada bentuk serbuk dan sisa buangan yang sangat banyak.
 - viii. Selain itu, terdapat sisa-sisa lain yang terhasil daripada proses yang dijalankan contohnya kain penapis, *filter press*, *scales* daripada tangki *neutralisation*, dan enap cemar (*sludge*) daripada *waste water treatment plant* tertakluk di bawah bidang kuasa JAS.
 - ix. NUF merupakan buangan terjadual SW205 di bawah peraturan-peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005 dengan jumlah sisa sebanyak 591,300 metrik tan setahun.
 - x. Sisa WLP bersifat radioaktif berada di bawah pengawasan Lembaga Tenaga Atom.

- xi. Sisa WLP yang dihasilkan adalah sebanyak 201,480 metrik tan setahun dan air buangan yang terhasil sebanyak 4,854,580 metrik tan setahun berdasarkan anggaran yang dinyatakan oleh Lynas. Jumlah kumulatif yang terkumpul dari tahun 2013 sehingga September 2023 bagi penghasilan NUF ialah sebanyak 2.31 juta metrik tan.
 - xii. Reka bentuk *secured landfill* yang telah diluluskan adalah sebanyak 4.4 juta metrik tan bagi NUF.
 - xiii. Berdasarkan kajian pihak Lynas, jangka hayat NUF adalah selama 10 tahun bermula pada tahun 2019.
 - xiv. Jika torium telah diekstrak keluar daripada sisa WLP, sisa WLP akan bertukar status sebagai sisa buangan terjadual. Oleh itu, secara tidak langsung PDF yang telah dibina boleh digunakan untuk menyimpan sisa NUF.
2. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa sisa NUF mengandungi *phosphogypsum* selepas melalui pelbagai proses kimia dan dipanggil *neutralisation flow*.
 3. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa Lynas pernah mengemukakan cadangan untuk menjadikan NUF sebagai *bioremediation* (perapi tanah) kerana kandungan *gypsum*. Namun tiada cadangan yang kukuh dikemukakan oleh pihak Lynas.
 4. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pihak Lynas perlu mengemukakan dokumen dan bukti bahawa produk yang terhasil tidak mempunyai *leachability of toxicity* daripada sisa buangan terjadual tersebut. Oleh yang demikian, pihak JAS hanya meluluskan NUF untuk digunakan sebagai bahan tambahan di dalam simen, dan tidak bagi kegunaan pertanian (perapi tanah) dan bahan turapan.
 5. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa NUF tidak boleh dikeluarkan daripada status sisa buangan terjadual. Namun di bawah Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005, Peraturan Tujuh iaitu Permohonan Bagi Pengurusan Khas Buangan Terjadual, konsep kitaran ekonomi digunakan di mana sisa yang terhasil dalam kategori buangan terjadual boleh dikomersialkan, namun perlu dibuktikan penggunaan dan kajian yang telah dijalankan di luar negara.
 6. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa Lynas telah mengemukakan cadangan kepada JAS untuk menghantar NUF ke kilang simen sebagai bahan mentah bagi pembuatan simen, dan telah diluluskan pada tahun 2021. Ini merupakan konsep kitaran ekonomi iaitu *from waste to wealth*. Walau bagaimanapun, tiada tindakan selanjutnya diambil oleh pihak Lynas. Pihak JAS dimaklumkan bahawa kos pengangkutan bagi menghantar NUF ke kilang simen antara faktor yang menyebabkan perkara ini ditangguhkan.

7. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa sepanjang 10 tahun Lynas beroperasi tiada sebarang laporan dan aduan diterima daripada orang awam berkenaan impak negatif terhadap alam sekitar, kesihatan atau pencemaran dilakukan. Namun terdapat sentimen daripada Pertubuhan Bukan Kerajaan berkenaan isu radioaktif. Selain itu, Lynas dan seluruh kawasan perindustrian Gebeng sentiasa berada di bawah radar pemantauan pihak JAS.
8. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa status terkini projek Lynas adalah mematuhi perundangan berdasarkan pemantauan JAS.
9. Jawatankuasa berpendapat bahawa jika sisa-sisa (WLP dan NUF) yang dikeluarkan oleh Lynas boleh digunakan sebagai CondiSoil atau bahan tambahan di dalam simen, maka tiada keperluan untuk membina PDF.

B. JABATAN KIMIA

10. Jabatan Kimia memaklumkan bahawa:
 - i. Analisis kualiti air termasuk analisis kandungan logam berat untuk sampel Sungai Balok telah dijalankan dari tahun 2014 hingga 2023 dan semua laporan telah diserahkan kepada JAS. Analisis torium tidak dijalankan oleh Jabatan Kimia.
 - ii. Manakala sampel tanah yang diterima daripada MARDI yang berkaitan dengan kajian Lynas telah digunakan untuk menganalisis kandungan logam berat.
 - iii. Terdapat 10 jenis logam berat yang telah dianalisis iaitu arsenik, kadmium, kolbalt, kromium, molibdenum, nikel, plumbum, selenium, zink dan raksa. Walau bagaimanapun, tanah ini tidak boleh dikategorikan sama ada tercemar atau tidak kerana tiada standard kebangsaan yang boleh dijadikan rujukan untuk mengkategorikan status tanah tersebut.
11. Jawatankuasa mengambil maklum ketiadaan piawaian kebangsaan bagi mengkategorikan status pencemaran tanah.
12. **Jawatankuasa mengesyorkan untuk diwujudkan piawaian kebangsaan bagi mengkategorikan status pencemaran tanah.**

II. TAKLIMAT MENGENAI PENYELIDIKAN DAN PENGKOMERSIALAN *WATER LEACHED PURIFICATION (WLP)* DAN *NEUTRALISATION UNDERFLOW (NUF)*

C. INSTITUT PENYELIDIKAN DAN KEMAJUAN PERTANIAN MALAYSIA

13. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) memaklumkan bahawa:

- i. Kajian tentang keberkesanan penggunaan CondiSoil iaitu campuran daripada NUF, WLP dan bahan organik pertanian (*filler*). Skop kajian MARDI terbahagi kepada dua iaitu:
 - penilaian produk CondiSoil di lapangan (dalam) dan analisis komponen tanah dan tanaman (*Agronomic part*); dan
 - peningkatan skala pengeluaran jagung bijian menggunakan CondiSoil dan penilaian potensi hasil pengeluaran dalam skala ekonomi dan daya maju produk.
- ii. Bagi kajian keberkesanan CondiSoil terhadap kesuburan tanah dan tanaman, lokasi penyelidikan telah dijalankan di Stesen MARDI Cherating, Pahang dalam tempoh dua tahun (2015-2017) dengan keluasan kajian seluas 12 ekar.
- iii. Terdapat empat jenis tanaman yang dikaji iaitu jagung manis (1.5 ekar), kenaf (1.5 ekar), napier (1.5 ekar) dan kelapa (7.5 ekar). Bagi tanaman jagung manis, kenaf dan napier, kajian dijalankan dalam tiga pusingan penanaman, manakala bagi tanaman kelapa, kajian dijalankan pada tanaman sedia ada dengan pengambilan dara setiap enam bulan dalam tempoh dua tahun.
- iv. Jenis tanah di lokasi kajian Stesen MARDI Cherating, Pahang adalah tanah berpasir jenis BRIS yang terdiri daripada Siri Baging dan Siri Rudua. Manakala jenis varieti tanaman jagung manis ialah Hibrimas, Kenaf ialah varieti V36, varieti Napier ialah Indian Napier dan varieti kelapa ialah auran Ceylon.
- v. Terdapat enam jenis rawatan yang digunakan termasuk satu rawatan kawalan iaitu amalan biasa (*normal practice*) bagi tanaman jagung manis, kenaf dan napier. Manakala bagi tanaman kelapa terdapat lima jenis rawatan termasuk satu rawatan kawalan (*control*).
- vi. Terdapat pelbagai jenis parameter yang diperhatikan bagi penilaian tanah seperti kimia tanah, fizik tanah dan mikrob tanah. Manakala bagi penilaian tanaman pula seperti nutrien tanah dan fisiologi pokok.

- vii. Hasil kajian keberkesanan CondiSoil terhadap kesuburan tanah dan tanaman mendapati bahawa:
- terdapat peningkatan bagi nilai pH tanah, kandungan karbon dan fosforus tersedia (*Available-P*) bagi aspek kimia tanah; dan
 - terdapat pengurangan kadar penyusupan air dalam tanah di antara 43 hingga 75 peratus, pengurangan kadar larut resap dan peningkatan kapasiti pegangan air (*water holding capacity*) tanah bagi aspek fizikal tanah.
- viii. Kualiti pertumbuhan dan hasil tanaman adalah setanding (*comparable*) dengan kawalan atau amalan biasa bagi kesemua tanaman ujian di mana tiada perbezaan signifikan bagi jumlah kandungan nutrien (Nitrogen, Potassium, Kalium, Kalsium, dan Magnesium) tumbuhan.
- ix. Bagi kajian peningkatan skala tanaman jagung bijian menggunakan CondiSoil, kajian dijalankan selama satu tahun dari 2017 sehingga 2018, di Stesen MARDI Cherating, Pahang, di kawasan seluas 30 ekar. Terdapat tiga jenis rawatan yang dijalankan termasuk rawatan kawalan iaitu kawalan negatif (tanpa sebarang rawatan tanah) dan kawalan positif menggunakan kompos tahi ayam yang di aplikasi mengikut keluasan blok tanaman yang berbeza.
- x. Secara keseluruhannya, kajian mendapati penggunaan CondiSoil telah menunjukkan kesan yang baik kepada peningkatan kualiti tanah dan tumbuhan, namun tidak berdaya maju dari segi ekonomi kerana kos pengeluaran yang tinggi berbanding amalan biasa.
- xi. Selain itu, penggunaan CondiSoil pada kadar 40 t/ha didapati tidak memberi masalah kepada kesihatan tanah dan tanaman, serta berpotensi dijadikan sebagai bahan alternatif untuk peningkatan kesuburan tanah BRIS di Malaysia.
- xii. MARDI tidak pernah menjalankan kajian penggunaan NUF atau WLP sahaja sebagai aplikasi pertanian.
14. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa CondiSoil disediakan oleh pihak Lynas dan dibekalkan kepada MARDI untuk menjalankan kajian yang dikehendaki. Pihak MARDI tidak dibenarkan membuat pencampuran di MARDI.
15. Jawatankuasa mengutarakan kebimbangan jika ada unsur-unsur lain yang dihantar kepada MARDI sekiranya bahan CondiSoil disediakan oleh Lynas.

16. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pihak Lynas terikat dengan syarat yang diberikan oleh JAS bahawa campuran NUF, WLP dan *organic filler* yang dihasilkan tidak boleh dibawa keluar ke lapangan. Semua pencampuran mengikut nisbah yang telah diformulasikan perlu dilakukan di Lynas dan di kawasan yang ditentukan oleh JAS. Manakala, pihak MARDI pula akan menentukan jumlah yang diperlukan bagi menjalankan kajian untuk tiga pusingan penanaman dan jumlah itu sahaja dibenarkan untuk dibawa keluar dari Lynas ke tapak kajian.
17. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pergerakan lori yang membawa bahan CondiSoil ke MARDI (lokasi kajian) juga perlu dilaporkan kepada pihak JAS.
18. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa penggunaan CondiSoil tidak menunjukkan daya saing yang tinggi dalam mengurangkan kos pengeluaran berdasarkan kajian peningkatan skala yang dijalankan oleh MARDI.
19. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa proses untuk mengeluarkan sisa Lynas bagi tujuan kajian dan dibawa ke kawasan kajian adalah di bawah kawal selia Jabatan Tenaga Atom dan JAS kerana melibatkan sisa radioaktif. Berdasarkan analisis risiko, istilah yang digunakan adalah berisiko tinggi atau berisiko rendah, dan risiko bagi sisa Lynas adalah berada di paras rendah.
20. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pihak Lynas telah memberikan *certificate of analysis* bagi CondiSoil kepada pihak MARDI bagi penilaian produk dari segi *toxicology* dan *safety*.
21. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa MARDI akan menjalankan analisis sifat fizikal dan kimia terlebih dahulu bagi memastikan setiap produk yang akan dinilai di lapangan termasuk CondiSoil bagi memastikan produk tersebut mempunyai nilai yang boleh diterima (*acceptable value*) sebagai perapi tanah untuk mengelakkan konflik berkepentingan pihak yang terlibat.
22. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa berdasarkan analisis sifat fizikal dan kimia yang telah dijalankan, CondiSoil didapati telah mencapai syarat dan kriteria yang telah digariskan bagi sesuatu produk untuk digunakan sebagai perapi tanah.
23. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa sekiranya CondiSoil ingin digunakan sebagai baja, ia akan mengambil masa kerana kajian lanjut perlu dijalankan serta ia perlu melalui proses pendaftaran produk baja di Jabatan Pertanian. Namun, sekiranya CondiSoil digunakan sebagai perapi tanah, ia tidak tertakluk kepada syarat pendaftaran produk baja di Jabatan Pertanian.

D. UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

24. Universiti Putra Malaysia (UPM) memaklumkan bahawa:

- i. Terdapat tiga kertas kerja kajian yang telah diterbitkan dalam jurnal saintifik antarabangsa berkenaan kajian NUF iaitu:
 - *Impact of Mg rich synthetic gypsum application on the environment and palm oil quality;*
 - *Utilization of magnesium-rich synthetic gypsum as magnesium fertilizer for oil palm growth on acidic soil;* dan
 - *The physico-chemical and mineralogical characterization of Mg-rich synthetic gypsum produced in a rare earth refining plant.*
- ii. NUF mengandungi Magnesium gypsum (Mg-gypsum) yang tinggi. Kandungan Mg-gypsum terdiri daripada kalsium sulfat dan kalsium hidroksid. Oleh demikian, NUF ini terdiri daripada magnesium, kalsium dan sulfur merupakan elemen yang diperlukan dalam kuantiti yang tinggi oleh tanaman seperti kelapa sawit (S untuk pengeluaran minyak) dan getah. Penggunaan NUF untuk pertanian akan meningkatkan kesuburan tanah melalui pertambahan nutrien serta kenaikan pH tanah.
- iii. Kajian yang dijalankan oleh UPM bersama UKM adalah bagi tanaman kelapa sawit iaitu kajian rumah kaca (di UPM) dan kajian lapangan di Bera, Pahang. Manakala bagi tanaman getah kajian rumah kaca turut dijalankan, serta kajian kelarutan NUF dalam tanah. Kajian kelarutan NUF dalam tanah telah juga dijalankan.
- iv. NUF digunakan untuk menyuburkan tanah berasid (pH rendah) terluluhawa yang dikelaskan sebagai *Ultisol* yang wujud di ladang kelapa sawit di Bera, Pahang. Tanah tersebut mempunyai kandungan magnesium (Mg), kalsium (Ca) dan potassium (K) tukarganti yang rendah dan tidak mencukupi untuk keperluan kelapa sawit. Hasil kajian mendapati NUF boleh digunakan untuk menggantikan *Kieserite* (Magnesium Sulfat) yang biasanya digunakan bagi membekalkan magnesium kepada kelapa sawit diladang. Harga *Kieserite* di pasaran antarabangsa adalah amat tinggi.
- v. Penggunaan NUF di ladang kelapa sawit boleh menaikkan pH tanah yang dapat mengurangkan keracunan aluminium (Al) bagi membolehkan kelapa sawit tumbuh dengan lebih baik serta berdaya kekal. Tambahan pula, penggunaan NUF boleh menambahkan kandungan kalsium dalam tanah yang menyebabkan pertumbuhan anak kelapa sawit bertambah baik (jumlah tahap kritikal yang diperlukan ialah 0.9 cmolc/kg, manakala kebanyakan tanah di Malaysia mempunyai nilai 0.5 cmolc/kg sahaja).

- vi. Penggunaan NUF di ladang tidak menunjukkan kesan negatif ke atas alam sekitar dan pokok kelapa sawit. Kandungan mineral berat dalam tanah, air dan tisu kelapa sawit didapati lebih rendah daripada nilai standard kritikal. Selain itu, mineral berat dalam tanah tidak bertambah.
 - vii. Berdasarkan *environmental risk analysis*, tanah di kawasan kajian di lapangan tidak tercemar dan mempunyai *low contamination factor with low pollution load index*.
 - viii. Penggunaan NUF sebagai baja untuk membekalkan magnesium, kalsium dan sulfat dan penambahbaikan tanah di ladang kelapa sawit adalah selamat dan berkesan, serta memberi kesan positif terhadap pertumbuhan dan hasil (minyak) kelapa sawit. Selain itu, kualiti minyak kelapa sawit juga tidak terjejas dengan penggunaan NUF.
 - ix. Kajian larut lesap (*leaching column*) dalam rumah kaca menunjukkan magnesium, kalsium dan sulfat yang berada di dalam NUF tersedia untuk keperluan anak benih getah.
 - x. Kajian larut lesap juga menunjukkan bahawa sebahagian daripada nutrien kalsium yang dilepaskan oleh NUF bergerak ke bahagian tanah bawah (*sub-soil*). Ini membolehkan keasidan tanah di kawasan tersebut dapat dikurangkan dan memperbaiki keadaan tanah di kawasan tersebut berkurangan, dan tumbesaran pokok getah menjadi lebih baik.
 - xi. Pada kebiasaannya, untuk menaikkan pH tanah ke tahap yang sesuai bagi tumbesaran tanaman (termasuk kelapa sawit), pengkapuran dijalankan menggunakan *Ground Magnesium Limestone* (GML). GML mengandungi kalsium dan magnesium yang tinggi. Kajian terdahulu menunjukkan penggunaan GML hanya dapat menyuburkan tanah atas (*topsoil*) sahaja. Jadi akar-akar tanaman masih lagi menghadapi masalah pH rendah serta keracunan aluminium.
 - xii. Kajian rumah kaca menunjukkan bahawa pertumbuhan anak benih getah dari segi ketinggian, diameter batang dan panjang akar bertambah dengan kehadiran NUF di dalam tanah.
 - xiii. Sumber makro nutrien penting seperti magnesium, kalsium dan sulfat yang diperlukan dalam tanah boleh dibekalkan oleh NUF. NUF mempunyai potensi besar dalam pertanian sebagai sumber nutrien yang diperlukan banyak dalam, ladang kelapa sawit, getah dan tanaman lain.
25. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa NUF boleh dikomersialkan kepada *non-food crop* seperti getah, kelapa sawit, dan juga pokok-pokok landskap di taman-taman seluruh negara.

26. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa UPM telah menghantar dan membentangkan dapatan daripada hasil kajian kepada pihak kementerian bagi mengesahkan NUF tidak bahaya dan tidak berisiko kepada alam sekitar.
27. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa NUF tidak memberi kesan buruk kepada alam sekitar dan pertanian berdasarkan penyelidikan dan data saintifik yang dijalankan oleh MARDI, UPM dan UKM. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa NUF boleh menjadi alternatif kepada baja *Kieserite* berdasarkan kajian yang dijalankan oleh UPM dan UKM. *Kieserite* boleh diperolehi daripada pasaran antarabangsa, seperti dari Jerman dengan harga dan kualiti yang tinggi. Namun *Kieserite* juga boleh dibeli daripada China pada harga dan kualiti yang lebih rendah.
28. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa stigma terhadap penggunaan NUF bagi menggantikan baja NPK adalah tidak tepat kerana penggunaan baja NPK adalah keperluan bagi semua tanaman di Malaysia. Baja NPK merupakan sumber asas yang terdiri daripada nitrogen, fosforus dan potasium. Manakala NUF pula merupakan penambahbaikan tanah yang sesuai digunakan di kawasan Malaysia.
29. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa membandingkan NUF dengan GML juga adalah tidak sesuai kerana GML hanya terdiri daripada kalsium dan magnesium, manakala NUF mengandungi kalsium, magnesium dan sulfur.
30. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa selepas torium diekstrak daripada sisa WLP, sisa WLP tersebut berpotensi untuk dijadikan baja kerana terdapat kandungan fosfat yang tinggi.
31. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa CondiSoil merupakan bahan perapi yang digunakan untuk merawat tanah BRIS yang bermasalah, iaitu tanah berpasir di Malaysia. CondiSoil hanya digunakan di peringkat persediaan tanah sahaja. Manakala baja NPK perlu digunakan sebagai amalan biasa untuk penanaman.
32. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan masih dalam proses untuk menetapkan Akta Baja dan Kawal Selia baja.
33. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pasca selepas pandemik menunjukkan import baja untuk pertanian telah meningkat. Oleh demikian, jika kajian yang dijalankan oleh pihak UPM dan UKM boleh disahkan (*legalise*), kos import baja untuk pertanian boleh dikurangkan.

34. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa isu kemampanan yang sedang dihadapi oleh negara terutamanya di Eropah dan Amerika Syarikat, terdapat keperluan bagi verifikasi daripada pihak ketiga dan liabiliti bagi mengelakkan wujud isu lain di kemudian hari, sebagai contoh ia dapat dikawal selia melalui akta yang bersesuaian.
35. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya NUF digunakan bagi tujuan pertanian berdasarkan kesimpulan kajian yang telah dijalankan mendapati tiada kesan buruk kepada alam sekitar dan terdapat peningkatan bagi hasil tanaman.**
36. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya berdasarkan kesimpulan data kajian yang diperolehi adalah sangat penting bagi kerajaan untuk membuat keputusan mengenai penggunaan NUF.**

E. UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

37. Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) memaklumkan bahawa:
 - i. Salah satu kaedah pengurusan residu radioaktif adalah melalui konsep cair dan sebar (*dilute and disperse*) seperti yang disarankan oleh International Atomic Energy Agency (IAEA). Konsep ini diamalkan oleh kebanyakan negara di dunia kerana dapat mengurangkan jumlah residu selain mendapat manfaat dari penggunaannya.
 - ii. CondiSoil terdiri daripada 10 peratus WLP, 20 peratus NUF dan 70 peratus bahan pengisi organik. Komposisi CondiSoil ini dicadangkan berdasarkan kesesuaian tanaman.
 - iii. Melalui konsep cair dan sebar, kepekatan torium dalam CondiSoil telah direndahkan di bawah nilai had 1 Bq/g. Purata bacaan kepekatan torium dalam CondiSoil adalah 0.54 Bq/g di mana ia mematuhi nilai had 1 Bq/g yang ditetapkan oleh Jabatan Tenaga Atom (JTA).
 - iv. Terdapat beberapa jenis tanaman yang telah diuji bagi penggunaan CondiSoil antaranya ialah padi, jagung dan kenaf. Antara lokasi kajian CondiSoil adalah di Penaga, Pulau Pinang, Merbok dan Alor Pudak, Kedah serta MARDI Cherating, Pahang.
 - v. Analisis statistik kepekatan torium dalam tanah, air dan padi selepas penggunaan CondiSoil untuk penanaman padi di lokasi Penaga, Pulau Pinang mendapati tiada penambahan torium dan logam berat yang signifikan sepanjang dua musim penanaman padi. Kepekatan torium didapati lebih rendah daripada nilai had 1 Bq/g yang ditetapkan oleh Jabatan Tenaga Atom (JTA). Kepekatan logam berat seperti arsenik,

kadmium dan kromium adalah lebih rendah daripada nilai yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS).

- vi. Analisis statistik kepekatan torium dalam tanah, air dan padi selepas penggunaan CondiSoil untuk penanaman padi di lokasi kajian di Merbok, Kedah mendapati tiada penambahan torium dan logam berat yang signifikan sepanjang dua musim penanaman padi. Kepekatan torium didapati lebih rendah dari nilai had 1 Bq/g yang ditetapkan oleh Jabatan Tenaga Atom (JTA). Selain itu, kepekatan unsur logam berat juga adalah lebih rendah dari nilai had yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar.
- vii. Analisis statistik kepekatan torium dalam tanah, air, tanaman jagung dan kenaf bagi kawasan kajian CondiSoil di MARDI Cherating juga mendapati tiada penambahan torium, uranium dan kalium (K-40) serta logam berat yang signifikan sepanjang tempoh kajian dijalankan. Kepekatan torium, uranium dan kalium didapati lebih rendah daripada nilai had 1 Bq/g yang ditetapkan oleh Jabatan Tenaga Atom (JTA). Selain itu, kepekatan unsur logam berat juga adalah lebih rendah dari nilai had yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar.
- viii. Secara kesimpulannya, kepekatan aktiviti Uranium-238 (U-238), Torium-232 (Th-232), Kalium-40 (K-40) dalam tanah, air dan tumbuhan selepas penggunaan CondiSoil di semua lokasi kajian adalah lebih rendah dari nilai had yang dibenarkan oleh Jabatan Tenaga Atom. Nilai-nilai kepekatan Uranium-238, torium-232, Kalium-40 bagi kajian penggunaan CondiSoil didapati setara dengan data-data kajian dalam negara dan luar negara yang dilakukannya sebelumnya di mana nilai ini adalah menyamai nilai sinaran latar belakang (*background radiation level*).
- ix. Kepekatan unsur sitotoksik dan fitotoksik adalah di bawah had yang dibenarkan bagi air minuman. Pengambilan logam berat oleh tumbuhan adalah normal dan di bawah had yang dibenarkan, menunjukkan tiada pencemaran air berlaku daripada penanaman padi, jagung dan kenaf.
- x. Sejak tahun 2016 hingga 2023, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) melalui kumpulan penyelidikan Nuclear Energy & Radiological Assessment (NERA) telah melakukan pelbagai kajian pengurusan residu radioaktif Lynas. Kajian yang dijalankan termasuklah pencirian bahan, pengasingan dan pengekstrakan torium serta aplikasi torium dalam tenaga keterbaharuan sebagai bahan fotomangkin (*photocatalyst*) bagi penghasilan hidrogen melalui pemisahan molekul air (*Photoelectrochemical Water Splitting*).
- xi. Terdapat potensi untuk mengekstrak torium daripada WLP dan bahan *lanthanide concentrate* (LC) daripada Lynas. Sehingga tahun 2022, terdapat sebanyak 1.05 juta metrik tan residu WLP telah dihasilkan oleh

Lynas. Daripada jumlah ini, dianggarkan, sekitar 780 sehingga 940 tan torium berpotensi untuk diekstrak dari residu WLP.

- xii. NERA, UKM juga telah berjaya mempatenkan (No paten: MY-195073-A) bagi kaedah pengekstrakan dan penghasilan torium berketulenan tinggi untuk kegunaan reaktor nuklear torium. NERA, UKM berjaya menghasilkan torium dioksida (ThO_2) dan torium tetraflorida (ThF_4) masing-masing pada ketulenan 98.9% dan 97.8%.
 - xiii. NERA, UKM juga telah memfailkan paten pada tahun 2022 (No. ID: PI 2022002055) dan 2023 (No. ID: PI2023007516) masing-masing bagi penghasilan bahan api torium kompak (*Thorium Fuel Compact*) dan Rekabentuk Teras Mikro-Reaktor Nuklear Torium Suhu Tinggi.
 - xiv. Hasil kajian NERA, UKM juga mendapati penggunaan torium dalam aplikasi tenaga keterbaharuan sebagai bahan fotomangkin (*photocatalyst*) dapat meningkatkan kecekapan penghasilan hidrogen melalui pemisahan molekul air.
 - xv. NERA, UKM juga telah menjalankan kajian “Penilaian Impak radiologi Kilang Amang di Perak” pada tahun 2019 hingga 2022 melalui dana penyelidikan Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi. Secara amnya, hasil kajian ini mendapati aktiviti pemprosesan Amang di kilang amang kecil menyumbang kepada risiko radiologi yang tinggi kepada pekerja selain berisiko menyebabkan pencemaran radionuklid ke alam sekitar. Hasil kajian ini telah digunakan bagi membatalkan perintah pengecualian Kilang Amang Kecil (Akta 304) pada tahun 2022.
 - xvi. Sebagai perbandingan, kadar dos dedahan sinaran di kilang Amang kecil boleh mencecah sehingga 270 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ (*micro-Sievert per hour*) berbanding dos dedahan dari kilang Lynas iaitu hanyalah 4 hingga 5 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Hasil kajian NERA, UKM telah digunakan untuk membatalkan Akta Perintah Pengecualian Kilang Amang Kecil (Akta 304) pada tahun 2022.
38. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pencampuran WLP, NUF dan *organic filler* telah menurunkan paras radioaktif di bawah 1 Bq/g, dan tidak lagi dikategorikan sebagai sisa bahan radioaktif. Walau bagaimanapun NUF masih dikategorikan sebagai sisa buangan berjadual. Konsep pengurusan sisa radioaktif (*dilute and disperse*) turut diguna pakai di negara-negara lain.
39. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa kajian telah dijalankan pada 2016 hingga 2018 dan kemudiannya telah diarahkan untuk menghentikan kajian. Satu jawatankuasa khas bagi menilai pengurusan residu telah ditubuhkan pada tahun 2022 bagi meninjau kawasan kajian terdahulu. Tinjauan semula mendapati kawasan kajian yang telah ditinggalkan selama tiga tahun yang pada asalnya

ialah kawasan tanah BRIS, telah menjadi subur. Kajian ke atas tahap sinaran (radiasi) menunjukkan tiada sebarang penambahan kepada sinaran latar belakang.

40. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa kajian penyingkiran torium/ pengekstrakan torium di UKM berada pada peringkat prototaip iaitu pada aras *technology readiness level* (TRL) 5. Seterusnya, bagi peringkat *pilot plant* dan pengkomersialan, dana yang besar diperlukan daripada penglibatan daripada pihak industri.
41. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa Agensi Nuklear Malaysia telah menjalankan *pilot plant* untuk mengekstrak torium daripada *monazite*.
42. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pihak UKM mampu bekerjasama dengan Agensi Nuklear Malaysia dalam tempoh dua tahun untuk menjalankan *pilot study* bagi menghasilkan analisis ekonomi dan *life-cycle analysis*.
43. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa terdapat industri yang berminat untuk menggunakan teknologi yang sedang dibangunkan oleh UKM.
44. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa sisa torium hidroksida dari Asian Rare-Earth telah dirapikan, dikongkritkan dan dilupuskan di dalam kemudahan pelupusan kekal di kawasan Bukit Merah, Perak. Torium daripada sisa torium hidroksida berpotensi untuk diekstrak, namun melibatkan kos yang tinggi.
45. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa bacaan nilai radiasi WLP di Lynas hanya sekitar 4 hingga 5 $\mu\text{Sv/jam}$ (*micro-sieverts per hour*) berbanding di Kilang Amang di Perak nilainya mencecah sehingga 270 $\mu\text{Sv/jam}$.
46. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa pengurusan di Lynas adalah mengikut standard yang ditetapkan oleh Jabatan Tenaga Atom (JTA) serta IAEA, manakala Kilang Amang di Perak dijalankan secara terbuka.
47. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa aktiviti yang dijalankan oleh Kilang Amang di Perak yang mengeluarkan sisa radioaktif yang lebih tinggi berbanding kandungan radioaktif di dalam WLP yang jauh lebih rendah namun tidak pernah menyebabkan sebarang kemalangan radiologi.
48. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa perlombongan yang dijalankan oleh Asia Rare Earth merupakan perlombongan *monazite* dan proses yang dijalankan adalah sama seperti di Lynas iaitu *cracking and leaching*. Hasil daripada proses tersebut akan menghasilkan unsur nadir bumi dan residu yang mengandungi torium.

49. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa syarat lesen Lynas sehingga 2 Mac 2026 ialah Lynas wajib mengurangkan kepekatan keradioaktifan di bawah 1 Bq/g. Syarat tersebut merupakan tanggungjawab Lynas kepada Kerajaan Malaysia dan Jabatan Tenaga Atom. Pada masa kini, Lynas sedang menjalankan penyelidikan bagi mencapai tahap 1 Bq/g.

III. TAKLIMAT MENGENAI PERMIT YANG DIKELUARKAN KEPADA LYNAS MALAYSIA DAN ISU-ISU BERBANGKIT

F. YB SENATOR PUAN HAJAH FUZIAH BINTI SALLEH

50. YB Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh memaklumkan bahawa:

- i. Lynas mengeksport 100 peratus unsur nadir bumi dan mengimport 100 peratus *rare earth oxide* (REO). Lynas juga menerima status sebagai *strategic pioneer* dan tidak membayar cukai selama 12 tahun. Lynas telah menawarkan lebih kurang 1000 jawatan sebagai peluang pekerjaan.
- ii. Naratif Lynas sering dikaitkan dengan radiasi, namun pada pandangan beliau pengurusan sisa Lynas merupakan isu utama, iaitu WLP dari kilang Lynas yang mempunyai jangka hayat selama 14 bilion tahun.
- iii. Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan pada tahun 2012 iaitu:
 - pihak Lynas perlu mengemukakan semua aspek berkenaan *Permanent Disposal Facility* (PDF);
 - pelan dan lokasi PDF perlu dikemukakan tanpa mengambil kira apakah hasil daripada penyelidikan dan pembangunan (R&D) pengkomersilan, pengkitaran dan penggunaan semula bahan residu;
 - pelan dan lokasi PDF perlu dikemukakan dan diluluskan dalam tempoh masa lesen dan tidak melebihi 10 bulan daripada tarikh pengeluaran lesen TOL;
 - pihak Lynas perlu mematuhi syarat jaminan kewangan yang ditetapkan di bawah undang-undang yang berkaitan dan mengikut cadangan yang dikemukakan oleh pihak Syarikat Lynas (M) Sdn Bhd, sebanyak USD50 juta dibayar kepada Kerajaan Malaysia secara ansuran. Ini tertakluk kepada kajian semula oleh pihak Lembaga jika ditetapkan kemudian; dan
 - Lembaga berhak melantik perunding bebas untuk menilai kepatuhan Syarikat Lynas terhadap standard dan peraturan yang ditetapkan dan kosnya ditanggung oleh pemegang lesen.

iv. Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan pada tahun 2019 iaitu:

- Lynas hendaklah mengemukakan perancangan bagi pembinaan kemudahan *cracking and leaching* di luar negara bagi tujuan memindahkan proses tersebut yang dijalankan di Gebeng Kuantan, keluar dari Malaysia. Kemudahan *cracking and leaching* di luar negara hendaklah dibina dan mula beroperasi dalam tempoh 4 tahun dari tarikh sah lesen. Selepas kemudahan *cracking and leaching* mula beroperasi di luar negara, pemegang lesen tidak lagi dibenarkan menghasilkan sisa radioaktif yang melebihi 1 Becquerel per gram (Bq/g) di lojinya di Gebeng, Kuantan;
 - Lynas hendaklah mengenal pasti tapak spesifik untuk pembinaan PDF bagi tujuan penyimpanan sisa WLP sedia ada dan hendaklah mengemukakan kebenaran secara bertulis daripada Kerajaan Negeri bagi penggunaan tapak tersebut sebagai PDF. Pemegang lesen hendaklah mengemukakan pelan perancangan pembinaan PDF yang lengkap serta pelan pembiayaan yang mencukupi bagi menampung keseluruhan pembinaan dan operasi PDF, atau mengemukakan kebenaran rasmi secara bertulis daripada pihak berkuasa mana-mana negara untuk membawa keluar sisa WLP ke negara tersebut; dan
 - Lynas menamatkan semua aktiviti R&D berkaitan penggunaan semula sisa radioaktif WLP sebagai *CondiSoil* dalam bidang pertanian dan hendaklah mengemukakan 0.5 peratus daripada jualan kasar setiap tahun yang ditetapkan untuk usaha R&D sebelum ini kepada Kerajaan Malaysia sebagai cagaran tambahan sehingga kemudahan *cracking and leaching* di luar negara mula beroperasi.
- v. Jawatankuasa Eksekutif Penilaian Operasi Lynas telah diwujudkan oleh Mesyuarat Jemaah Menteri yang bertujuan untuk menilai operasi Lynas dalam aspek keselamatan, kesihatan manusia dan alam sekitar. Terdapat laporan berkenaan pencemaran air bawah tanah di dalam Laporan Jawatankuasa tersebut.
- vi. Pada awal tahun 2023, Lynas diberi tempoh sehingga bulan Julai 2023 untuk menyiapkan fasiliti bagi menjalankan proses *cracking and leaching* di Australia. Walau bagaimanapun Lynas tiada kemajuan dengan syarat yang dikenakan pada tahun 2019. Kemudian, mereka dibenarkan beroperasi sehingga tahun 2026.

- vii. Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan Perpaduan iaitu:
- Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA) telah mempertimbangkan untuk mengemas kini syarat lesen operasi Lynas yang sedang berkuat kuasa meliputi kebenaran mengimport bahan mentah yang mengandungi bahan radioaktif semula jadi (NORM) sehingga tamat tempoh sah lesen, iaitu pada Mac 2026; dan
 - membenarkan aktiviti *cracking and leaching* diteruskan tertakluk kepada syarat bahawa Lynas hendaklah memastikan kandungan radioaktif dalam residu WLP di bawah 1 Bq/g melalui program R&D yang diterajui pakar tempatan.
- viii. Beliau mengutarakan kebimbangan terhadap syarat yang dikemukakan oleh Kerajaan Perpaduan yang membenarkan Lynas terus beroperasi sehingga Mac 2026.
- ix. Jika kontrak Lynas dipanjangkan sehingga tahun 2026, berkemungkinan PDF yang telah dibina tidak dapat menampung jumlah WLP yang akan dihasilkan.
- x. Terdapat implikasi daripada syarat yang dikenakan pada tahun 2019 iaitu penghasilan sisa di Malaysia akan dapat dihentikan. Tiada lagi sisa radioaktif yang akan dihasilkan.
- xi. Pengekstrakan torium masih berada di peringkat makmal dan tiada bukti menunjukkan pengekstrakan torium boleh dilaksanakan pada skala yang besar.
- xii. Risiko yang dibawa oleh Lynas adalah lebih tinggi berbanding faedah yang akan diterima dan terdapat kekhuatiran tentang masa depan generasi dan persekitaran akan datang.
51. Jawatankuasa mengambil maklum bahawa polisi kerajaan telah melarang pengeksporan nadir bumi.
52. Jawatankuasa mengambil maklum melalui maklum balas daripada wakil MOSTI pekara-perkara berikut:
- i. terdapat perjumpaan Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI) bersama semua *backbenchers* berkaitan Lynas, dan jika teknologi pengekstrakan torium dilaksanakan, tiada pertambahan PDF kerana sisa WLP yang lama akan diproses;
 - ii. Lynas berkemampuan memproses REE domestik pada masa depan;
 - iii. Lynas perlu mengeluarkan satu peratus daripada keuntungan kasar bagi tujuan R&D untuk melihat dari aspek daya saing ekonomi Malaysia; dan

- iv. Jika teknologi pengekstrakan torium daripada WLP dilaksanakan, jumlah PDF tidak akan bertambah.
53. Jawatankuasa mengutarakan pandangan sekiranya kilang pemprosesan untuk mengekstrak torium dan fosfat dibina, terdapat kekhuatiran jika timbunan WLP sedia ada tidak mencukupi, memandangkan jika kilang pemprosesan telah dibina, keuntungan perlu sentiasa dijana daripada pembinaan kilang tersebut.
54. **Jawatankuasa mengesyorkan kajian kebolehlaksanaan dijalankan bagi memastikan kilang pemprosesan yang dibina berdaya maju.**
55. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya fasiliti bagi pengurusan sisa radioaktif perlu diwujudkan oleh pengeluar seperti peruntukkan dalam Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984 (Akta 304) dan lain-lain akta yang berkaitan.**
56. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya kepakaran berkenaan nadir bumi di Lynas digunakan sebagai persiapan bagi industri nadir bumi di Malaysia.**
57. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya penyelesaian bagi pengurusan sisa Lynas perlu dipertimbang berdasarkan kajian saintifik yang telah dijalankan, memandangkan timbunan sisa Lynas akan terus meningkat setelah lesen Lynas disambung sehingga tahun 2026.**
58. **Jawatankuasa mengesyorkan pemantauan berterusan dijalankan oleh Kerajaan terhadap Lynas bagi memastikan syarat-syarat perlesenan dipatuhi.**

BAHAGIAN IV
LAWATAN KERJA JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN
KE LYNAS MALAYSIA, KUANTAN, PAHANG
PADA 3 DAN 4 OKTOBER 2023

LATAR BELAKANG

1. Penyediaan laporan ini bertujuan untuk memaklumkan perjalanan sepanjang lawatan kerja ke Lynas Malaysia, Kuantan, Pahang pada 3 dan 4 Oktober 2023.
2. Lawatan kerja ini diadakan bertujuan untuk mendengar taklimat oleh Lynas Malaysia berkenaan dengan pengurusan unsur nadir bumi (*rare earth elements*, REE) yang dijalankan di Malaysia dan mengadakan lawatan tapak ke atas fasiliti-fasiliti yang terdapat di Lynas Malaysia dan proses yang dijalankan.
3. Selain itu, lawatan kerja ini juga adalah untuk meneliti pematuhan terhadap *Best Management Practices* yang dijalankan di Lynas Malaysia.
4. Senarai delegasi lawatan kerja Jawatankuasa ini seperti berikut:
 - i. Yang Berhormat Datuk Haji Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim
Ahli Parlimen Kuala Terengganu
 - ii. Yang Berhormat Dato' Sri Tuan Ibharim bin Tuan Man
Ahli Parlimen Kubang Kerian
 - iii. Yang Berhormat Tuan Chow Yu Hui
Ahli Parlimen Raub
 - iv. Yang Berhormat Dato' Ngeh Koo Ham
Ahli Parlimen Beruas
 - v. Yang Berhormat Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien
Ahli Parlimen Julau
 - vi. Yang Berhormat Dato' Azman bin Nasrudin
Ahli Parlimen Padang Serai
 - vii. Yang Berhormat Andansura Rabu
Ahli Dewan Undangan Negeri (ADUN) Berserah

- viii. YBhg. Datuk Haji Muhamad Zamani bin Mohd Ali
Ketua Pentadbir Parlimen Malaysia
- ix. YBrs. Encik Mohd Faizal bin Harun
Setiausaha Bahagian
Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa
Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim
- x. YBrs. Puan Hazalia binti Hassan
Timbalan Setiausaha Bahagian
Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa
Kementerian Perlindungan dan Komoditi
- xi. YBrs. Encik Hariss bin Harun
Ketua Penolong Setiausaha
Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa
Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim
- xii. Puan Siti Mastura binti Oyop
Pegawai Penyelidik
Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan, Parlimen Malaysia
- xiii. Puan Khairil Liza binti Mohd Salleh
Pegawai Penyelidik
Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan, Parlimen Malaysia
- xiv. Puan Jackie Mary Fernandis
Penasihat Undang-Undang II, Parlimen Malaysia
- xv. Dr. Siti 'Ai'syah binti Che Osmi
Pegawai Penyelidik
Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat, Parlimen Malaysia
- xvi. Encik Muhammad Zuhair bin Mohd Zubir
Pegawai Penyelidik
Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat, Parlimen Malaysia
- xvii. Encik Muhammad Nur Arjunna Putra bin Zulkarnain
Jurufotografi

5. Pihak Lynas memaklumkan bahawa IAEA merupakan Panel Pakar Bebas Antarabangsa yang dilantik oleh Kerajaan bagi mengkaji tahap keselamatan Projek Lynas Advanced Materials Plant (LAMP). IAEA telah berada di Malaysia pada 29 Mei 2011 hingga 3 Jun 2011 bagi menyemak dokumen-dokumen yang berkaitan, melawat kawasan tapak Lynas dan pelabuhan, serta menilai dan melaporkan keputusan secara jelas dan ringkas. Berdasarkan laporan yang tersebut, LAMP mematuhi standard radiasi antarabangsa dan tiada sebarang ketidakpatuhan ditemui. Walau bagaimanapun, terdapat 11 saranan penambahbaikan yang perlu dilakukan oleh LAMP.
6. Pada 13 hingga 17 Oktober 2014, IAEA telah mengadakan lawatan kali kedua di LAMP bagi membuat penilaian semula ke atas syor yang telah dikemukakan semasa lawatan kali pertama pada 2011 sama ada dilaksanakan oleh Kerajaan Malaysia dan/atau Lynas Sdn. Bhd. Laporan menunjukkan bahawa Kerajaan Malaysia dan/atau Lynas Sdn. Bhd. telah melaksanakan semua syor yang dicadangkan oleh IAEA pada tahun 2011. IAEA menjelaskan bahawa risiko radiologi kepada orang awam dan persekitaran yang berkaitan dengan LAMP adalah intrinsik rendah.
7. Terdapat satu laporan yang dikeluarkan oleh Jawatankuasa Pilihan Khas Mengenai Projek LAMP 2018 oleh Kementerian Tenaga, Sains, Teknologi, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim yang bertujuan untuk menilai pengoperasian LAMP dalam aspek keselamatan, kesihatan manusia dan alam sekitar. Jawatankuasa Eksekutif tersebut dianggotai oleh enam orang ahli yang terdiri daripada pakar-pakar dalam bidang berkaitan.
8. Berdasarkan Laporan Jawatankuasa Eksekutif Penelitian Operasi LAMP 2018 merupakan projek LAMP adalah kilang kimia yang menghasilkan nadi bumi dan bukannya loji nuklear atau aktiviti perlombongan. Walau bagaimanapun, Jawatankuasa Eksekutif Penelitian Operasi LAMP 2018 telah menyarankan beberapa syor seperti kajian khas dijalankan untuk mengenal pasti punca kehadiran logam berat dan pemantauan air tanah di kawasan sekitar LAMP seperti di Sungai Ular dan Sungai Balok.
9. Pada masa kini, REE merupakan isu yang kritikal kerana dunia sedang menghadapi perubahan iklim yang memerlukan peralihan industri automatik kepada kenderaan elektrik (*electrical vehicle*).
10. Hasil pemprosesan yang dijalankan LAMP telah menghasilkan REE dalam bentuk serbuk, dan seterusnya dieksport ke Vietnam untuk menghasilkan produk seperti *super magnet*. Selain itu, pihak Lynas Malaysia juga menjelaskan bahawa *super magnet* yang dihasilkan akan digunakan bagi *green hydrogen technology* yang akan dihasilkan di Sarawak.

11. Terdapat industri yang besar yang boleh dibina di Malaysia dengan melakukan eksplorasi ke atas industri REE. Selain itu, terdapat teknologi yang boleh dibangunkan bagi teknologi hijau dengan menggunakan REE sebagai contoh pembangunan industri *green hydrogen*, dan juga digunakan sebagai pemangkin (*catalyst*) bagi proses *carbon capture*.
12. Berdasarkan perjumpaan dan perbincangan mengenai penyelidikan produk nadir bumi berpotensi untuk kemajuan ekonomi negara dengan kerjasama pihak Lynas Malaysia Sdn Bhd, Jabatan Alam Sekitar (JAS), Jabatan Pertanian, Lembaga Pelesenan Tenaga Atom (LPTA) memaklumkan bahawa bahan sampingan (WLP dan NUF) yang dihasilkan oleh LAMP boleh digunakan sebagai CondiSoil ke atas tanaman.
13. Terdapat seramai 843 orang pekerja yang bekerja di Lynas Malaysia termasuk lima orang pekerja luar negara.
14. Sumber bahan mentah pekatan lantanida diperoleh di Mount Weld, Western Australia. Bagi menjalankan pemprosesan, jumlah bahan kimia dan isi padu air bersih yang diperlukan adalah tinggi (600 m³ setiap sejam). Walau bagaimanapun, kos yang diperlukan untuk pemprosesan REE di Australia terlalu mahal dan tidak efektif. Oleh demikian, Malaysia adalah antara negara yang mempunyai kos efektif berdasarkan kos bagi sumber bahan kimia dan air bagi pemprosesan REE.
15. Jawatankuasa menjelaskan kepada pihak Lynas bahawa lawatan kerja ini bertujuan untuk memahami operasi penghasilan REE yang dijalankan oleh Lynas yang sering menjadi kebimbangan awam dan mengeksplorasi industri REE yang berpotensi dibangunkan di Malaysia.
16. Jawatankuasa mencadangkan agar langkah terbaik diambil bagi menguruskan WLP yang terdapat di Lynas memandangkan sisa tersebut tidak boleh dihantar pulang ke Australia. Pihak Lynas Malaysia menjelaskan bahawa pada masa kini, sisa WLP akan disimpan di dalam *Permanent Disposable Facility* (PDF) yang sedang dibina.
17. Melalui lawatan kerja yang dijalankan, Jawatankuasa telah dimaklumkan bahawa terdapat kajian yang telah dijalankan oleh pihak Lynas bersama Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI), Lembaga Kenaf dan Tembakau Malaysia (LKTN), Penasihat Padi Kerajaan (PPK) dan petani berkenaan penyelidikan CondiSoil.
18. Jawatankuasa telah mengadakan sesi lawatan ke fasiliti-fasiliti yang terdapat di dalam LAMP selepas selesai sesi taklimat daripada pihak Lynas Malaysia.

19. Antara kawasan yang dilawati ialah kawasan penyimpanan sisa WLP yang dihasilkan semasa pemprosesan bahan mentah pekatan lantanida. Berdasarkan pemerhatian, sisa WLP yang dihasilkan ditutup dengan menggunakan HDPE Liner.
20. Selain itu, Jawatankuasa juga turut ditunjukkan bahan mentah lantanida yang diimport daripada negara Australia.
21. Pihak Lynas menjelaskan bahawa terdapat dua daripada empat sel PDF yang telah siap dibina, di mana setiap sel mampu menampung sebanyak 400,000 tan sisa WLP. Oleh demikian, PDF yang dibina mampu menampung jumlah keseluruhan, 1,600,000 tan sisa WLP. Sehingga kini, jumlah WLP yang terkumpul ialah 1,200,000 tan. Pihak Lynas memaklumkan bahawa jika PDF yang dibina telah dipenuhi, masih terdapat tanah untuk membina PDF yang baharu.
22. Pihak Lynas menjelaskan bahawa kemudahan PDF dan infrastruktur yang dibina untuk mengangkut WLP dengan menggunakan lori ke PDF yang telah mematuhi standard IAEA. Selain itu, terdapat bengkel penyelenggaraan dan makmal untuk menjalankan kerja baik pulih dan analisis makmal. Selain itu, terdapat fasiliti yang menyimpan produk yang telah siap. Produk yang telah siap akan dihantar kepada pelanggan melalui penghantaran laut di Pelabuhan Kuantan.

PENUTUP

Secara keseluruhannya, lawatan kerja ke Lynas Malaysia, Kuantan, Pahang telah berlangsung dengan lancar dan baik. Hasil lawatan kerja ini telah meningkatkan pemahaman Ahli-Ahli Jawatankuasa ini berkenaan pengurusan unsur nadir bumi yang dijalankan di Lynas Malaysia dan dapat menilai tahap pematuhan terhadap *Best Management Practices* dijalankan di Lynas Malaysia. Selain itu, isu-isu yang dibangkitkan oleh Lynas Malaysia dapat dikenal pasti dan penelitian terhadap pengurusan unsur nadir bumi dari perspektif berbeza untuk dibangunkan di Malaysia dapat diperhalusi.

BAHAGIAN V

PENELITIAN DAN SYOR JAWATANKUASA

Setelah mengkaji dan meneliti isu-isu yang dibangkitkan semasa mesyuarat-mesyuarat tersebut dan lawatan kerja yang telah dijalankan, Jawatankuasa bersetuju mengemukakan rumusan dan syor-syor seperti yang berikut:

I. TAKLIMAT MENGENAI PENGURUSAN SISA LYNAS

A. JABATAN ALAM SEKITAR

1. Jawatankuasa mengambil maklum isu-isu yang diketengahkan semasa taklimat dan perbincangan dijalankan seperti berikut:
 - i. Produk akhir Lynas menghasilkan produk *Lanthanide* dalam bentuk serbuk dan sisa buangan yang sangat banyak iaitu NUF berjumlah 591,300 metrik tan setahun, WLP berjumlah 201,480 metrik tan setahun dan air buangan berjumlah 4,854,580 metrik tan setahun.
 - ii. Pemantauan kualiti air tanah dari premis Lynas berada dalam kategori sederhana dan baik bagi indeks kualiti air tanah iaitu dalam julat 48.77 dan 74.
 - iii. Hasil daripada pemantauan JAS mendapati status terkini projek Lynas adalah mematuhi perundangan Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974.
 - iv. Lynas pernah mengemukakan cadangan untuk menjadikan NUF sebagai *bioremediation* (perapi tanah) kerana kandungan *gypsum*. Namun tiada cadangan yang kukuh dikemukakan oleh pihak Lynas.
 - v. Lynas perlu mengemukakan dokumen dan bukti bahawa produk yang terhasil tidak mempunyai *leachability of toxicity* daripada sisa buangan terjadual tersebut.
 - vi. JAS hanya meluluskan NUF untuk digunakan sebagai bahan tambahan di dalam simen, dan tidak bagi kegunaan pertanian (perapi tanah) dan bahan turapan.
 - vii. NUF tidak boleh dikeluarkan daripada status sisa buangan terjadual. Namun di bawah Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005, Peraturan Tujuh iaitu Permohonan Bagi Pengurusan Khas Buangan Terjadual, konsep kitaran ekonomi digunakan di mana sisa yang terhasil dalam kategori buangan terjadual boleh dikomersialkan, namun perlu penggunaan dan kajian yang telah dijalankan di luar negara perlu dikemukakan bukti.

B. JABATAN KIMIA

2. Jawatankuasa mengambil maklum isu-isu yang diketengahkan semasa taklimat dan perbincangan dijalankan seperti berikut:
 - i. Analisis kualiti air dijalankan bagi kandungan logam berat untuk sampel Sungai Balok dari tahun 2014 hingga 2023 dan semua laporan telah diserahkan kepada JAS. Manakala analisis torium tidak dijalankan oleh Jabatan Kimia.
 - ii. Terdapat 10 jenis logam berat yang telah dianalisis iaitu arsenik, kadmium, kolbalt, kromium, molibdenum, nikel, plumbum, selenium, zink dan raksa. Walau bagaimanapun, tanah ini tidak boleh dikategorikan sama ada tercemar atau tidak kerana tiada standard kebangsaan yang boleh dijadikan rujukan untuk mengkategorikan status tanah tersebut.
 - iii. Tiada piawaian kebangsaan bagi mengkategorikan status pencemaran tanah.
3. **Jawatankuasa mengesyorkan untuk diwujudkan piawaian kebangsaan bagi mengkategorikan status pencemaran tanah.**

II. TAKLIMAT MENGENAI PENYELIDIKAN DAN PENGKOMERSIALAN WATER LEACHED PURIFICATION (WLP) DAN NEUTRALISATION UNDERFLOW (NUF)

C. INSTITUT PENYELIDIKAN DAN KEMAJUAN PERTANIAN MALAYSIA

4. Jawatankuasa mengambil maklum isu-isu yang diketengahkan semasa taklimat dan perbincangan dijalankan seperti berikut:
 - i. CondiSoil disediakan oleh pihak Lynas dan dibekalkan kepada MARDI untuk menjalankan kajian yang dikehendaki tetapi pencampuran CondiSoil tidak dibenarkan dijalankan di MARDI.
 - ii. Terdapat kebimbangan jika ada unsur-unsur lain yang dihantar kepada MARDI sekiranya bahan CondiSoil disediakan oleh Lynas
 - iii. Lynas terikat dengan syarat yang diberikan oleh JAS bahawa campuran NUF, WLP dan *organic filler* yang dihasilkan tidak boleh dibawa keluar ke lapangan dan semua pencampuran dilakukan mengikut nisbah yang telah diformulasikan perlu dilakukan di Lynas dan di kawasan yang ditentukan oleh JAS.

- iv. MARDI akan menjalankan analisis sifat fizikal dan kimia terlebih dahulu bagi memastikan setiap produk yang akan dinilai di lapangan termasuk CondiSoil bagi memastikan produk tersebut mempunyai nilai yang boleh diterima (*acceptable value*) sebagai perapi tanah untuk mengelakkan konflik berkepentingan pihak yang terlibat.
- v. Sekiranya CondiSoil ingin digunakan sebagai baja, proses tersebut akan mengambil masa kerana kajian lanjut perlu dijalankan dan perlu melalui proses pendaftaran produk baja di Jabatan Pertanian. Namun, sekiranya CondiSoil digunakan sebagai perapi tanah, ia tidak tertakluk kepada syarat pendaftaran produk baja di Jabatan Pertanian.
- vi. Secara keseluruhannya, kajian mendapati penggunaan CondiSoil telah menunjukkan kesan yang baik kepada peningkatan kualiti tanah dan tumbuhan, namun tidak berdaya maju dari segi ekonomi kerana kos pengeluaran yang tinggi berbanding amalan biasa.

D. UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

- 5. Jawatankuasa mengambil maklum isu-isu yang diketengahkan semasa taklimat dan perbincangan dijalankan seperti berikut:
 - i. Terdapat cadangan bagi mengkomersialkan NUF kepada *non-food crop* seperti getah, kelapa sawit, dan juga pokok-pokok landskap.
 - ii. Berdasarkan penyelidikan dan data saintifik yang dijalankan oleh MARDI, UPM dan UKM mendapati NUF tiada kesan buruk kepada alam sekitar dan pertanian
 - iii. NUF merupakan alternatif kepada pengganti baja kieserite berdasarkan kajian UPM. Kieserite boleh diperoleh daripada negara Jerman dengan harga dan kualiti yang tinggi, namun boleh juga didapati daripada negara China pada harga dan kualiti yang lebih rendah.
 - iv. Perbandingan NUF dan GML adalah tidak sesuai kerana GML hanya terdiri daripada kalsium dan magnesium, manakala NUF mengandungi kalsium, magnesium dan sulfur.
 - v. CondiSoil merupakan bahan perapi yang digunakan untuk merawat tanah BRIS yang bermasalah di Malaysia yang digunakan di peringkat persediaan tanah. Manakala baja NPK perlu digunakan sebagai amalan biasa untuk penanaman.
 - vi. Pasca selepas pandemik menunjukkan import pertanian telah meningkat. Oleh demikian, jika kajian yang dijalankan oleh pihak UPM boleh disahkan (*legalise*), kos import pertanian boleh dikurangkan.

- vii. Isu kemampanan yang sedang dihadapi oleh negara terutamanya di Eropah dan Amerika Syarikat, terdapat keperluan bagi verifikasi daripada pihak ketiga dan liabiliti bagi mengelakkan wujud isu lain di kemudian hari, sebagai contoh ia dapat dikawal selia melalui akta yang bersesuaian.
- 6. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya NUF digunakan bagi tujuan pertanian berdasarkan kesimpulan kajian yang telah dijalankan mendapati tiada kesan buruk kepada alam sekitar dan terdapat peningkatan bagi hasil tanaman.**
- 7. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya berdasarkan kesimpulan data kajian yang diperolehi adalah sangat penting bagi kerajaan untuk membuat keputusan mengenai penggunaan NUF.**

E. UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA

- 8. Jawatankuasa mengambil maklum isu-isu yang diketengahkan semasa taklimat dan perbincangan dijalankan seperti berikut:
 - i. Kajian dijalankan pada tahun 2016 hingga 2018, namun telah diarahkan untuk menghentikan kajian. Satu jawatankuasa khas bagi menilai pengurusan residu telah ditubuhkan pada tahun 2022 bagi meninjau kawasan kajian terdahulu.
 - ii. Tinjauan semula mendapati kawasan kajian yang telah ditinggalkan selama tiga tahun pada asalnya ialah kawasan tanah BRIS telah menjadi subur. Kajian ke atas tahap sinaran (radiasi) menunjukkan tiada sebarang penambahan kepada sinaran latar belakang.
 - iii. Kajian penyingkiran torium/ pengekstrakan torium di UKM berada pada peringkat prototaip iaitu pada aras *technology readiness level* (TRL) 5. Seterusnya, bagi peringkat *pilot plant* dan pengkomersialan dana yang besar memerlukan penglibatan daripada pihak industri.
 - iv. Agensi Nuklear Malaysia telah menjalankan *pilot plant* untuk mengekstrak torium daripada *monazite*.
 - v. Kajian berkenaan WLP yang dijalankan oleh UKM dan mendapati tahap kepekatan keradioaktifan berjaya dikurangkan di bawah 1 Bq/g dan pengekstrakan torium.
 - vi. Aktiviti yang dijalankan oleh Kilang Amang di Perak yang mengeluarkan sisa radioaktif yang lebih tinggi berbanding kandungan radioaktif di dalam WLP yang jauh lebih rendah namun tidak pernah menyebabkan sebarang kemalangan radiologi.

III. TAKLIMAT MENGENAI PERMIT YANG DIKELUARKAN KEPADA LYNAS MALAYSIA DAN ISU-ISU BERBANGKIT

F. YB SENATOR PUAN HAJAH FUZIAH BINTI SALLEH

9. Jawatankuasa mengambil maklum isu-isu yang diketengahkan semasa taklimat dan perbincangan dijalankan seperti berikut:
 - i. Naratif Lynas sering dikaitkan dengan radiasi, namun pada pandangan beliau pengurusan sisa Lynas merupakan isu utama, iaitu WLP dari kilang Lynas yang mempunyai jangka hayat selama 14 bilion tahun.
 - ii. Beliau mengutarakan kebimbangan terhadap syarat yang dikemukakan oleh Kerajaan Perpaduan yang membenarkan Lynas terus beroperasi sehingga Mac 2026.
 - iii. Kontrak Lynas telah dipanjangkan sehingga tahun 2026, terdapat kebimbangan PDF yang telah dibina tidak dapat menampung jumlah WLP yang akan dihasilkan.
 - iv. Terdapat implikasi daripada syarat yang dikenakan pada tahun 2019 iaitu penghasilan sisa di Malaysia akan dapat dihentikan. Tiada lagi sisa radioaktif yang akan dihasilkan.
 - v. Risiko yang dibawa oleh Lynas adalah lebih tinggi berbanding faedah yang akan diterima dan terdapat kekhuatiran tentang masa depan generasi dan persekitaran akan datang.
 - vi. Pengekstrakan torium masih berada di peringkat makmal dan tiada bukti menunjukkan pengekstrakan torium boleh dilaksanakan pada skala yang besar.
10. Jawatankuasa mengutarakan pandangan sekiranya kilang pemprosesan untuk mengekstrak torium dan fosfat dibina, terdapat kekhuatiran jika timbunan WLP sedia ada tidak mencukupi.
11. **Jawatankuasa mengesyorkan kajian kebolehlaksanaan dijalankan bagi memastikan kilang pemprosesan yang dibina berdaya maju.**
12. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya fasiliti bagi pengurusan sisa radioaktif perlu diwujudkan oleh pengeluar seperti peruntukkan dalam Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984 (Akta 304) dan lain-lain akta yang berkaitan.**
13. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya kepakaran berkenaan nadir bumi di Lynas digunakan sebagai persiapan bagi industri nadir bumi di Malaysia.**

14. **Jawatankuasa mengesyorkan supaya penyelesaian bagi pengurusan sisa Lynas dipertimbangkan berdasarkan kajian saintifik yang telah dijalankan, memandangkan sisa Lynas akan terus meningkat setelah lesen Lynas terus disambung sehingga 2026.**
15. **Jawatankuasa mengesyorkan pemantauan berterusan dijalankan oleh Kerajaan terhadap Lynas bagi memastikan syarat-syarat perlesenan dipatuhi.**

BAHAGIAN VI

PENGHARGAAN

1. Jawatankuasa merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang terlibat yang telah memberikan kerjasama dengan mengemukakan pandangan serta cadangan yang berkaitan mengenai Pengurusan Sisa Lynas Malaysia.
2. Sekalung penghargaan kepada Ahli-Ahli Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan bagi meneliti mengenai Pengurusan Sisa Lynas Malaysia.
3. Selain itu, Jawatankuasa ini merakamkan penghargaan kepada Kementerian, agensi dan pakar-pakar daripada Institusi Pengajian Tinggi seperti berikut:
 - i. Parlimen Malaysia;
 - ii. Kementerian Peralihan Tenaga dan Transformasi Air;
 - iii. Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam;
 - iv. Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi;
 - v. Kementerian Perladangan dan Komoditi;
 - vi. Jabatan Alam Sekitar;
 - vii. Jabatan Kimia Malaysia;
 - viii. Jabatan Tenaga Atom;
 - ix. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia;
 - x. Lynas Malaysia;
 - xi. Universiti Putra Malaysia; dan
 - xii. Universiti Kebangsaan Malaysia.

atas sumbangan yang diberikan untuk memastikan fungsi dan peranan Jawatankuasa ini dilaksanakan berlandaskan kepada terma rujukan selaras dengan tujuan penubuhannya serta sumbangan demi menjayakan usaha Jawatankuasa ini untuk mendapatkan pandangan berkenaan Pengurusan Sisa Lynas Malaysia.

4. Penghargaan kepada Yang Berhormat Senator Hajah Fuziah binti Salleh yang telah memberi taklimat dan pandangan berkenaan Pengurusan Sisa Lynas Malaysia.
5. Selain itu, penghargaan turut diberikan kepada pihak Lynas Malaysia yang memberikan kerjasama semasa Lawatan Kerja ke Lynas Malaysia dijalankan.

LAMPIRAN MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN
PENGURUSAN SISA LYNAS MALAYSIA

NO	LAMPIRAN	DRAF KERJA	MUKA SURAT
1	Lampiran A	Pembentangan Pengurusan Sisa Lynas Malaysia oleh Jabatan Alam Sekitar	1
2	Lampiran B	Pembentangan Pengurusan Sisa Lynas: Peranan Kimia Malaysia oleh Jabatan Kimia Malaysia	11
3	Lampiran C	Pembentangan Penilaian <i>CondiSoil</i> Sebagai Bahan Perapi Tanah (Penggunaan <i>Water Leached Purification & Neutralization Underflow</i> - Bahan Sampingan Lynas Malaysia oleh Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia	19
4	Lampiran D	Ringkasan Eksekutif Penilaian <i>CondiSoil</i> di Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia	33
5	Lampiran E	Pembentangan Penggunaan NUF Sebagai Baja Untuk Tanaman Kelapa Sawit dan Getah di Malaysia oleh Universiti Putra Malaysia	37
6	Lampiran F	Kertas Kajian <i>The Physico-Chemical and Mineralogical Characterization of Mg-Rich Synthetic Gypsum Produced in a Rare Earth Refining Plant</i> oleh Universiti Putra Malaysia	49
7	Lampiran G	Kertas Kajian <i>Impact of Mg Rich Synthetic Gypsum Application on the Environment and Palm Oil Quality</i> oleh Universiti Putra Malaysia	63
8	Lampiran H	Kertas Kajian <i>Utilization of Magnesium-Rich Synthetic Gypsum as Magnesium Fertilizer for Oil Palm Grown on Acidic Soil</i> oleh Universiti Putra Malaysia	73
9	Lampiran I	Pembentangan Penyelidikan & Pengkomersialan Sisa <i>Water Leached Purification & Neutralization Underflow</i> oleh Universiti Kebangsaan Malaysia	91
10	Lampiran J	Pembentangan <i>Safety of Lynas Advanced Material Plant</i> oleh YB Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh (Mantan Ahli Parlimen Kuantan)	103
11	Lampiran K	Pembentangan <i>Lynas Advanced Materials Plant</i> oleh Lynas Malaysia	113



KEMENTERIAN
SUMBER ASLI, ALAM SEKITAR
DAN PERUBAHAN IKLIM

Taklimat Kepada

Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan
Mengenai

Pengurusan Sisa Lynas Malaysia

Puan Mashitah Binti Darus
Timbalan Ketua Pengarah (Pembangunan)
Jabatan Alam Sekitar
Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim

25 Oktober 2023



KANDUNGAN TAKLIMAT

- 01 LATARBELAKANG LYNAS
- 02 PENGURUSAN SISA
- 03 PROGRAM PENGAWASAN JAS
- 04 PENGUATKUASAAN JAS
- 05 PENUTUP

01

LATARBELAKANG LYNAS



PEMBINAAN KILANG LYNAS ADVANCED MATERIAL PLANT (LAMP) YANG BERKAITAN AKTA KUALITI ALAM SEKELILING, 1974 (Akta 127)

A. PERINTAH KUALITI ALAM SEKELILING (AKTIVITI YANG DITETAPKAN) (PENILAIAN KESAN KEPADA ALAM SEKELILING, 1987

B. SEKSYEN 34A: LAPORAN MENGENAI KESAN KEPADA ALAM SEKELILING AKIBAT AKTIVITI YANG DITETAPKAN

C. PERATURAN-PERATURAN DI BAWAH AKTA 127

Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual), 2005

Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian), 2009

Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Kumbahan), 2009

Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Udara Bersih), 2014

01

LATARBELAKANG LYNAS



KELULUSAN EIA



- Kelulusan Laporan EIA pada 15 Februari 2008
- 78 Syarat Pematuhan

- Lot PT 8249 & PT 13637 di Kawasan Perindustrian Gebeng (Fasa III), Pahang
- Keluasan 100 Ekar

LOKASI



KAPASITI

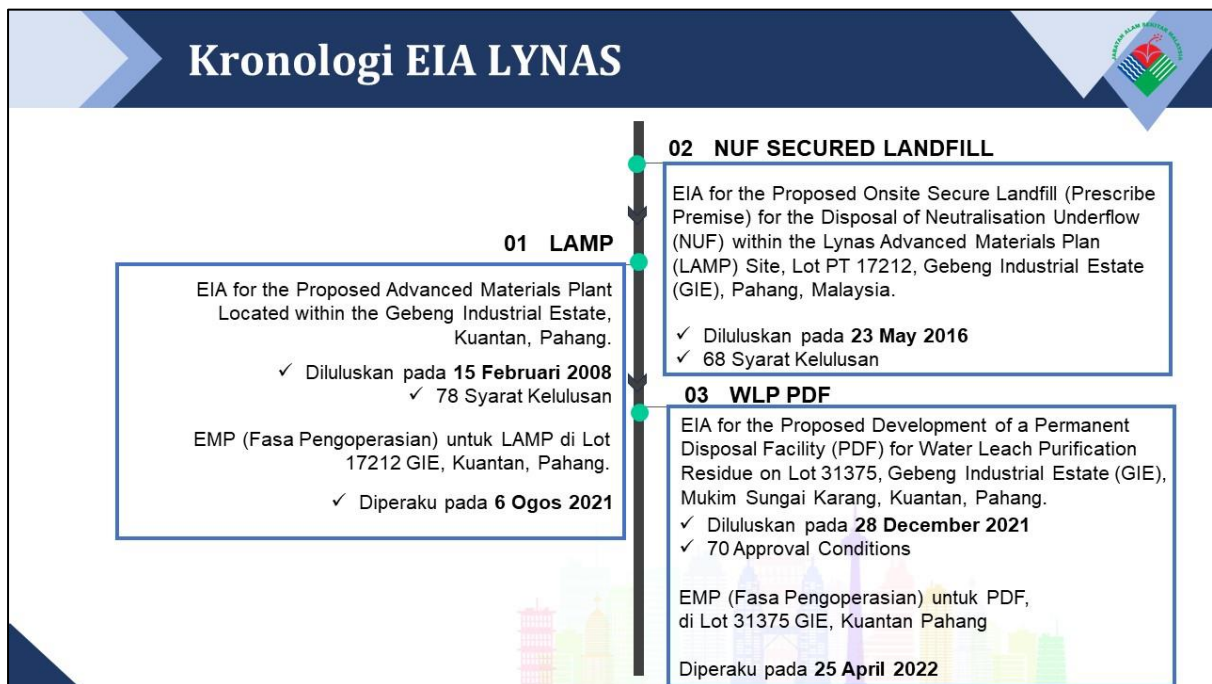


Kapasiti Pemprosesan – 88,000 Tan/Tahun
Kapasiti Pengeluaran Produk-22,500 Ta/Tahun

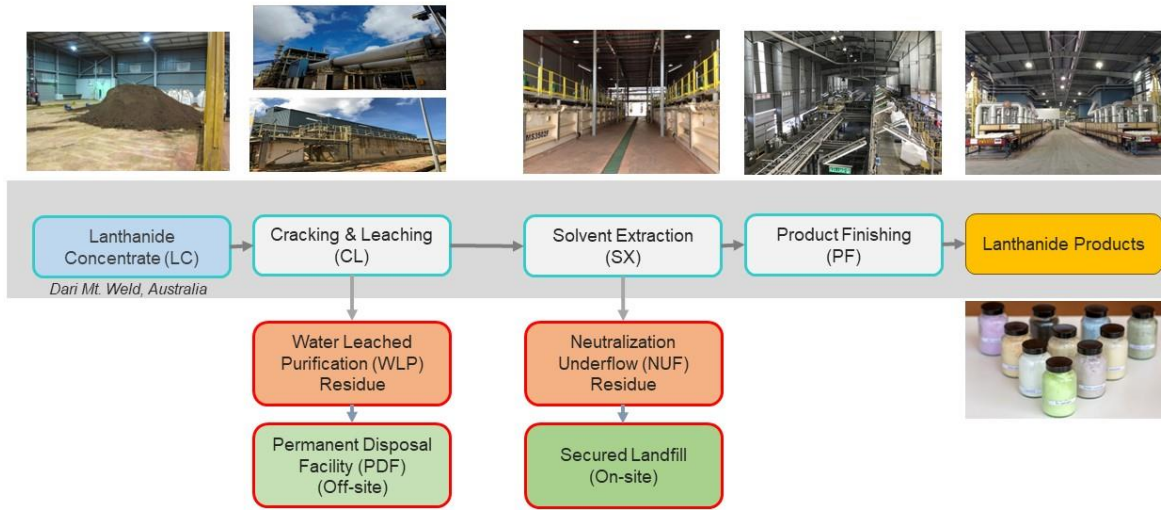
- Lanthanide Concentrate (dari bijih Lanthanide)
- Punca: Mt. Weld Australia

BAHAN MENTAH



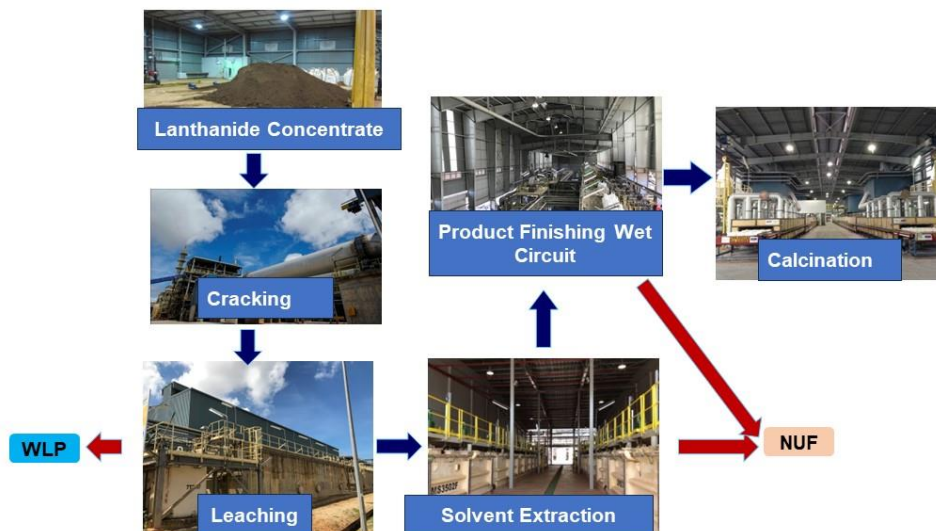


Carta Alir Proses Produk di Lynas



7

Carta Alir Proses Produk di Lynas





Punca Utama (Sisa Dari Proses)

- *water Leach Purification (WLP) solids from the Cracking & Separation Plant;*
- *Flue Gas Desulphurisation (FGD) solid from waste gases treatment system; and*
- *Neutralization Underflow (NUF) solids from the High Density Sludge (HDS) system which is the pre-treatment system of liquid waste streams arising from the Cracking & Separation Plant*

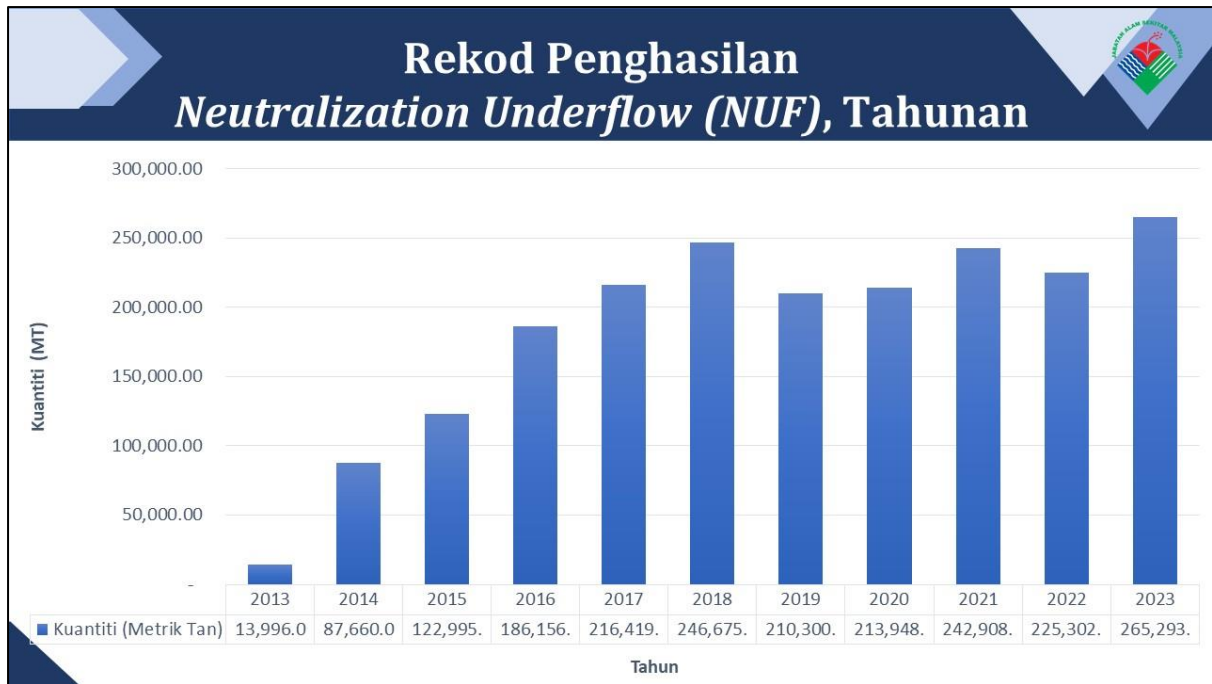
Punca Lain

- *Filter cloths from the filter presses within the Cracking & Separation Plant;*
- *Scale from neutralisation tanks and clarifiers;*
- *Scale from process piping and vessels that handle lanthanide sulphate solution;*
- *Waste refractory from kiln maintenance;*
- *Filter cloths from the concentrate, NUF and WLP filtration processes;*
- *Sludge from the Wastewater Treatment Plant.*

Anggaran Penghasilan Sisa Buangan Lynas



Buangan	Jumlah Sisa Sepanjang Operasi
Neutralised Underflow (NUF) Residue (BT SW205)	591,300 MT/yr
Water Leach Purification (WLP) Residue (Sisa R/Aktif)	201,480 MT/yr
Treated industrial effluent (from IETS)	4,854,580 MT/yr



Rekod Pengawasan Kualiti Air Sungai



Kualiti Pengawasan Air Sungai Balok/Sungai Tunggak 2022

NAMA STESEN	DO mg/l	DO %	BOD mg/l	COD mg/l	NH ₃ - N mg/l	pH	SS mg/l	FE mg/l	AL mg/l	WQI %	KELAS
Sg. Tunggak	4.02	50.97	3.02	26.87	5.86	7.37	28.03	3.45	0.72	75.42	3
Sg. Balok (lynas)	3.13	43.93	6.88	63.68	0.05	7.22	49.00	0.15	0.14	68.44	3.00
Sg Balok	2.83	36.36	1.94	36.18	1.25	7.01	26.33	2.96	1.27	54.96	3.00
Sg. Balok (Air Surut)	2.89	37.90	1.82	37.08	1.94	7.07	29.00	2.39	0.88	62.83	3.00
Sg. Balok (Air Pasang)	5.27	77.75	1.99	50.17	1.09	7.75	25.46	1.31	0.60	74.45	3.00

Rekod Pengawasan Kualiti Udara



Trend Bacaan IPU Terkini



Rekod Pengawasan Kualiti Air Tanah



Data Kualiti Air Tanah

04 TINDAKAN PENGUATKUASAAN JAS (2012-2023)



BIL	TINDAKAN PENGUATKUASAAN	PPKAS (BUANGAN TERJADUAL) 2005	PPKAS (EFLUEN PERINDUSTRIAN) 2009	PPKAS (UDARA BERSIH) 2014
1.	TINDAKAN MAHKAMAH	0	6	0
2.	KOMPAUN	4	11	3 *PPKAS (UB) 1978
3.	NOTIS ARAHAN SEK 31 & 37	46		

BILANGAN PEMERIKSAAN	PATUH	TIDAK PATUH		
		PPKAS (BUANGAN TERJADUAL) 2005	PPKAS (EFLUEN PERINDUSTRIAN) 2009	PPKAS (UDARA BERSIH) 2014
75	54	5	14	2



" Secara keseluruhan dari pemantauan JAS , status terkini projek Lynas adalah mematuhi perundangan Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 "

**Sekian
Terima Kasih**



KEMENTERIAN
SUMBER ASLI, ALAM SEKITAR
DAN PERUBAHAN IKLIM



TAKLIMAT PENGURUSAN SISA LYNAS: PERANAN KIMIA MALAYSIA



a 

www.kimia.gov.mv



adalah untuk menyediakan khidmat analisis, penyasatan dan perundingan dalam bidang saintifik kepada agensi Kerajaan dan pihak swasta.

Menguatkuasakan undang-undang, ketenteraman, keselamatan dan kesihatan awam serta perlindungan hak pengguna demi kesejahteraan hidup rakyat.

Mengklasifikasikan produk-produk mengikut Tarif Kastam untuk pemungutan hasil negara.



Mengeluarkan laporan analisis produk bagi maksud perdagangan antarabangsa.

Menjamin keadilan dalam prosiding
jenayah dan sivil.



AKREDITASI MAKMAL



SAMM MS ISO/IEC 17025:2017

Skim Akreditasi Makmal Malaysia (SAMM MS ISO 17025:2017)



ANAB ISO/IEC 17025:2017

The ANSI National Accreditation Board (ANAB)



OHS MS ISO 45001:2018

Occupational Health and Safety (OH&S) Management System



ISMS ISO/IEC 27001:2013

Information Security Management System (ISMS)



MyPTP MS ISO 17043:2010

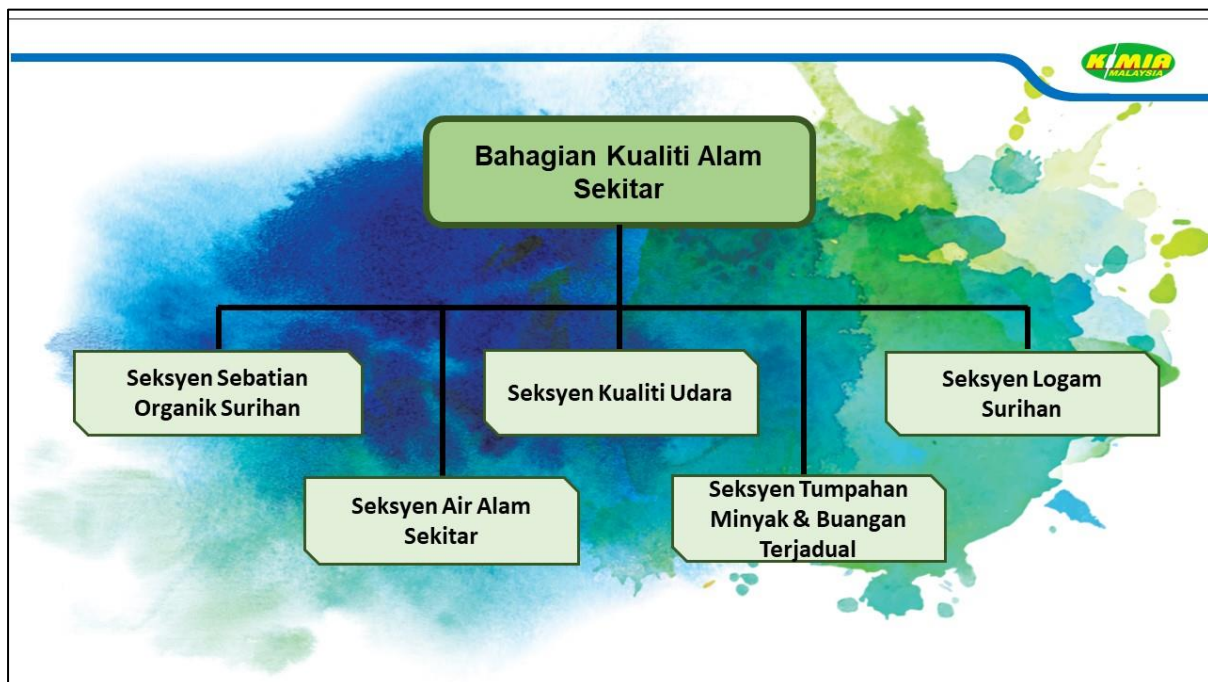
Malaysia Proficiency Testing Provider Accreditation Scheme (MyPTP)



BCMS ISO 22301:2019

Business Continuity Management System (BCMS)

3



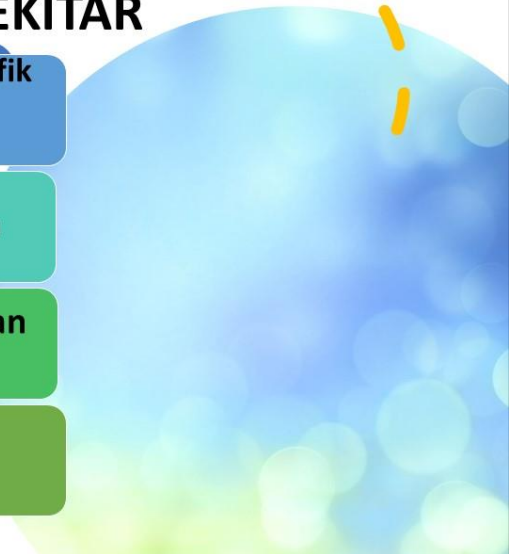
FUNGSI DAN PERANAN BAHAGIAN KUALITI ALAM SEKITAR

Memberi perkhidmatan analisis saintifik
untuk tujuan penguatkuasaan dan
pemantauan sampel alam sekitar

Menjadi saksi pakar di mahkamah

Menjalinkan kerjasama dengan rakan
kongsi strategik

Menyediakan perkhidmatan
perundingan pakar



PELANGGAN

Suruhanjaya
Perkhidmatan Air
Negara (SPAN)

Jabatan Alam
Sekitar (JAS)

Jabatan
Meteorologi
Malaysia (MET)

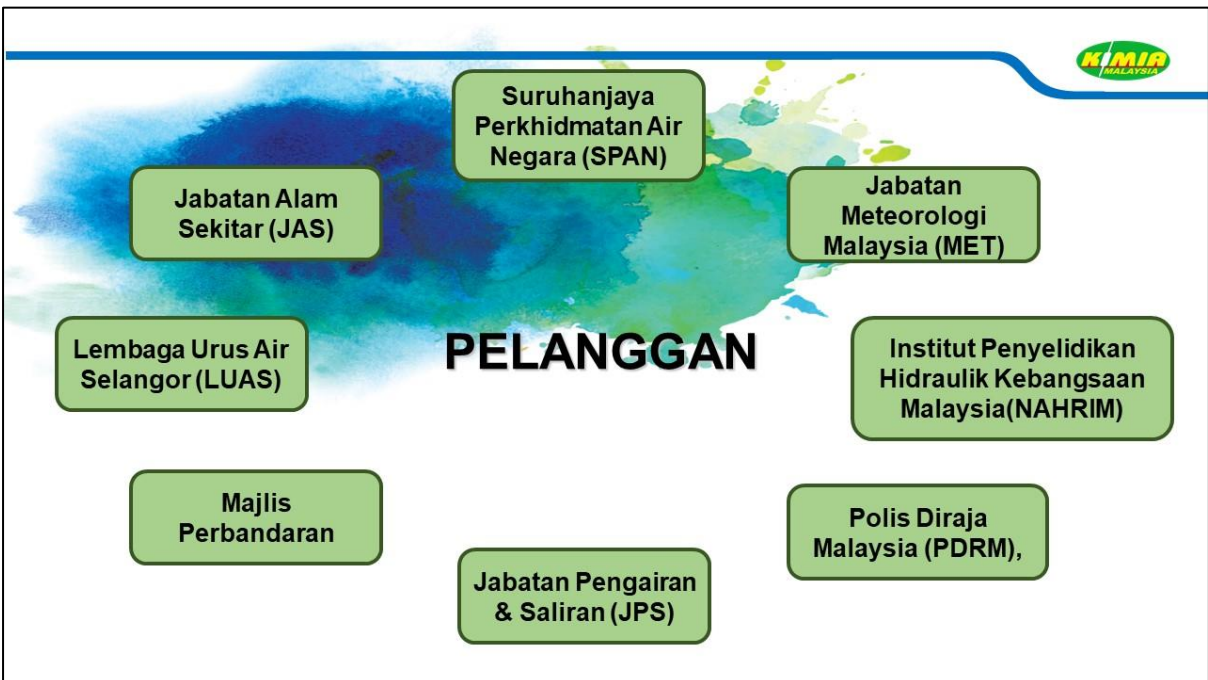
Lembaga Urus Air
Selangor (LUAS)

Institut Penyelidikan
Hidraulik Kebangsaan
Malaysia (NAHRIM)

Majlis
Perbandaran

Polis Diraja
Malaysia (PDRM),

Jabatan Pengairan
& Saliran (JPS)



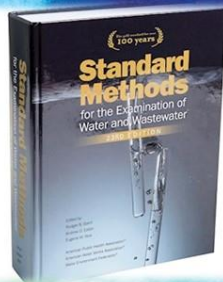
PROGRAM ANALISIS SAINTIFIK

Kes/Sampel

- Penguatkuasaan (formal)
- Pengawasan (informal)

Kaedah Analisis

- APHA Methods
- EPA Methods
- ASTM Standard Methods
- Modified Standard Methods (In-house Methods)



EPA

TEST METHOD



PENGURUSAN PENERIMAAN KES/SAMPEL

Penerimaan sampel ikut jenis premis, didaftarkan dan resit dikeluarkan
(Maklumat kilang tidak dinyatakan)

Analisis

Laporan Kimia

Pemungutan laporan dan sampel

Memberi keterangan pakar di mahkamah

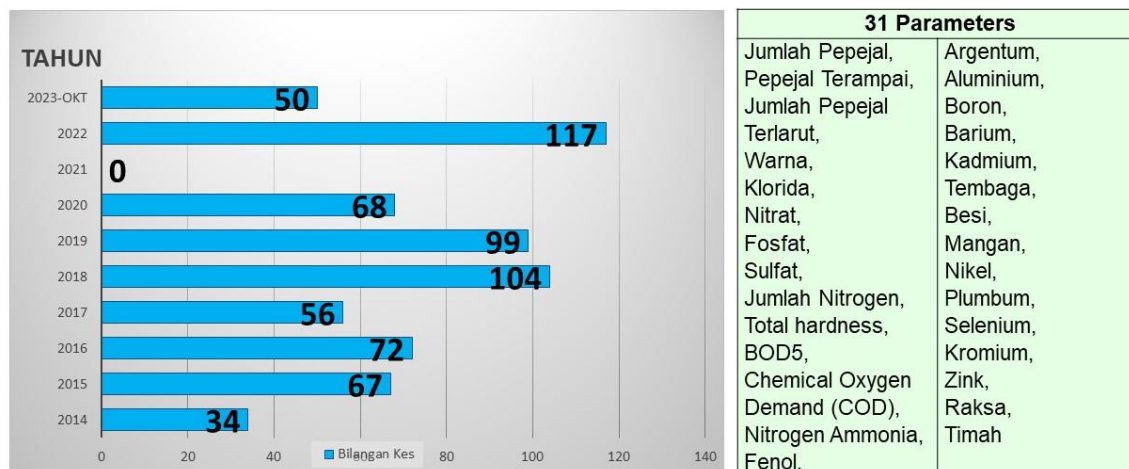
JENIS SAMPEL YANG DITERIMA



ISU & PERKARA BERBANGKIT

- 1) Kimia Malaysia menerima kes/sampel penguatkuasaan dan pemantauan **Kawasan Perindustrian Gebeng, Pahang** daripada pihak JAS tetapi maklumat kilang di mana sampel tersebut diambil tidak dinyatakan didalam borang permohonan analisis.
- 2) Jenis **sampel-sampel pemantauan** dari daerah tersebut adalah dari:
 - i) Air Sungai Balok
 - ii) Air Bawah Tanah
- 3) Keputusan analisis kimia diserahkan kepada JAS.

BILANGAN KES AIR SUNGAI BALOK YANG DITERIMA OLEH KIMIA IBUPEJABAT DARI TAHUN 2014-2023



31 Parameters	
Jumlah Pepejal, Pepejal Terampai, Jumlah Pepejal Terlarut, Warna, Klorida, Nitrat, Fosfat, Sulfat, Jumlah Nitrogen, Total hardness, BOD5, Chemical Oxygen Demand (COD), Nitrogen Ammonia, Fenol,	Argentum, Aluminium, Boron, Barium, Kadmium, Tembaga, Besi, Mangan, Nikel, Plumbum, Selenium, Kromium, Zink, Raksa, Timah

BILANGAN KES AIR BAWAH TANAH YANG DITERIMA OLEH KIMIA PAHANG TAHUN 2013-2023 UNTUK PARAMETER KIMIA DAN MIKROBIOLOGI

PARAMETER MIKROBIOLOGI (Total Coliform dan E-coli)	
TAHUN	JUMLAH KES
2013	24
2014	18
2015	10
2016	14
2017	24
2018	24
2019	24
2020	19
2021	12
2022	24

PARAMETER KIMIA	
TAHUN	JUMLAH KES
2019	4
2020	Tiada sampel
2021	2
2022	4
2023	3

10 Parameter

Pepejal Terampai, BOD5, Klorida, Fosfat, Sulfat, Fluorida, COD, Nitrat Nitrogen, Nitrogen Ammonia, dan Oil & Grease

KAJIAN TAHUN 2020 SAMPEL TANAH

Kajian telah dibuat oleh Kementerian Pertanian dengan kerjasama MARDI dan LYNAS, atas permintaan JAS.

Tujuan: Menguji tahap kandungan 10 logam berat (Arsenik, Kadmium, Kobalt, Kromium, Molibdenum, Nikel, Plumbum, Selenium, Zink, Raksa) dalam tanah yang telah menggunakan sisa LYNAS sebagai baja.

Kajian: Pihak MARDI bagi pihak Kementerian Pertanian telah menghantar 8 sampel tanah ke KIMIA Malaysia Ibu Pejabat untuk dianalisis

Sampel tersebut dianalisis menggunakan kaedah USEPA 200.2 dan peralatan ICP OES. Hasilnya telah dibentangkan dalam satu mesyuarat di Kementerian Pertanian pada 5 Jan 2021.

KEPUTUSAN ANALISIS KIMIA MALAYSIA BAGI SAMPEL TANAH

- ND =Not Detected ; Method Detection Limit is not established

- **Sampel Blank** tidak disertakan semasa kajian

Elemen	Tanda Sampel dan Julat kepekatan mg/kg (Method EPA 200.2)								Appendix D: TYPICAL RANGE OF NATURAL OCCURRING METALS CONCENTRATIONS IN SOIL(mg/kg) Contaminated Land Management and Control Guidelines No. 1: Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land (DOE)
	D1 T0	D1 T1	D1 T2	D1 T3	D2 T0	D2 T1	D2 T2	D2 T3	
Arsenic				<1.62					1.1- 43.0
Cadmium				6.91-7.36					0.09 - 11.90
Cobalt				4.92-15.11					3.9-11.90
Chromium				54.24-76.65					0.02-14.40
Molibdenum				<0.48					-
Nickel				0.33-0.60					0.7-28.90
Lead				4.28-5.84					0.18-36.00
Selenium				ND					ND
Zinc				15.77-18.87					6.9-54.3
Mercury				0.0774-0.0956					0.02-0.42
% Moisture				29.6-31.4					

Siaran Media (4 Disember 2018) Keputusan Kementerian Berdasarkan Laporan Jawatankuasa eksekutif Penilaian Mengenai Operasi Lynas Advanced Materials plant (Lamp) Di Gebeng, Pahang

*“Neutralization Underflow Residue (NUF) adalah dikategorikan sebagai buangan terjadual (scheduled waste). Pengurusan residu ini dikawal selia oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) menurut Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 di bawah Peraturan 9, **Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005**. Kelulusan sedia ada bagi tempoh penstoran sementara di bawah Peraturan 9 (6) dan Peraturan 9 (7) Peraturan-Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005 adalah sah daripada 1 November 2018 sehingga 15 Februari 2019.”*



SEKIAN, TERIMA KASIH

JABATAN KIMIA MALAYSIA
JALAN SULTAN
46661 PETALING JAYA
SELANGOR
MALAYSIA

No. Telefon : (603) 7985 3000
No. Faks : (603) 7985 3159
E-mel : projkm@kimia.gov.my





LATAR BELAKANG PROJEK

LATAR BELAKANG PROJEK

- MARDI menjalankan kajian keberkesanan penggunaan CondiSoil (campuran NUF, WLP & filler-bahan organik pertanian).
- MARDI tidak pernah menjalankan kajian penggunaan NUF/WLP sebagai aplikasi pertanian.
- Penilaian CondiSoil di MARDI terdiri daripada dua skop utama iaitu penilaian produk untuk kegunaan pertanian dan pemantauan alam sekitar di lapangan. Skop dan ahli projek yang terlibat adalah:



Skop MARDI:

- 1) Menjalankan Kajian Penilaian produk CondiSoil di lapangan dan analisis komponen tanah & tanaman-*Agronomic part*
- 2) Menjalankan Kajian Peningkatan Skala Pengeluaran Jagung Bijian menggunakan CondiSoil & Penilaian potensi hasil pengeluaran dalam skala ekonomi & daya maju produk



Skop UKM:

- 1) Menjalankan Program Pemantauan Alam Sekitar (EMP)
- 2) Menjalankan *Environmental Radioactivity Monitoring Programme* (ERMP)



PENGENALAN

KAJIAN KEBERKESANAN CONDISOIL TERHADAP KESUBURAN TANAH DAN TANAMAN

PENGENALAN

KAJIAN KEBERKESANAN CONDISOIL TERHADAP KESUBURAN TANAH DAN TANAMAN

1

Tempoh Projek :
2015 – 2017 (2 tahun)

2

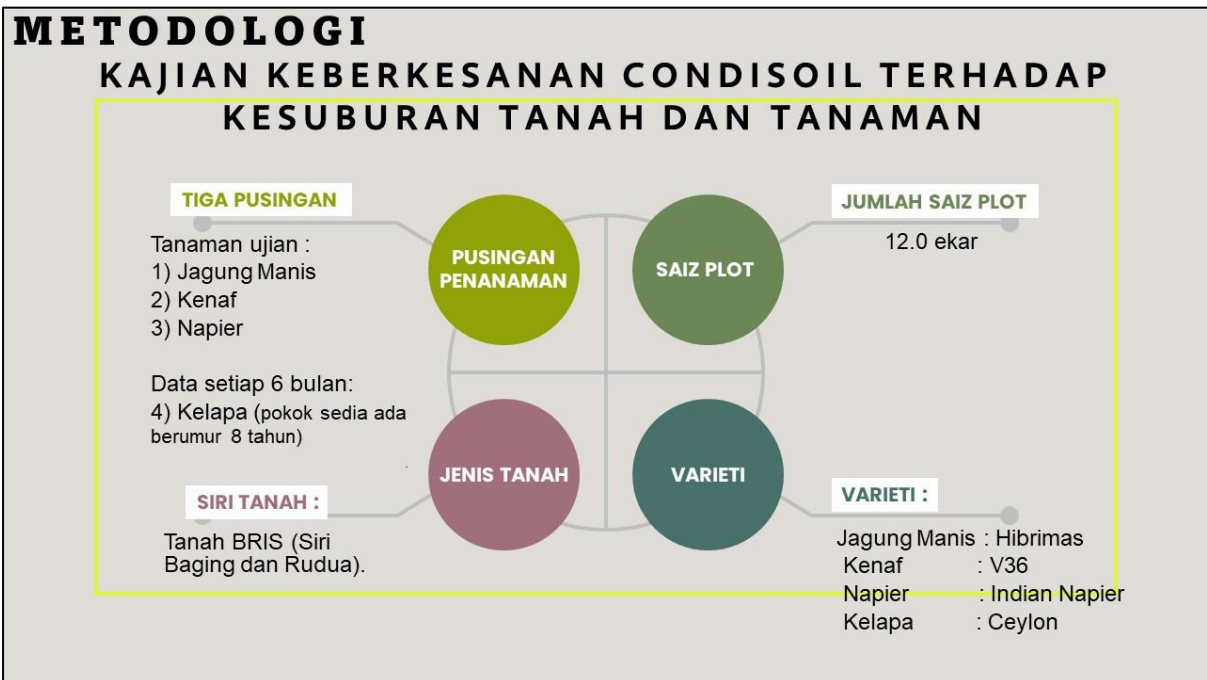
Lokasi Plot Penyelidikan :
Stesen MARDI Cherating, Pahang

3

Keluasan kawasan kajian:
12 ekar

4

Empat jenis tanaman ujian:
1) Jagung manis (1.5 ekar) 3) Napier (1.5 ekar)
2) Kenaf (1.5 ekar) 4) Kelapa (7.5 ekar)



METODOLOGI

KAJIAN KEBERKESANAN CONDISOIL TERHADAP KESUBURAN TANAH DAN TANAMAN

RAWATAN KAJIAN :

a) Jagung manis, Kenaf and Napier:	b) Kelapa :
Rawatan 1: CondiSoil (20 t/ha) + NPK	Rawatan 1: CondiSoil (20 t/ha) + NPK
Rawatan 2: CondiSoil (30 t/ha) + NPK	Rawatan 2: CondiSoil (30 t/ha) + NPK
Rawatan 3: CondiSoil (40 t/ha) + NPK	Rawatan 3: CondiSoil (40 t/ha) + NPK
Rawatan 4: Biochar + NPK	Rawatan 4: Biochar + NPK
Rawatan 5: GML + Tinja ayam + NPK (<i>Normal practice</i>)	Rawatan 5: GML + Tinja ayam + NPK (<i>Normal practice</i>)
Treatment 6: NPK sahaja (<i>Negative Control</i>)	

Rekabentuk kajian :

- ☐ Jagung manis, Kenaf and Napier: RCBD dengan 4 replikasi (Jumlah : 6 rawatan x 4rep = 24 subplots)
- ☐ Kelapa : RCBD dengan 5 replikasi (Jumlah : 5 rawatan x 5rep = 25 subplots)

PARAMETER PENILAIAN TANAH

Analisis Tanah	No	Parameter	Sebelum penanaman	Pertengahan penanaman	Selepas tuai	Metodologi
Kimia Tanah	1	pH	√	√	√	Soil pH/Redox Potential
	2	CEC	√	√	√	Leaching method
	3	Total C	√	√	√	Walkley and Black Method
	4	K	√	√	√	Leaching M/method
	5	Ca	√	√	√	
	6	Mg	√	√	√	
	7	Na	√	√	√	
	8	Al	√	√	√	
	9	B	√	√	√	ICP analysis
	10	Cd	√	√	√	
	11	Cu	√	√	√	
	12	Fe	√	√	√	
	13	Mn	√	√	√	
	14	S	√	√	√	
	15	Zn	√	√	√	
	16	Total N	√	√	√	Kjeldahl method
	17	Avail-P	√	√	√	Bray method
Fizik Tanah	18	Soil water retention capacity	√	-	√	Analysis using method in Soil Physical Laboratory in MARDI Serdang
	19	Bulk density	√	-	√	
	20	Infiltration rate	√	-	√	
	21	Soil porosity	√	-	√	
	22	Particle size analysis	√	-	√	
Mikrob Tanah	24	Microbial analysis	√	-	√	Microbial count analysis

PARAMETER PENILAIAN TANAMAN

Analisis Nutrien Tanaman					
No	Parameter	Sebelum penanaman	Pertengahan	Selepas dituai	Metodologi
1	P	Tiada	Tiada	Ada	ICP analysis
2	K	Tiada	Tiada	Ada	
3	Na	Tiada	Tiada	Ada	
4	Ca	Tiada	Tiada	Ada	
5	Mg	Tiada	Tiada	Ada	
6	Total N	Tiada	Tiada	Ada	Kjeldahl method

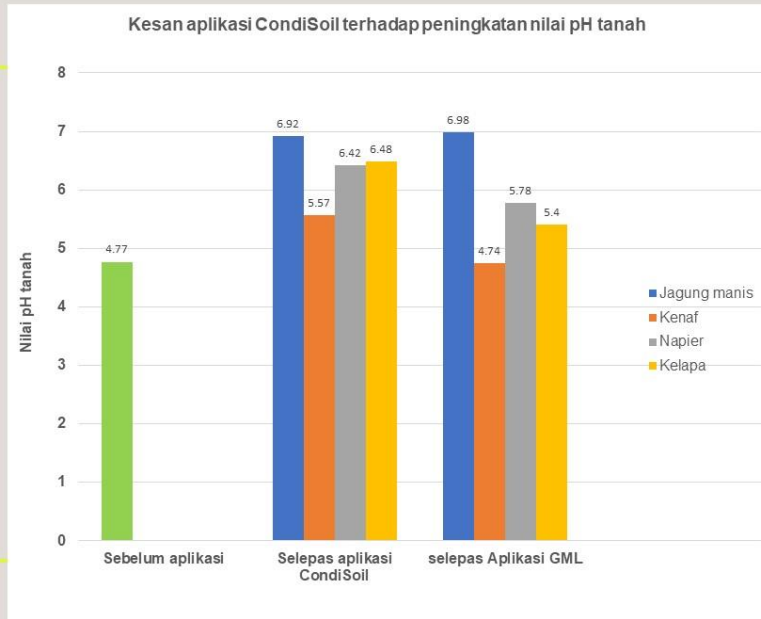
Parameter Fisiologi Pokok	
Parameter	Data
1. <i>Plant height (Ht)</i>	Data direkod di awal penanaman , setiap bulan dan semasa dituai
2. <i>Stem size</i>	
3. <i>Number of leaves</i>	
4. <i>Leaf area (A_L)</i>	
5. <i>Plant biomass (M)-leaf, stem, and root</i>	
6. <i>Total aboveground biomass</i>	
7. <i>Chlorophyll content (CC)</i>	
8. <i>Net photosynthesis rate (A_{net})</i>	
9. <i>Stomatal conductance (G_s)</i>	



KEPUTUSAN KAJIAN

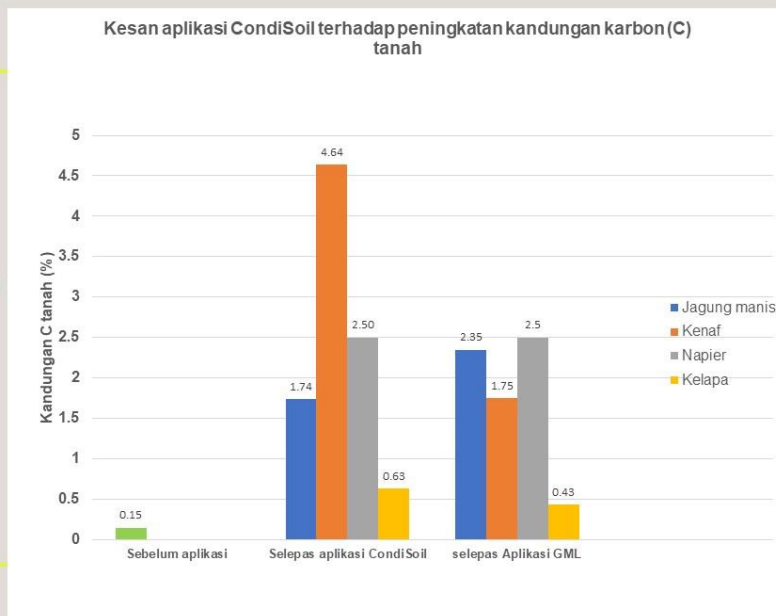
KEPUTUSAN KAJIAN- PENINGKATAN KUALITI TANAH

- Peningkatan nilai pH tanah yang signifikan selepas aplikasi CondiSoil pada kadar 30 t/ha.
- Nilai pH meningkat daripada nilai awal (4.77) kepada nilai optimum (5.5 – 6.5) pada semua plot tanaman ujian.



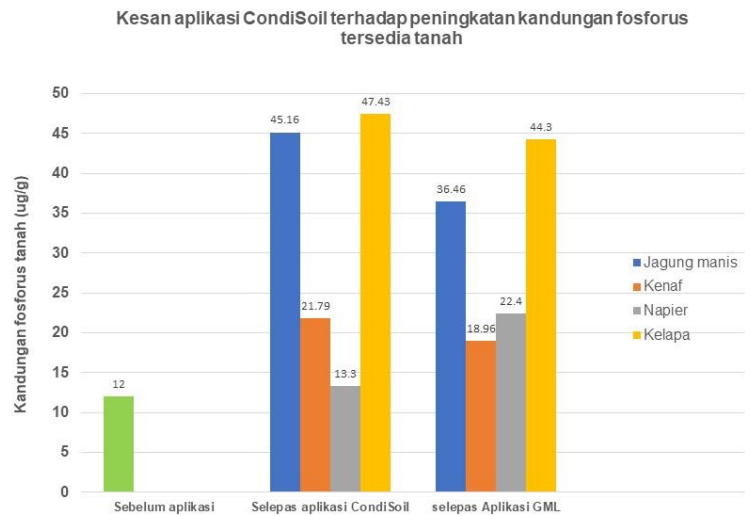
KEPUTUSAN KAJIAN- PENINGKATAN KUALITI TANAH

- Peningkatan kandungan karbon tanah (C) yang signifikan menggunakan CondiSoil pada kadar 20 t/ha.
- Kandungan C meningkat daripada nilai awal (0.15%) kepada nilai optimum (>3%) selepas aplikasi pada plot tanaman kenaf.



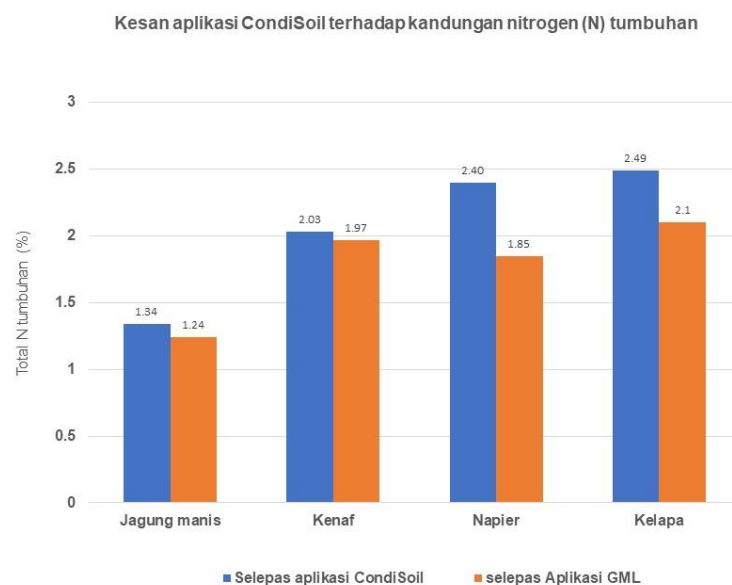
KEPUTUSAN KAJIAN-PENINGKATAN KUALITI TANAH

- Peningkatan kandungan fosforus tersedia tanah (*Available-P*) yang signifikan menggunakan CondiSoil pada kadar 30 t/ha.
- Kandungan fosforus tersedia meningkat daripada nilai awal (12.0 ug/g) kepada nilai optimum (>30 ug/g) selepas aplikasi pada plot jagung manis dan kelapa.



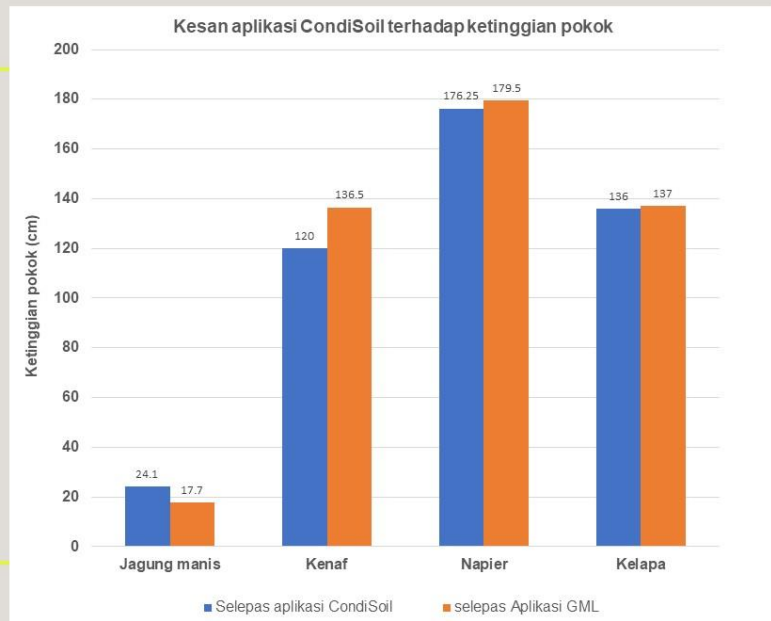
KEPUTUSAN KAJIAN-KANDUNGAN NUTRIEN TUMBUHAN

- Perbezaan yang signifikan bagi kandungan nitrogen (N) tumbuhan selepas penggunaan CondiSoil pada kadar 40 t/ha.



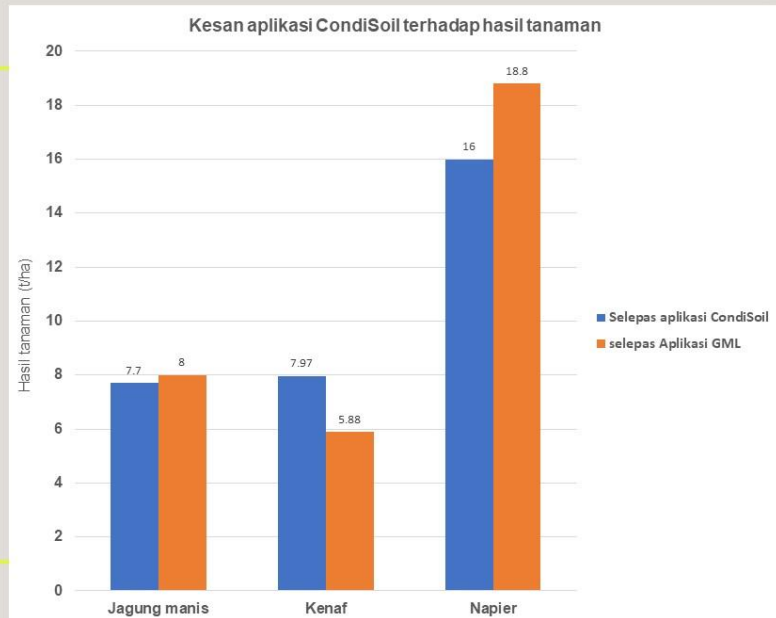
KEPUTUSAN KAJIAN- *PLANT HEIGHT*

- Ketinggian pokok yang setanding dengan amalan biasa selepas penggunaan CondiSoil pada kadar 40 t/ha.



KEPUTUSAN KAJIAN - HASIL TANAMAN

- Hasil tanaman setanding dengan amalan biasa (*normal practice*) menggunakan CondiSoil pada kadar 40 t/ha bagi semua tanaman ujian.



KESIMPULAN :

KAJIAN KEBERKESANAN CONDISOIL TERHADAP KESUBURAN TANAH DAN TANAMAN



KUALITI TANAH

- ❑ **Kimia Tanah** : Peningkatan parameter:
 - ✓ pH
 - ✓ Kandungan karbon (C)
 - ✓ Fosforus tersedia (*Available-P*)
- ❑ **Fizikal tanah** :
 - ✓ Kadar penyusupan perlahan 43-75%
 - ✓ Larut lesap rendah
 - ✓ Kapasiti pegangan nutrien (*nutrient holding capacity*) tanah meningkat



PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN

- Kualiti setanding amalan biasa (*normal practice*) bagi keseluruhan tanaman ujian:
- ✓ Jumlah kandungan nutrien tumbuhan (N, P, K, Ca & Mg)
 - ✓ Kadar pertumbuhan
 - ✓ Hasil pengeluaran



PENGENALAN

KAJIAN PENINGKATAN SKALA PENGELUARAN JAGUNG BIJIAN MENGUNAKAN CONDISOIL

PENGENALAN

KAJIAN PENINGKATAN SKALA TANAMAN JAGUNG BIJIAN MENGGUNAKAN CONDISOIL

1

Tempoh Projek :
2017 – 2018 (1 tahun)

2

Lokasi Plot Penyelidikan :
Stesen MARDI Cherating, Pahang

3

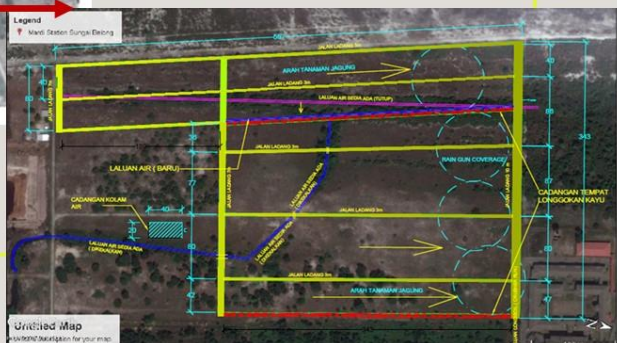
Keluasan kawasan kajian:
30 ekar

METODOLOGI

KAJIAN PENINGKATAN SKALA PENGELUARAN JAGUNG BIJIAN MENGGUNAKAN CONDISOIL

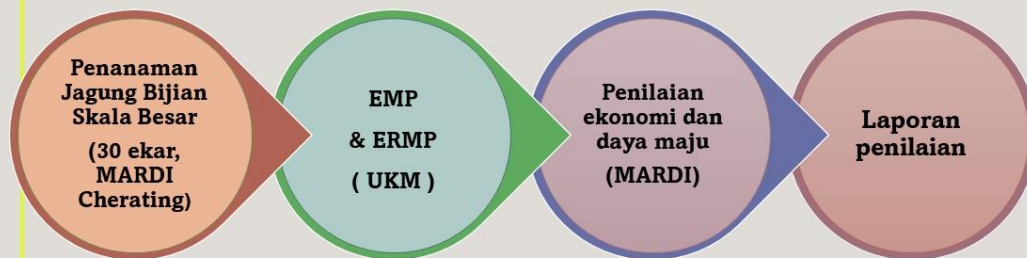


- Lokasi: Stesen MARDI Cherating, Pahang
- Keluasan: 30 ekar
- Tanaman kajian: Jagung bijian



METODOLOGI

KAJIAN PENINGKATAN SKALA PENGELUARAN JAGUNG BIJIAN MENGGUNAKAN CONDISOIL



Note: EMP - Environmental Monitoring Programme
ERMP - Environmental Radioactivity Monitoring Programme

KEPUTUSAN: KAJIAN PENINGKATAN SKALA PENGELUARAN JAGUNG BIJIAN MENGGUNAKAN CONDISOIL

10/26/2023

No.	Rawatan	Keluasan (ha)	Hasil (tan/ha)
1.	Kawalan	0.5	0.14
2.	Tahi ayam	1.0	0.24
3.	Condisoil* Blok A	2.5	0.28
4.	Condisoil* Blok B	4.0	0.40
5.	Condisoil* Blok C	4.0	0.08

KESIMPULAN : KAJIAN PENINGKATAN SKALA PENGELUARAN JAGUNG BIJIAN MENGGUNAKAN CONDISOIL



PENGELUARAN HASIL

- ❑ Tiada peningkatan yang signifikan berbanding amalan biasa (*normal practice*)



EKONOMI

- ❑ Tidak menunjukkan daya maju dari segi ekonomi berdasarkan kos pengeluaran yang lebih tinggi berbanding kos pengeluaran bagi amalan biasa (BRIS).

ULASAN KAJIAN

- Penggunaan CondiSoil telah menunjukkan kesan yang baik kepada peningkatan kualiti tanah dan tumbuhan, namun tidak berdaya maju dari segi ekonomi kerana kos pengeluaran yang tinggi berbanding amalan biasa.
- Penggunaan CondiSoil pada kadar 40 t/ha didapati tidak memberi masalah kepada kesihatan tanah dan tanaman.
- Penggunaan CondiSoil dilihat berpotensi sebagai bahan alternatif untuk peningkatan kesuburan tanah BRIS (salah satu tanah bermasalah di Malaysia).



RINGKASAN EKSEKUTIF PENILAIAN CONDISOIL DI MARDI

Pengenalan

Projek ini dijalankan untuk menguji keberkesanan CondiSoil sebagai bahan perapi bagi tanah BRIS. Pengujian CondiSoil di lapangan (di Stesen MARDI Cherating, Pahang) telah dijalankan selama dua tahun (2015 - 2017) bagi penilaian skala kecil dan selama setahun (2017 – 2018) bagi penilaian skala besar. Keberkesanan produk bagi penilaian skala kecil ditentukan berdasarkan keputusan percubaan lapangan dan analisis makmal berhubung dengan hasil tanaman dan peningkatan kesuburan tanah. Manakala keberkesanan produk bagi penilaian skala besar ditentukan berdasarkan hasil pengeluaran dan daya maju ekonomi.

Kesan penggunaan CondiSoil pada skala kecil

Berdasarkan penilaian lapangan selama tiga pusingan penanaman, aplikasi CondiSoil pada kadar 30–40 t/ha didapati memberi kesan yang optimum untuk hasil tanaman dan peningkatan kesuburan tanah. Ringkasan dapatan kajian bagi kesan penggunaan CondiSoil pada peningkatan kualiti tanah dan tanaman adalah seperti berikut:

Kualiti Tanah

Keputusan sifat kimia tanah menunjukkan bahawa CondiSoil mempunyai potensi yang baik sebagai produk perapi untuk tanah BRIS. Penggunaan CondiSoil pada kadar 20 t/ha didapati cukup berkesan untuk meningkatkan pH tanah kepada nilai optimum 5.5–6.0 berbanding nilai awal pH tanah (<4.5). Walau bagaimanapun, untuk penambahbaikan berterusan karbon (C) dan kandungan nutrien (makro dan mikronutrien terutamanya P, K, Na, Ca, Mg dan Fe) dalam tanah, disyorkan penggunaan CondiSoil pada kadar 40 t/ha. Penggunaan 40 t/ha CondiSoil juga didapati dapat meningkatkan struktur fizikal tanah dengan pertambahan ketumpatan pukal tanah dengan memberi kesan kepada kadar penyusupan tanah yang lebih perlahan kira-kira 43–75%. Kadar penyusupan yang lebih perlahan menunjukkan bahawa tanah mempunyai kadar larut lesap yang lebih rendah dan mampu mengekalkan nutrien untuk pengambilan tanaman dengan lebih berkesan.

Pertumbuhan tanaman

Tanaman jagung

Kesan aplikasi CondiSoil pada ketinggian tumbuhan dan diameter pokok jagung manis didapati lebih baik pada musim ketiga berbanding musim sebelumnya (musim pertama dan kedua). Tiada perubahan diperhatikan dalam bilangan daun yang dihasilkan oleh tumbuhan. Walau bagaimanapun, nilai kandungan klorofil didapati lebih tinggi berbanding musim pertama dan kedua. Indeks klorofil adalah penunjuk aktiviti fotosintesis dalam tumbuhan. Oleh itu, nilai indeks klorofil yang lebih tinggi menunjukkan tumbuhan menerima jumlah nutrien yang mencukupi untuk pertumbuhan dan pengeluaran hasil. Tongkol yang dihasilkan pada musim ini adalah lebih panjang dan lebih berat dari segi saiz dan panjang berbanding musim sebelumnya walaupun tiada perubahan diperhatikan dalam bilangan baris setiap tongkol, bilangan biji setiap tongkol, dan berat sepuluh ribu biji. Hasil jagung manis segar tertinggi dicatatkan pada kira-kira 7 t/ha.

Kenaf

Kesan aplikasi CondiSoil menunjukkan prestasi yang lebih baik pada musim akhir, iaitu peningkatan kira-kira 4% daripada musim sebelumnya (musim 2) dalam pengeluaran hasil. Kadar penggunaan CondiSoil pada 40 t/ha menghasilkan 9.9 t/ha dan 13.2 t/ha hasil bahan kering bagi gentian kenaf keseluruhan tumbuhan masing-masing pada musim kedua dan ketiga iaitu setanding amalan biasa (*normal practice*).

Napier

Rumput napier didapati menghasilkan saiz anak benih yang lebih besar pada musim akhir berbanding musim sebelumnya. Pembangunan saiz anak benih yang lebih tinggi dijangka menyumbang kepada peningkatan hasil kira-kira 10% pada musim akhir penanaman berbanding musim sebelumnya kesan daripada penggunaan CondiSoil.

Kesan penggunaan CondiSoil pada skala besar

Kadar terpilih 40 t/ha kemudiannya disahkan dalam percubaan skala besar untuk pengeluaran jagung bijian pada tanah BRIS untuk dua musim tanaman. Daya maju produk ditentukan pada ujian lapangan berskala besar berkenaan dengan pengeluaran tanaman dan analisis ekonomi.

Penilaian ini telah dijalankan di kawasan yang baru dibuka seluas 30 ekar yang diklasifikasikan sebagai BRIS siri Jambu. Keputusan menunjukkan bahawa penggunaan CondiSoil pada kadar 40 t/ha tidak meningkatkan hasil tanaman berbanding amalan biasa (*normal practice*).

Perspektif ekonomi

Dari aspek ekonomi, antara tiga senario perbandingan, kos yang paling sedikit ditanggung dalam penanaman jagung bijian adalah di bawah persekitaran kawalan berbanding dua set rawatan tanah (tahi ayam dan CondiSoil). Namun, kajian ekonomi ini adalah berdasarkan satu musim penanaman. Kos pengeluaran di bawah persekitaran CondiSoil adalah empat kali lebih tinggi berbanding kawalan dan dua kali lebih tinggi berbanding dengan amalan biasa yang menggunakan aplikasi tahi ayam. Walaupun kosnya tinggi, kesan sebenar aplikasi CondiSoil hanya dapat dilihat pada beberapa kitaran penanaman. Manfaatnya telah ditunjukkan dalam penilaian skala kecil iaitu dapat meningkatkan bahan organik tanah, seterusnya memperbaiki struktur tanah. Dari segi daya maju ekonomi, penilaian skala besar ini menunjukkan pengeluaran hasil jagung bijian didapati tidak berdaya maju dari segi ekonomi kerana kos pengurusan tanaman yang tinggi.

Kesimpulannya, penggunaan CondiSoil telah menunjukkan kesan yang baik kepada peningkatan kualiti tanah dan tumbuhan, namun tidak berdaya maju dari segi ekonomi. Penggunaan CondiSoil pada kadar 40 t/ha didapati tidak memberi masalah kepada kesihatan tanah dan tanaman malah penggunaan CondiSoil dilihat berpotensi sebagai alternatif kepada bahan perapi sedia ada berdasarkan peningkatan kesuburan tanah BRIS (salah satu tanah bermasalah di Malaysia) sebagai tanah pertanian yang produktif melalui peningkatan kualiti tanah dan pertumbuhan tanaman.



Pengenalan

Kilang kimia Lynas di Gebeng, Pahang, mengeluarkan dua sisa kimia (by-products):

1. Water leached purification (WLP)
2. Nuetralisation underflow (NUF)



Kertas kerja yang diterbitkan dalam jurnal saintifik

1. Sahibin, A.R., J. Shamshuddin, C.I. Fauziah, O. Radziah, I. Wan Mohd Razi and M.S.K. Enio. 2019. Impact of Mg rich synthetic gypsum application on the environment and palm oil quality. **Science of the Total Environment**. 652: 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.232>
2. Ayanda, A. F., J. Shamshuddin, C. I. Fauziah and O. Radziah. 2020. Utilization of magnesium-rich synthetic gypsum as magnesium fertilizer for oil palm grown on acidic soil. **PLOS ONE**. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045>.
3. Fatai Arolu Ayanda, Mohd Firdaus Mohd Anuar, Syaharudin Zaibon and Shamshuddin Jusop. 2021. The physico-chemical and mineralogical characterization of Mg-rich synthetic gypsum produced in a rare earth refining plant. **Sustainability** 2021, 13, 4840. <https://doi.org/10.3390/su13094840>.

Success of NUF application in oil palm plantation was reported to the regulators and published

Science of the Total Environment 652 (2019) 573–582

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Impact of Mg rich synthetic gypsum application on the environment and palm oil quality

A.R. Sahibin^{a,*}, J. Shamshuddin^b, C.I. Fauziah^{b,c}, O. Radziah^b, I. Wan Mohd Razi^d, M.S.K. Enio^e

^a Environmental Science Program, Faculty of Science and Natural Resources, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia

^b Department of Land Management, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia

^c School of Environmental and Natural Resources Sciences, Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

^d Department of Science and Technical Education, Faculty of Education Studies, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia

Received 16 October 2018

Received in revised form 10 October 2019

Accepted 16 October 2019

Available online 17 October 2019

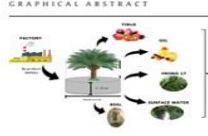
Editor: Hap M.G. Tack

Keywords:
Gypsum
Heavy metals
Residue
Magnesium
Rare earth element

HIGHLIGHTS

- MRSG supplies Mg and Ca for oil palm growth.
- Metal content in soil, plant tissue and oil are below the permitted concentration.
- Oil palm treated with MRSG produces non-cytotoxic oil, hence is safe for consumption.
- MRSG application does not affect the soil, plant tissue, water and palm oil quality.
- MRSG is practical and sustainable as a soil amendment in oil palm plantation.

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

A study was conducted in an oil palm plantation in Peninsular Malaysia to elucidate the effects of applying Magnesium Rich Synthetic Gypsum (MRSG), a by-product of chemical plant, on the chemical properties of soil, the uptake of heavy metals by the palm trees, the oil quality and its impact on the surrounding environment. The results showed that MRSG application onto soil cropped to oil palm could bring positive impact in terms of soil chemical properties and oil palm production. The quality of the oil was not significantly affected by the continuous MRSG application as shown by the low heavy metals and trace elements of concern content (Cu: 0.062 mg/kg; Fe: 2.10 mg/kg; Mn: 1.93 mg/kg; Pb: 0.006 mg/kg; Zn: 0.103 mg/kg; Cr: 0.154 mg/kg; Ni: 0.017 mg/kg). From the 1-genechem index, the soil was found to have values ranging from -3.81 to -1.03 which is considered as uncontaminated. Further, its application did not result in negative impact on the surrounding environment, hence, the quality of the soil and surface water in the plantation and in the surrounding area remained intact. The trace elements in the oil palm tissue (As: 0.12 mg/kg; Sr: 0.05 mg/kg; Zn: 1.48 mg/kg; Ca: 0.47 mg/kg; La: 0.26 mg/kg; Si: 1.03 mg/kg) and cytotoxic elements in the oil were below the acceptable level. Based on the results of the Environmental Monitoring and during the period of the study, it was concluded that application of the by-product of the chemical plant as a source of Mg to enhance and thereby in the oil palm plantation was considered safe and sustainable. The effects of applying MRSG and Chinese kyanite for oil palm production in the Ultisols in Peninsular Malaysia.

© 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

* Corresponding author.
E-mail address: sahibin@uputramalaysia.my (A.R. Sahibin).

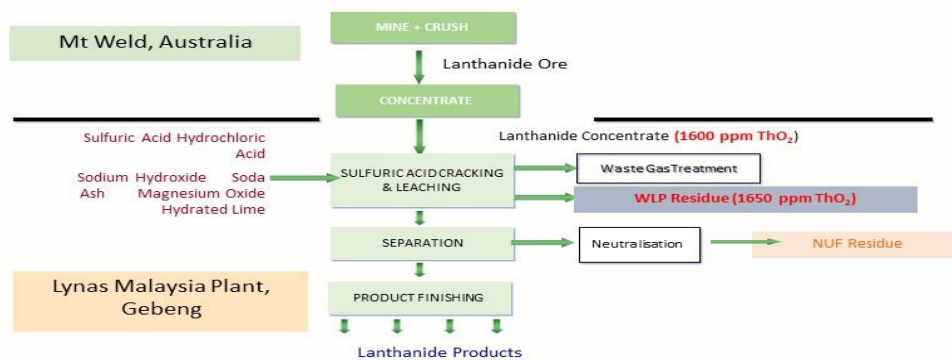
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.232>
0048-0069/© 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

NUF di Lynas, Gebeng



Generation of WLP and NUF Residues

• Process Flowsheet

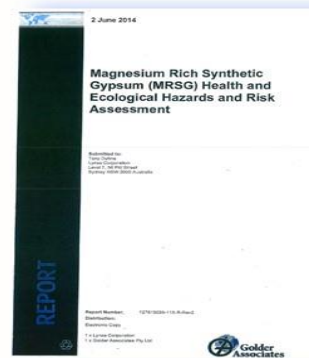


Chemical compositions of WLP and NUF

NUF @ MRSG		WLP	
Content	% wet wt	Content	% wet wt
Gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	73-74	Iron phosphate $\text{FePO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	25-50
Magnesium hydroxide $\text{Mg}(\text{OH})_2$	17.1	Calcium carbonate CaCO_3	5-25
Calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$	4.2	Phosphogypsum $(\text{Ca}, \text{P})\text{SO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_x$	1-10
Calcium carbonate CaCO_3	2.3	Uranium oxide	<0.01
Silica (amorphous) Si	0.4	Thorium hydroxide	<0.2

NUF is SAFE

- **Golders Associates Report (GAR) Australia (02 June 2014)**
- GAR concluded that MRSG (aka NUF) contributed:
 - a. Negligible human health risk
 - b. Negligible risk to aquatic ecosystems
 - c. Negligible risk to terrestrial ecosystems
- Although NUF is classified by the DOE as SW205, it is **NOT** a hazardous material for use and **DOES NOT** **NEGATIVELY** impact the environment.



NUF is SAFE

SIRIM (2014 and 2018) test parameters stipulated under Guidelines for Special Management of SW

- NUF DO NOT exhibit characteristics of:
 - Ignitability
 - Reactivity
 - Toxicity
 - Explosive
 - Corrosive
 - Health hazards
 - Irritant
 - Carcinogenic/reverse mutagenic potential
 - Ecotoxic
 - Infectious
- NUF IS NOT:



Apa itu NUF?

NUF mengandungi beberapa mineral (bahan) termasuk **gypsum (CaSO_4)** yang diperkayakan dengan Mg. Oleh yang demikian, ianya mengandungi **Mg, S dan Ca (makronutrien)** yang diperlukan oleh tanaman dengan kadar yang tinggi. Jadi NUF boleh dianggap sebagai sumber nutrien. Selain daripada itu, pH NUF melebihi 7. **Penggunaan NUF untuk pertanian akan meningkatkan kesuburan tanah melalui penambahan nutrien serta kenaikan pH tanah.** Apabila pH tanah berada melebihi 5 dikatakan tanah itu subur. Kebanyakannya pH tanah di Malaysia berada dalam lingkungan 4-5.

Kajian yang dijalankan

Kelapa sawit

1. Kajian rumah kaca
2. Kajian lapangan di Bera, Pahang

Getah

Kajian rumah kaca

NUF

Kajian kelarutan NUF dalam tanah

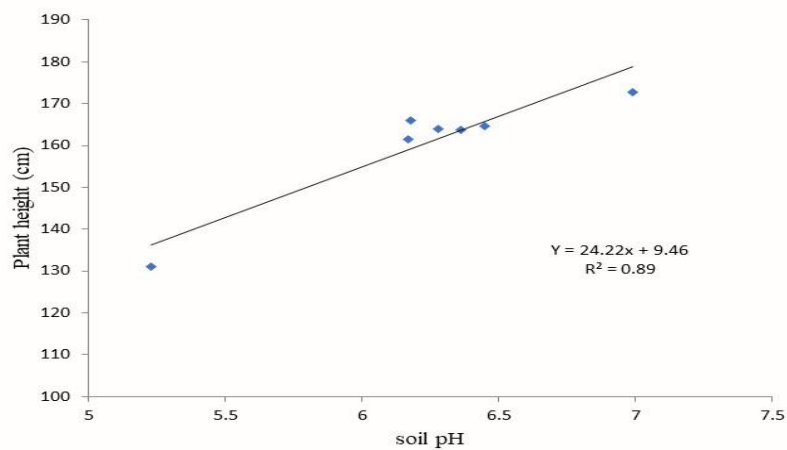
Penyelidikan Keatas Kelapa Sawit



Kesan NUF ke atas Kelapa sawit

Bolehkah NUF ($\text{CaSO}_4 + \text{Mg}$) ganti kieserite (MgSO_4) sebagai sumber Mg dan/atau S untuk pengeluaran minyak sawit di Malaysia?

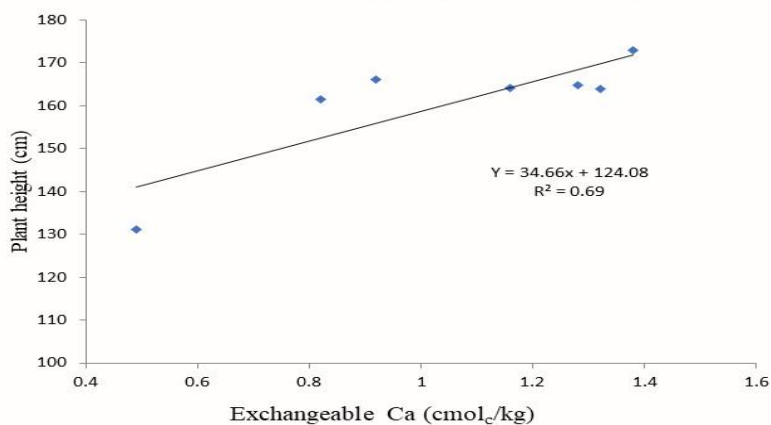
A plot of plant height against soil pH



Kesan NUF ke atas kelapa sawit

- Kelapa sawit tumbuh dengan lebih baik jika pH tanah naik sedikit
- Walau pun kelapa sawit tahan keasidan, ianya tumbuh dengan lebih baik jika pH tanah melebihi 5
- Apabila pH tanah melebihi 5, tiada lagi keracunan Al dan Fe

A plot of plant height against exchangeable Ca



Kesan Ca ke atas kelapa sawit

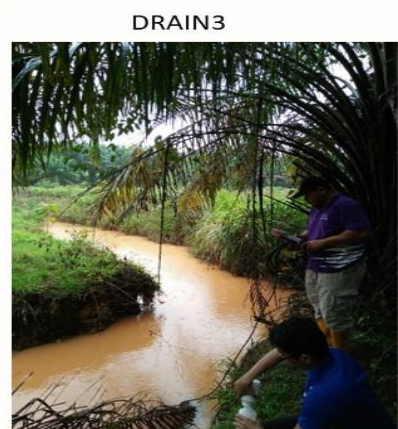
- Kelapa sawit tumbuh dengan lebih baik dengan pertambahan Ca di dalam tanah
- Tahap kritikal Ca (*Critical nutrient level*) di dalam tanah untuk kelapa sawit ialah 0.9 cmolc /kg
- Tetapi kebanyakan tanah di Malaysia mengandungi Ca kurang dari nilai ini



DRAIN1



DRAIN2



Ringkasan kesan NUF ke atas kelapa sawit dan alam sekitar

- Mineral berat dalam tanah, air dan tisu kelapa sawit lebih rendah daripada nilai kritikal standard (*respective acceptable values or references*)
- Tiada pertambahan mineral berat (Pb, Cd) di dalam tanah, air dan tisu kelapa sawit setelah kajian tamat (dalam masa 2 tahun)
- “Environmental risk analysis” menunjukkan tanah di kawasan kajian tidak tercemar – “having low contamination factor with low pollution load index”
- Berdasarkan kepada keputusan kajian, kami dapati serta percaya bahawa penggunaan NUF sebagai baja dan pembaik tanah untuk kelapa sawit adalah selamat serta berkesan

Kesimpulan – Kelapa Sawit

1. NUF mengandungi Mg, Ca and S, yang diperlukan dengan banyak oleh kelapa sawit di dalam estet untuk pertumbuhan dan pengeluaran buah;
2. Lama kelamaan kandungan Mg dan Ca di dalam tanah menjadi lebih tinggi daripada yang asal dan keadaan ini memberi kesan positif terhadap hasil kelapa sawit;
3. Nilai pH NUF is 8.8; jadi, penggunaannya dalam masa yang lama akan menaikkan kesuburan tanah. Akhirnya keracunan Al dan Fe terhadap kelapa sawit dapat dikurangkan;
4. Penggunaan NUF dalam estet kelapa sawit tidak memberi impak negatif terhadap alam sekitar. Di samping itu juga, kualiti minyak kelapa sawit tidak terjejas – ianya masih macam biasa; dan
5. Oleh yang demikian, penggunaan NUF dalam estet kelapa sawit memberi kesan positif terhadap kesuburan tanah, pertumbuhan kelapa sawit serta pengeluaran buah kelapa sawit. Dengan itu, NUF boleh ganti kieserite sebagai sumber nutrien Mg dan/atau S.

Kesan NUF ke atas getah

- Kajian larut-lesap dalam rumah kaca menunjukkan Mg, S dan Ca yang berada dalam NUF tersedia untuk keperluan anak benih getah. Sebahagian daripada nutrien itu didapati bergerak ke bahagian tanah bawah (sub-soil). Ini membolehkan keasidan tanah di kawasan tersebut dikurangkan; dan
- Kajian rumah kaca membuktikan bahawa pertumbuhan anak benih getah (ketinggian, diameter batang, panjang akar) bertambah dengan kehadiran NUF di dalam tanah.

Kesimpulan penggunaan NUF ke atas kelapa sawit dan getah

- NUF mengandungi pelbagai mineral, termasuk gipsum (CaSO_4) yang telah diperkayakan dengan magnesium(Mg);
- Ini menjadikan NUF sebagai sumber makronutrien penting (seperti magnesium, sulfur dan kalsium) yang sangat diperlukan oleh tanaman (kelapa sawit, getah);
- NUF mempunyai potensi besar dalam pertanian, terutamanya sebagai sumber nutrien Mg, S dan Ca serta ianya bertindak sebagai pembaik tanah yang berkesan;
- Penggunaan NUF untuk pertanian akan meningkatkan kesuburan tanah melalui penyediaan nutrien (Mg, S, Ca) serta meninggikan tahap pH tanah; dan
- Penggunaan NUF tiada impak negatif terhadap alam sekitar dan kualiti minyak sawit yang dihasilkan.



Terima Kasih | *Thank You*

f UnlPutraMalaysia

@uputramalaysia

uniputramalaysia

universitiPutramalaysia

PERTANIAN • INOVASI • KEHIDUPAN

BERSILU BERSAKTI



Article

The Physico-Chemical and Mineralogical Characterization of Mg-Rich Synthetic Gypsum Produced in a Rare Earth Refining Plant

Fatai Arolu Ayanda , Mohd Firdaus Mohd Anuar , Syaharudin Zaibon and Shamshuddin Jusop

Department of Land Management, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia (UPM), Serdang 43400, Selangor, Malaysia; talk2fatty01@gmail.com (F.A.A.); syaharudin@upm.edu.my (S.Z.); shamshud@upm.edu.my (S.J.)

* Correspondence: m.firdaus@upm.edu.my; Tel.: +60-124-930-852

Abstract: The physical, chemical and mineralogical characterization of the constituents of magnesium-rich synthetic gypsum produced in a rare earth-refining plant located in Gebeng, Pahang, Malaysia was conducted through elemental chemical analysis, scanning electron microscopy with Energy Dispersive X-ray (EDX)-analyzer, thermal analysis, X-ray fluorescence and X-ray diffraction. The crystalline nature of the by-product was studied using FTIR spectroscopy. Elemental analysis confirmed the presence of Ca and Mg, which are essential macronutrients required by plants and this Ca alongside the high pH (9.17) of MRSG may confer on the material a high acid neutralization capacity. From the result, it was observed that the studied by-product is a heterogeneous crystalline material comprising of gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and other major components such as calcium (magnesium) compounds (hydroxide, oxide, silicates, and carbonate) and sulfur. These aggregates may contribute to give an acid neutralization capacity to MRSG. The XRD study of MRSG indicated a high content of gypsum (45.4%), shown by the d-spacing of 7.609 Å (2-theta 11.63) in the diffractogram. The infrared absorption spectra of MRSG indicate close similarities to mined gypsum. The results of the characterization indicated that MRSG has valuable properties that can promote its use in amending soil fertility constraints on nutrient-deficient tropical acid soils.

Keywords: industrial by-product; physico-chemical characterization; FTIR; thermal analysis; X-ray diffraction analysis; X-ray fluorescence; FESEM-EDX; Acid soil amelioration



Citation: Ayanda, F.A.; Anuar, M.F.M.; Zaibon, S.; Jusop, S. The Physico-Chemical and Mineralogical Characterization of Mg-Rich Synthetic Gypsum Produced in a Rare Earth Refining Plant. *Sustainability* **2021**, *13*, 4840. <https://doi.org/10.3390/su13094840>

Academic Editor: Franco Ajmone Marsan

Received: 14 December 2020

Accepted: 8 February 2021

Published: 26 April 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Rare earth elements (REEs) refer to a group of fifteen elements called lanthanides, which include Lanthanum, Europium, Cerium, Yttrium and Scandium amongst others. These elements form a chemically uniform group with similar physico-chemical properties and commonly found in the same deposit [1,2]. Until the end of the last century, relatively little is known about the importance of REEs to humans, or of their effect on organisms and the environment [3,4]. However, in recent time, this group of metals have seen increased uses and have become a major component of essential products, especially in the field of high technology [5,6]. The last decade saw a considerable rise in the demand for REEs, largely due to specialized uses in modern electronics such as mobile phones, optical, magnetic and catalytic equipment and photovoltaic modules. Rare earth elements serve vital functions in reducing greenhouse emissions, having specialized use in automobiles, wind turbines, converters, chemical action and other technologies [7]. In 2010, about 130,000 t of these elements were mined, a 20-fold increase compared to 1997 [8], meanwhile, the extraction of rare earth elements from the mined ore deposits is followed by an extensive processing stage which produces large amount of by-product.

The refining of rare earth to produce various materials that are essential and nonreplaceable in many electronic, optical, magnetic and catalytic applications, produces large

amounts of byproducts [7] used in automobiles, wind turbines, converters, chemical action and other technologies. The solid byproducts generated during the refining of lanthanide ore containing rare earth imported from Mount Weld, Australia at the Lynas Advanced Material Plant (LAMP), Malaysia are two contrasting materials. After undergoing a series of chemical processes in the plant, there are two main residues from the rare earth industry, each one named following the process from which they are produced, namely Neutralization Underflow Residue (NUF), a synthetic gypsum also called Magnesium-rich synthetic gypsum (MRSG), and Water Leach Purification (WLP), an iron phosphate residue. While the WLP contains low level of radioactive elements, the Neutralization underflow residue, categorized as Scheduled Waste (SW205) by the Department of Environment (DoE) has been stated to be nonradioactive and permitted for use in research.

According to Lynas [7], Neutralization Underflow Residue, known as Magnesium-rich synthetic gypsum (MRSG) has high pH and contains gypsum and other nutrients needed by plants such as Mg and S. Due to these properties, the MRSG has potential to be used as an alternative to the conventional fertilizers to supply Ca, Mg and/or S, soil conditioner and/or liming agent in ameliorating deficiencies resulting from soil acidity condition. Calcium contained in the MRSG will increase the pH of acidic soils resulting in the formation of aluminum hydroxide or gibbsite. During the past years, some research groups have carried out studies on the new ways of utilizing this magnesium and gypsum containing by-product by investigating its use as low-cost materials capable of substituting the relatively costlier kieserite and Ground Magnesium Lime (GML) for plant nutrition balance on acid soil [9,10].

It is important to obtain information on the structure and chemical properties of this residue to allow a better knowledge of this material to facilitate its recycling, by confirming its inherent properties and establishing or disputing the ability of the material to function in its projected use while also assessing the environmental impact associated with its agricultural use. It has been reported that the addition of some industrial residue may have valuable benefits in agriculture [11]. These benefits may be direct in terms of improvement in soil fertility, pollutant immobilization and carbon sequestration. Indirect benefits may also be derived from alternative use of industrial by-products because the proper management of many of these residues, considered as waste, highlights the environmental sustainability of their use [12–14] by preventing improper disposal of these materials. Thus, understanding the nature of materials is greatly important for their alternative uses.

The objectives of the study are therefore (1) to determine the macro and micro elements obtained in the MRSG; (2) to characterize the MRSG using different spectroscopy techniques to determine the main constituents in the MRSG; (3) to obtain information on the surface topography and mineral compositions of the MRSG; and (4) to determine the thermal stability property of the MRSG using thermogravimetric analysis (TGA).

2. Materials and Methods

The magnesium-rich synthetic gypsum used in this research was provided by the Lynas Malaysia Sdn. Bhd. The industrial by-product is produced through cracking and leaching, solvent extraction and finishing process in the refining of rare earth phosphate mineral. Initially, rare earth phosphate mineral is subjected to cracking and leaching with concentrated H_2SO_4 , followed by cracking at a high temperature (350–450 °C) to convert the rare earth phosphate minerals to rare earth sulphate (Figure 1). At the leaching stage, water is introduced into the rare earth sulphate to remove impurities in the form of iron phosphogypsum [15].

Water from the plant is treated in several stages through the process of acid neutralization to obtain a solid by-product. In the above-mentioned process, extraction liquids are treated with sodium carbonate, neutralized with magnesium oxide and precipitated with sodium carbonate solution or with oxalic acid and filtered, to produce a Neutralization Underflow Residue also known as Mg-rich synthetic gypsum (MRSG).

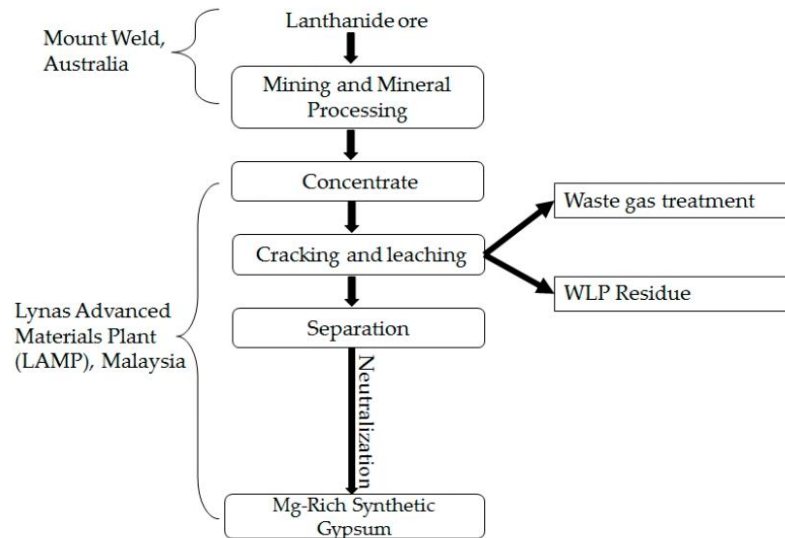


Figure 1. Flow sheet of MRSG production in the process of refining rare earth.

The MRSG samples from different production cycles were labelled with their respective date of production and delivered in batches to the Department of Land Management, Universiti Putra Malaysia (UPM) between 2015–2019. For this study, the homogeneity of MRSG sample was first tested by randomly collecting samples for physiochemical analysis and results show the different samples had equivalent chemical characteristics. The magnesium-rich synthetic gypsum used in this research was provided by the Lynas Malaysia Sdn Bhd. The pH and electrical conductivity (EC) of the material were measured at a solid/water ratio of 1:2.5 and 1:5 using a pH meter (Model Metrohm 827, Riverview, FL, USA) and electrical conductivity meter (Mettler Toledo SevenEasy™ Conductivity Meter S30, Hamilton, New Zealand), respectively. Total C, N and S in the material were determined using a LECO CR-412 Carbon Analyser (LECO, Corporation, St. Joseph, MO, USA). The analysis of the elemental composition of the material was conducted using the digestion method described in the USEPA3051A [16]. The sample was dissolved in a mixture of nitric acid and perchloric acid at the ratio of 3:1 with the addition of hydrogen peroxide. The content of each element was determined using an inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (Optima 8300, Norwalk, CT, ICP-OES Spectrometer by PerkinElmer). The limits of detections (LOD) for the elements were determined using 3σ following the method of Boumans [17]. The sensitivity of method used was obtained from the slope of calibration curves. The slopes of the calibration curves of all elements indicate good sensitivity, the coefficients of determination i.e., R^2 , was 0.999. The chemical composition of MRSG was determined using X-ray fluorescence (XRF) spectroscopy technique (Philips PW 2404).

The morphology of the MRSG was observed under a Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM) and elements in the material were quantified using Energy Dispersive X-ray (EDX) attached to the FESEM. For this, a known quantity of MRSG samples was weighed on aluminum stub using carbon double-sided tape. The MRSG sample was thinly coated with a film of carbon using a carbon evaporator. Thereafter, the sample was observed under a Scanning Electron Microscope (LEO EVO 40 XVP—Zeiss) equipped with an EDX (Quantax XFlash 5010—Bruker). SEM–EDX observation was carried out using 20 kV accelerating voltage at a working distance of 8.0 mm. The EDX was calibrated using reference standard materials. Upon insertion of the sample into the microscope, selection

of the mineral grains was performed by moving the microscope stage in a random vertical and lateral manner to avoid bias in grain selection. The chemical compositions of the selected region were determined by EDX on two or more areas of each sample to reduce the margin for error. The mineralogical analysis of the MRSG was conducted by X-ray diffraction analysis using a Philips X'PERT PRO diffractometer (Philips/PANalytical X'Pert Pro-MPD Powder Diffractometer, Eindhoven, Netherlands) in Bragg–Brentano geometry (configuration Theta-2Theta). The diffractometer was operated using 1.54060 Å CuK α radiation, Ni K β filters, and a scintillation detector at a voltage of 45 kV and 40 mA current, acquisition interval 5–80° (2 θ) and step size 0.02° [18]. The software Diffraction EVA v. 2.1 (Bruker AXS, GmbH, Karlsruhe, Germany) was used in processing the XRD pattern while mineral phases were identified using the ICDD PDF database (ICDD PDF—2 Release 2009).

Fourier transform infrared spectrophotometry (FTIR) spectra of the sample was studied to identify the functional groups on the surface of the material using an FTIR technique. Approximately 2.4 mg of the samples was collected and mixed with 100 mg of KBr and compressed to make a pellet [19]. The FTIR spectra of the samples were recorded on a Perkin Elmer 1725X FTIR spectrophotometer. The results obtained were deconvoluted using Origin Pro 2020. For thermal analysis, the study was conducted using a Mettler SDTA851e with a Mettler TA-4000 TG-50 thermobalance. MRSG sample (40–50 mg) was heated in alumina crucibles under nitrogen atmosphere at 10 °C/min from 25 °C to 1000 °C.

3. Results and Discussion

3.1. Physico-Chemical Characterization

Magnesium-rich synthetic gypsum is alkaline in nature having a pH of 9.17 while the EC was 7.12 (dS m^{−1}), thus its high alkalinity may confer on the material a high acid-neutralizing capacity. Therefore, the application of MRSG may have an ameliorative impact on soil acidity [20–22]. Elemental analysis confirmed the presence of elements of Ca and Mg which are essential macronutrients required by plants. These elements are the most abundant in the material while some P and K were also present in the MRSG (Table 1). The contents of Ca and Mg in the MRSG were almost similar to those of GML used by Shamshuddin and Ismail [23] in their study of an Ultisol in Malaysia. In addition, present in MRSG are trace concentration of elements such as manganese, zinc, copper, selenium, silicon and others (Table 1).

Table 1. Chemical characteristics of the MRSG.

Properties	Magnesium Rich Synthetic Gypsum
pH H ₂ O	9.2
Electrical Conductivity (EC) (dS m ^{−1})	7.1
Moisture (%)	26.7
C (%)	1.12
N (%)	0.05
S (%)	0.41
Ca (mg kg ^{−1})	17,243
P (mg kg ^{−1})	234
Mg (mg kg ^{−1})	14,396
K (mg kg ^{−1})	49
Na (mg kg ^{−1})	288
Fe (mg kg ^{−1})	1368
Mn (mg kg ^{−1})	1175
Cu (mg kg ^{−1})	127
Al (mg kg ^{−1})	350
Cd (mg kg ^{−1})	234
Zn (mg kg ^{−1})	38
Loss of ignition (LOI)	19.39
LODs	0.05 µg/g

Previous studies have reported numerous benefits of the above-listed elements in the cropping system [24,25]. The presence of carbon, nitrogen and sulfur compounds was also confirmed in the material. The MRSG is a by-product, so it was expected that the material contains some heavy metals. This was similar to the result reported by Li et al. [21], where the contents of Zn, Cu and As in their studied industrial byproduct were in the range of 40.7, 64.9 and 7.2 mg kg⁻¹, respectively. Heavy metals such as cadmium, copper, nickel, lead, zinc, mercury, and chromium found in industrial by-products are considered potentially toxic elements (PTEs), and through their use, heavy metals enter the soil aside from atmospheric deposition and other anthropogenic sources. Some of these elements are micronutrients for higher plants and deficiency of these micronutrients can impair proper plant function and reduce yield; however, excessive amounts can limit soil productivity by decreasing or altering microbial communities thus, inducing toxicity to plants [26,27].

Several techniques have been identified in order to immobilize heavy metals in soil environment. The risk posed by heavy metals could be reduced with the co-application of organic amendments such as rice husk biochar (RH) and/or empty fruit bunch (EFB). Previous studies show that the sorption of such heavy metals (i.e., Cd, Cu, Zn, Fe, As) has the ability to bind to soil particles, hence reducing the bioavailability of the heavy metals in the soil solution [28–31]. For example, based on Langmuir's adsorption model, the maximum adsorption capacity ($q_{\max}$) of EFB biochar for As was 0.42 mg g⁻¹, which was higher than RH biochar (0.35 mg g⁻¹) [32]. The same trend was observed for the adsorption maximum, $q_{\max}$, of Cd with the values of 15.15 and 3.19 mg g⁻¹, for EFB biochar and RH biochar, respectively. Empty fruit bunch (EFB) biochar had a higher affinity for As than did RH biochar. On the other hand, the binding affinity (b) of Cd for RH biochar was higher than EFB biochar [32]. The alkaline properties of biochars increased the solution pH, which induced metal immobilization through metal precipitation and decreases metal solubility. At the moment, it is believed that the co-application of MRSG with organic amendments can reduce the risk posed by these heavy metals. The LOI value of MRSG shows presence of concentration of volatile compounds as CO₂ and moisture content in the studied material. The result obtained on LOI was similar to that obtained in another gypsum containing industrial by-product [33]; meanwhile, a higher value of LOI was reported in another research on Flue gas desulphurization gypsum containing industrial by-product [34].

The chemical composition of the main constituents of the MRSG were determined using X-ray fluorescence spectroscopy (XRF) and the results of this analysis are presented in Table 2. Elemental chemical analysis and XRF study confirmed the main constituent of the studied MRSG sample as calcium and magnesium. The high amount of calcium and basic oxides is thought to be responsible for the high alkalinity (pH 9.17) of the material, giving it a high capacity to neutralize acid media.

Table 2. Result showing XRF spectroscopy of the MRSG.

Chemical Composition	Amount in %
CaO	59.63
SO ₃	29.58
CeO ₂	3.12
Cl	2.05
La ₂ O ₃	2.04
Fe ₂ O	1.62
MnO	1.02
V ₂ O ₅	0.37
ZnO	0.21
SrO	0.21
Y ₂ O ₃	0.07
ZrO ₂	0.04
CuO	0.04

There are concerns on the presence of rare earth element such as La, Vn, and Sr in the studied material, with study by Li et al. [35] showing that La may affect soil ecosystems at concentrations slightly above natural background levels. Similarly, Larsson et al. [36] conducted a research on the toxicity of vanadium to soil organisms by testing seven levels of vanadate doses of vanadate ($3.2\text{--}3200\text{ mg V kg}^{-1}$) on five soils with different characteristics using two microbial and three plant assays to measure toxicity effect of the element. The researcher reported that elevated level of vanadium in the soil can lead to nitrogen inhibition in soils. Liang and Tabatabai [37] observed between 12% and 62% inhibition of nitrification in three different soils at vanadium concentrations of 250 mg kg^{-1} soil. Strontium occurs naturally as an alkaline earth metal; however, various detrimental human health impact has been associated with toxic accumulation of this element through anthropogenic process such as nuclear weapons explosions or wastes from nuclear reactors [38].

3.2. X-ray Diffraction

The diffraction patterns of the studied MRSG showed that it was a heterogeneous material comprising a mixture of crystalline phases. The major crystalline component of the solid phase of MRSG is gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ —98.66%), shown by the d-spacing of $7.609\text{ \AA}$ (2 theta 11.63) in the diffractogram (Figure 2). The high content of $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ results in a high pH of the material thus giving it a high acid-neutralizing capacity; good in ameliorating acid soils. This is consistent with the previous study by Li et al. [39], where phosphogypsum, an industrial by-product, showed the presence of gypsum which gave the material a high acid-neutralizing property. Calcite (CaCO_3) was detected in the MRSG, indicated by the d-spacing of $3.036\text{ \AA}$ (2 theta of 29.41). The presence of Si was identified by the ICP-OES (in solution form), but not by XRD analysis due to its existence in the form of amorphous silica (SiO_2). This result was comparable with result obtained from the analysis of MRSG conducted by Golder Associates of Australia (courtesy of Lynas) where high amount of gypsum (73–74%) was reported in the material as well as amount of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (17.1%), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (4.3%) and CaCO_3 (2.3%). The alkaline nature of MRSG was related to its content of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ and $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

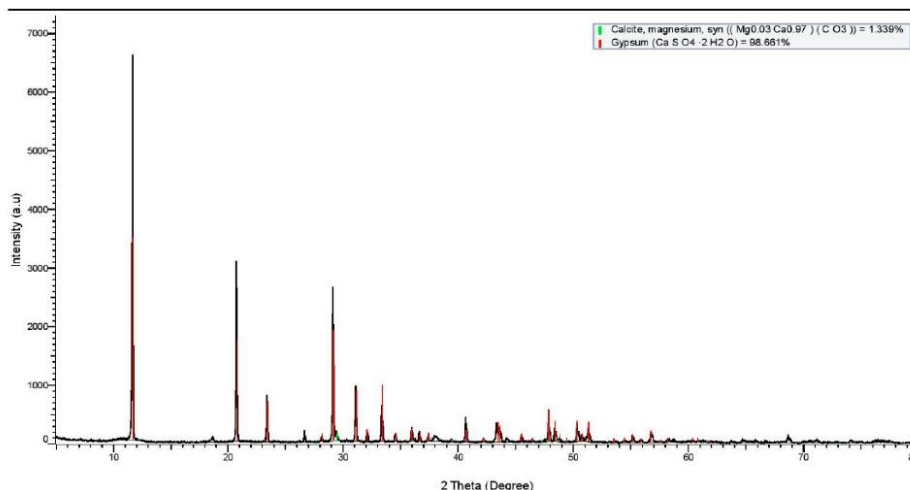


Figure 2. The X-ray diffractogram of MRSG.

3.3. FTIR Spectroscopy

Infrared absorption spectra of a crystalline material can provide essential information on the structure, particularly, supplying conclusive evidence on the nature of the func-

tional groups in the crystal lattice. Spectroscopic assessment of MRSG was conducted to understand the structure of the residue. The FTIR spectra of the sample show similarities to mined gypsum. The intensely strong peak at 3695 corresponds to hydroxyl deformation modes. The strong broadband observed in MRSG at around wavenumbers 3487 and 3369 cm^{-1} signify that OH was assigned to the stretching mode of hydroxyl functional group (Figure 3). The bands indicate the presence of hydroxides and oxyhydroxides in MRSG. The presence of hydroxyls in this material can increase the cation exchange capacity of the soil when the material is land applied. Queralt [40] reported that hydrated calcium-magnesium carbonates show a broadband centered around 3435 cm^{-1} and a sharp band at 3629 cm^{-1} , thus the broad shoulder at 3487 cm^{-1} could be assigned to both hydroxyl stretching modes of hydrated carbonates and also to adsorbed or coordinated water molecules (Table 3). The band showing at 1440 cm^{-1} corresponds to C-O stretching modes of the CO_3^{2-} ion [41]. Bands at 1681.00 cm^{-1} and 1618 cm^{-1} in MRSG sample could be attributed to the presence of two types of water molecules in gypsum. The absorptions peak at 1099 can denote the Si-O stretching modes of silica and silicates.

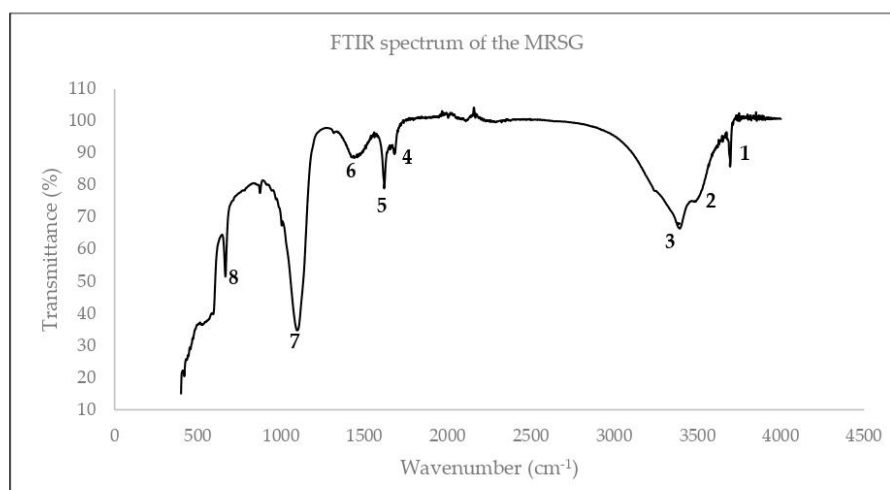


Figure 3. The FTIR spectrum of MRSG.

Table 3. Major bands present in FTIR spectra of the MRSG.

No.	Wave No. (cm^{-1})	Vibration	Functional Groups
1	3695	O-H stretch	Bonded and nonbonded hydroxyl group and water
2	3487	O-H stretch	Bonded and nonbonded hydroxyl group and water
3	3392	O-H stretch	Bonded and nonbonded hydroxyl group and water
4	1681	Stretching	Water molecules
5	1618	Stretching	Water molecules
6	1440	C-H deformation, CO_2 stretch; C-O stretch	Alkenes carboxylates and carbonates
7	1099	Si-O stretch; OH vibration	Silica and silicates; aluminum oxyhydroxide and iron oxyhydroxides
8	665	SO_4^{2-}	Sulfates

Meanwhile, absorption bands that correspond to hydroxyl vibrations of aluminum oxyhydroxides [42] and iron oxyhydroxides [43] can occur in this region of the spectrum. In addition, intense band at wavenumber 1099 cm^{-1} , in the gypsum containing by-product and deformations at 665.44, 594.08 and 457 cm^{-1} in MRSG could be attributed to the presence of sulphate functional groups [44]. Similarly, absorption peak in MRSG at

875 cm^{-1} corresponds to carbonate spectrum [44,45]. According to the FTIR spectroscopy, the most abundant components of MRSG are calcium hydroxide, calcium and magnesium carbonates, silicates, and calcium aluminates, which corroborates the XRD results. The aggregates of these compounds may confer a degree of alkalinity (pH 9.17) to MRSG with an accompanying acid neutralization property.

3.4. Morphology of MRSG

Identification of the well-crystallized phases in MRSG was conducted using X-ray diffraction, however, SEM can provide information on the microstructure of the industrial by-product, as well as the morphology of the sample. EDX was used in determining the chemical constituents of the mineral phases. The scanning electron micrograph (up to $25,000\times$) of MRSG is shown in Figure 4. The SEM imaging confirmed the heterogeneity of MRSG as composed of aggregate particles of different nature and sizes. The material was shown to have a rough surface chiefly consisting of particles that are grouped by electrostatic attraction. The micrograph also indicates the presence of wide macropores and interparticle cavities in MRSG. The result shows the occurrence of minor constituent phases similar to those revealed in the FTIR spectroscopy. The abundance of gypsum in the material was confirmed by the presence of the acicular-shaped mineral as shown by the FESEM (Figure 4).

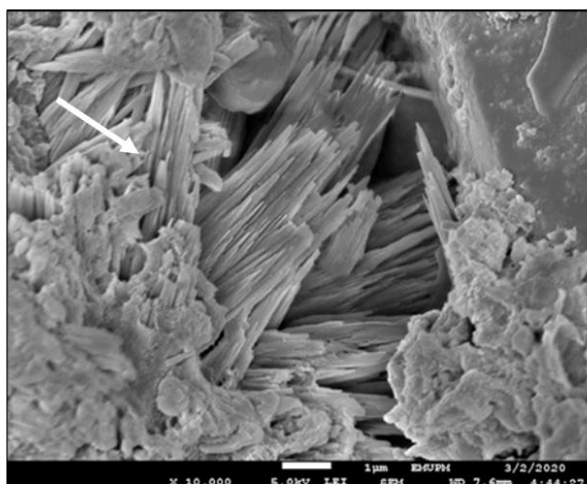


Figure 4. Acicular-shape mineral in MRSG observed under the FESEM (The needle-like structure indicated by the arrow shows the presence of gypsum in the material).

Analyses of EDX (average chemical composition of the MRSG at any particular spot e.g., at spectrum 1, 2 and 3 in the FESEM micrograph) show the co-occurrence of high levels of C (8.9%), O (69.2) Ca (9.23) and Mg (9.1%), non-negligible level of S (6%), Si (1.0%), Na (0.59%) and trace amount of Ce and La, in a heterogeneous mass of crystalline materials of micrometric size (Figure 5). The chemical composition of the MRSG determined using FESEM-EDX (Figure 3) were the relative measurement, normalized to 100% and were not the absolute amount as determined by ICP-OES.

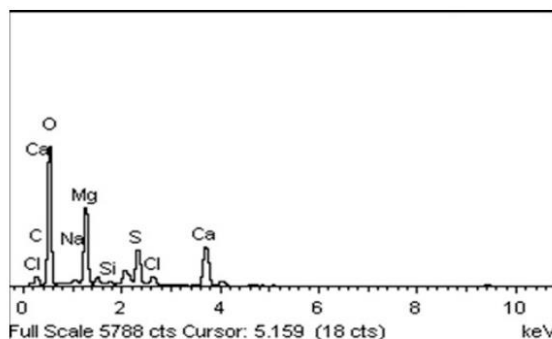
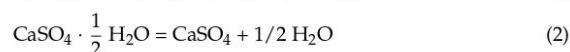
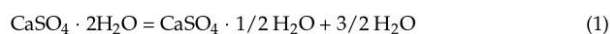


Figure 5. An elemental map showing relevant elements in the MRSG (Scale bar: 20 μm). The EDX spectrum shows the co-occurrence of Ca, O, Mg and S (wt%). Ca = 8.9%; O = 69.2; Ca = 9.23; Mg = 9.1%.

3.5. Thermal Analysis

The TG and DTA curves of MRSG is presented in Figure 6. As observed from the TG plot, weight loss occurred in three positions. The differential thermograms of the MRSG show two relatively significant endothermic effects in close sequence below 400 $^{\circ}\text{C}$. These two effects represent the two-step decomposition of the dihydrate to hemihydrate and to soluble anhydrite (Equations (1) and (2)) [46].



The first loss observed in the TG (15% weight loss) was due to the evaporation of adsorbed moisture which occurred at 147.48 $^{\circ}\text{C}$. The water loss continued until temperature reached up to 190 $^{\circ}\text{C}$. The second endothermic area observed at 354.48 $^{\circ}\text{C}$, which corresponds to 5.85% weight loss, was due to the loss of structural H_2O from hydrated carbonates [42]. It may also be indicative of the crystalline transition of anhydrous (anhydrite III–anhydrite II) form of the gypsum [47]. This can also be attributed to the partial dehydration of silicates [48,49]. The small endothermic peak which occurred between 658.64 $^{\circ}\text{C}$ (1.69%, weight loss), indicate the dehydration of iron and magnesium hydroxides [50].

3.6. Environmental Impact Assessment of MRSG Application

The detailed report on the impact of Mg rich synthetic application on the environment and palm oil quality has been published by Sahibin et al. [10], while detailed report on the utilization of this by-product as fertilizer has been reported by Ayanda et al. [9]. Physical and chemical characterization of a material gives conclusive evidence nature of a material and on the possible environmental impact of the material when it is land applied. Elemental chemical analysis of heavy metals content in MRSG was conducted to assess the environmental degradation that may occur following its application. For a long time, the concentrations of heavy metals and pollutants in samples of industrial byproducts such as those used in agriculture have been evaluated and this is mainly due to concern that these industrial residues can be a potential source of contaminant to water, soil, and air with grave negative impact on the environment as well as human [51,52].

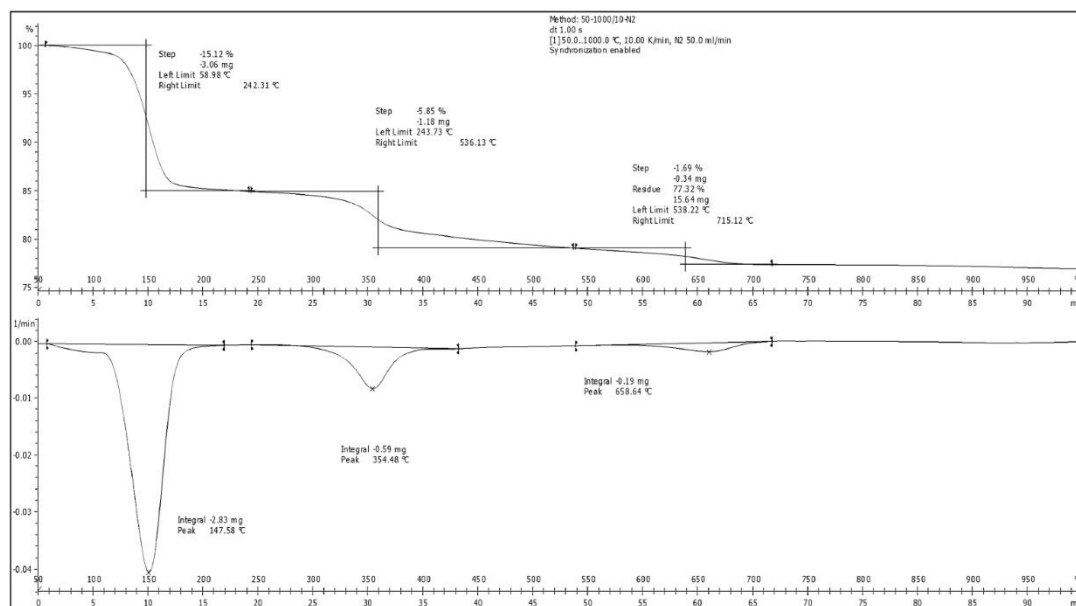


Figure 6. The thermogravimetric spectrum of MRSG.

Heavy metals such as cadmium, copper, nickel, lead, zinc, selenium, strontium, cerium and chromium found in industrial by-products such as MRSG are considered potentially toxic elements (PTEs), and through their use, heavy metals enter the soil, despite that some of these elements are essential micronutrient required for crop productivity. The determination of soil quality following MRSG application was conducted in a previous study [3] using various measuring criteria. The indices used in the assessment include Biological Accumulation Coefficient (BAC), Geological Index (I-geo), Contamination Factor (CF) and Pollution Load Index (PLI). The result of the assessment indicated that the BAC was low to moderate for As, Cd and Se, while intensive BAC was recorded for Zn [10]. However, level of BAC for Zn is unlikely to result from MRSG application due to the low level of Zn contained in the MRSG used in the trial [10]. Heavy metals and PTEs in the soil under investigation and surface water in the trial and surrounding areas were determined. The effect of MRSG application on the surrounding environment during the period of the field trial was assessed using the data obtained. The heavy metals content of the treated soils was lower than their respective reference. It was found that there was no indication of the increase of heavy metals pollution in the soils treated with MRSG.

Further results of the evaluation gave indication that PTEs in the soils sampled from the plots treated with MRSG were below the investigative limit for soil reported by Zarcinas et al. [53] or in the Eco-SSL of USEPA [54]. Values of PTEs of concern in the surface water before and after MRSG application were found to be below the standard limits of the Ministry of Health Malaysia. Note that the standards for drinking water in Malaysia was adopted from the standards of the World Health Organizations. Hence, environmental risk analysis assessment showed clearly that the soil was not contaminated, indicated by the low contamination factor and pollution load index. It means that MRSG is safe for application on agricultural land in Malaysia. The result shows that heavy metals and PTEs content of the tested plots in the study area were unaffected by the application of MRSG, kieserite and GML. There were no significant differences in mean values of the treatments, showing that MRSG and kieserite treatment produced comparable or similar results. This shows that upon further test for its efficacy, MRSG can be exploited as Mg- and Ca-fertilizer.

There are no global reports on the critical concentration of La and Ce in soils, however, there are reports on the mean concentration of these elements in soils of Japan and China. The respective concentration of these elements was 18 and 40 mg kg⁻¹ in soils of Japan, while that of Chinese soils was 44 and 86 mg kg⁻¹. It is believed that their concentration in the soil under study due to MRSG application would not exceed the amount present in the soils of Japan or China. Meanwhile, there is a dearth of information in terms of critical level of Sr in soils, no credible information is available in the literature. The ultimate measure for assessing the impact of MRSG application on the soil cropped to oil palm is the oil quality of fruitlets. Palm oil quality was determined on oil palm fruitlets at two years after MRSG was first applied to ensure the credibility of the results. The oil was analyzed for the presence of the common heavy metals (As, Cd, Pb, Zn, Mn, Ni, Cu and Fe) as well as the other metals of concern (Th, Cr and Hg). The latter could be harmful for human consumption if present above the critical level. The concentration of the elements in the palm oil of the study was compared against edible oils available in the market. The results of the comparison showed there was no sign of the accumulation of heavy metals and PTEs in the oil of palms treated with MRSG. In the extracted oil, it was found that the heavy metals were much lower than those found and/or reported in other studies. Similar values were recorded in quality of oil from the soil treated with MRSG and those treated with kieserite.

4. Conclusions

The result of several analysis on the physico-chemical characteristics of magnesium-rich synthetic gypsum shows the nature of the material as having properties which can promote alternative use of this industrial by-product. Findings from this study show that

MRSG properties such as the content of calcium and magnesium alongside other elements that are beneficial in the crop system indicate that this material will be useful in promoting agricultural sustainability by ameliorating deficiency conditions associated with cropping on toxic aluminum-rich and nutrient-deficient acid soil. The study showed that MRSG with a pH of 9.17 contains high amount of Ca ($17,000 \text{ mg kg}^{-1}$) and Mg ($15,000 \text{ mg kg}^{-1}$). These chemical compositions suggest that its application on agricultural land could increase soil pH. The upland soils in Peninsular Malaysia are mostly classified as Ultisols and Oxisols, which are suitable for crops cultivation with proper agronomic management. The soils are acidic with high aluminum/iron concentration in the soil solution, but low in exchangeable Ca and Mg. Therefore, the fertility of the soils is low; the soils do not have a sufficient amount of Ca and Mg, which are essential for growth of crops.

The use of ground magnesium limestone (GML) is one of the normal practices to alleviate the aluminum toxicity and supply Ca and Mg for sustaining crop production. As MRSG contains high Ca and Mg, its application can show similar effect as GML, by reducing the aluminum content in soil solution hence increasing the soil pH. In addition, the Mg contained in the MRSG can be important for Mg fertilization of oil palm which occupies a large hectareage of Oxisols and Ultisols in the country. The content of rare earth elements in the material (Table 2) necessitates that land application of MRSG should be carried out with great care following extensive environmental impact assessment/studies due to several reports on potential toxic elements contamination of soils and the resulting effect on living organisms. According to health organizations such as WHO, approximately 12.6 million deaths have been recorded globally from >100 diseases resulting from contaminated environments such as polluted soils and water. In light of this, regulations, environmental policies, and standards for water and soil pollution prevention and control with strict restrictions on the usage of this industrial residue on farmland should be proposed prior to large scale adoption of MRSG.

The projected utilization of this by-product may also be a furtherance of the United Nations Millennium Development Goals (MDGs) which seeks to promote environmental sustainability. This is achieved by limiting the exploitation of nonrenewable minerals, i.e., mined gypsum (used as acid soil ameliorant) and kieserite (used as Mg fertilizer), which this material may be able to replace as an alternative while also promoting efficient disposal of the material. These objectives are also in line with the Eleventh Malaysia Plan 2016–2020 initiative, which looks at managing chemical plant wastes holistically. The initiative states that using wastes as a resource gives an economic value, hence diverting it away from landfill towards more productive use. This is especially interesting and worthy of exploring; however, additional studies and long-term trials should be conducted in several locations to prove beyond doubt that utilization of this material will not lead to a significant environmental impact. It is worthy to note that sustainability of the environment and quality of human life is of utmost importance compared to any benefit to be derived from land application of this or other industrial by-products.

Author Contributions: Conceptualization, methodology, analysis, writing—original draft preparation, F.A.A., S.J., M.F.M.A., S.Z. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by the Research Management Center (RMC), Universiti Putra Malaysia with research grant number (GP-IPS/2019/9680300).

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available in the article.

Acknowledgments: The authors wish to acknowledge the support of Lynas Sdn. Bhd. For providing the necessary materials for this research.

Conflicts of Interest: The authors wish to state that there is no conflict of interest whatsoever.

References

1. Evans, C.H. *Biochemistry of the Lanthanides*; Springer Science and Business Media: Berlin, Germany, 2013.
2. Henderson, P. *Rare earth element geochemistry. Developments in Geochemistry*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1984; Volume 2.
3. Wen, B.; Liu, Y.; Hu, X.Y.; Shan, X.Q. Effect of earthworms (*Eisenia fetida*) on the fractionation and bioavailability of rare earth elements in nine Chinese soils. *Chemosphere* **2006**, *63*, 1179–1186. [CrossRef]
4. Tyler, G. Rare earth elements in soil and plant systems-A review. *Plant Soil* **2004**, *267*, 191–206. [CrossRef]
5. Aguar, P. *Report on Trans-Atlantic Workshop on Rare Earth Elements and Other Critical Materials for a Clean Energy Future*; European Union: Brussels, Belgium, 2011.
6. Brioschi, L.; Steinmann, M.; Lucot, E.; Pierret, M.C.; Stille, P.; Prunier, J.; Badot, P.M. Transfer of rare earth elements (REE) from natural soil to plant systems: Implications for the environmental availability of anthropogenic REE. *Plant Soil* **2013**, *366*, 143–163. [CrossRef]
7. Lynas. Available online: <https://www.lynascorp.com/sustainability/residue-tailings-management> (accessed on 12 June 2020).
8. Goonan, T.G. *Rare Earth Elements: End Use and Recyclability*; US Department of the Interior, US Geological Survey: Reston, VA, USA, 2011.
9. Ayanda, A.F.; Shamshuddin, J.; Fauziah, C.I.; Radziah, O. Utilization of magnesium-rich synthetic gypsum as magnesium fertilizer for oil palm grown on acidic soil. *PLoS ONE* **2020**, *16*, 15. [CrossRef]
10. Sahibin, A.R.; Shamshuddin, J.; Fauziah, C.I.; Radziah, O.; Razi, I.W.; Enio, M.S. Impact of Mg rich synthetic gypsum application on the environment and palm oil quality. *Sci. Total Environ.* **2019**, *652*, 573–582. [CrossRef] [PubMed]
11. Garrido, F.; Illera, V.; Vizcayno, C.; García-González, M.T. Evaluation of industrial by-products as soil acidity amendments: Chemical and mineralogical implications. *Eur. J. Soil Sci.* **2003**, *54*, 411–422. [CrossRef]
12. Anawar, H.M.; Akter, F.; Solaiman, Z.M.; Strezov, V. Biochar: An emerging panacea for remediation of soil contaminants from mining, industry and sewage wastes. *Pedosphere* **2015**, *25*, 654–665. [CrossRef]
13. Lee, X.J.; Lee, L.Y.; Gan, S.; Thangalazhy-Gopakumar, S.; Ng, H.K. Biochar potential evaluation of palm oil wastes through slow pyrolysis: Thermochemical characterization and pyrolytic kinetic studies. *Bioresour. Technol.* **2017**, *236*, 155–163. [CrossRef] [PubMed]
14. Tang, L.; Yu, J.; Pang, Y.; Zeng, G.; Deng, Y.; Wang, J.; Ren, X.; Ye, S.; Peng, B.; Feng, H. Sustainable efficient adsorbent: Alkali-acid modified magnetic biochar derived from sewage sludge for aqueous organic contaminant removal. *Chem. Eng. J.* **2018**, *336*, 160–169. [CrossRef]
15. Kuan, S.H.; Saw, L.H.; Ghorbani, Y. A review of rare earths processing in Malaysia. In Proceedings of the Inemeritus Prof. Dr. Faizah Binti Mohd Sharoum Chairman UMT International Annual Symposium on Sustainability Science and Management-UMTAS, Kuala Terengganu, Malaysia, 9–11 July 2016; Volume 42, p. 105.
16. US EPA. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils, in: Selected Analytical Methods for Environmental Remediation and Recovery (SAM). 2018. Available online: <https://www.epa.gov/homeland-security-research/epa-method-3050b-acid-digestion-sediments-sludges-and-soils> (accessed on 5 February 2020).
17. Boumans, P.W.J.M. *Inductively Coupled Plasma Emission Spectroscopy, Part 1: Methodology, Instrumentation and Performance*; Wiley-Interscience: Hoboken, NJ, USA, 1987.
18. Navarro, C.; Diaz, M.; Villa-García, M.A. Physico-chemical characterization of steel slag. Study of its behavior under simulated environmental conditions. *Environ. Sci. Technol.* **2010**, *44*, 5383–5388. [CrossRef] [PubMed]
19. Hsu, J.H.; Lo, S.L. Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of pig manure. *Environ. Pollut.* **1999**, *104*, 189–196. [CrossRef]
20. Fauziah, C.I. *Solid Waste Management: An Inaugural Lecture*; Universiti Putra Malaysia Press: Serdang, Malaysia, 2019.
21. Li, J.Y.; Liu, Z.D.; Zhao, W.Z.; Masud, M.M.; Xu, R.K. Alkaline slag is more effective than phosphogypsum in the amelioration of subsoil acidity in an Ultisol profile. *Soil Till. Res.* **2015**, *149*, 21–32. [CrossRef]
22. Valle, L.A.; Rodrigues, S.L.; Ramos, S.J.; Pereira, H.S.; Amaral, D.C.; Siqueira, J.O.; Guilherme, L.R. Beneficial use of a by-product from the phosphate fertilizer industry in tropical soils: Effects on soil properties and maize and soybean growth. *J. Clean. Prod.* **2016**, *112*, 113–120. [CrossRef]
23. Shamshuddin, J.; Ismail, H. Reactions of ground magnesium limestone and gypsum in soils with variable-charge minerals. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **1995**, *59*, 6–12. [CrossRef]
24. Shamshuddin, J.; Daud, W.N.; Ismail, R.; Ishak, C.F.; Panhwar, Q.A. *Ultisols & Oxisols: Enhancing Their Productivity for Oil Palm, Rubber and Cocoa Cultivation*; Universiti Putra Malaysia Press: Serdang, Malaysia, 2015.
25. Daud, W.N. *Rubber Plantation: Soil Management & Nutritional Requirement*; Universiti Putra Malaysia Press: Serdang, Malaysia, 2013.
26. Alloway, B.J. Sources of heavy metals and metalloids in soils. In *Heavy Metals in Soils*; Springer: Dordrecht, Germany, 2013; pp. 11–50.
27. Yang, Q.; Li, Z.; Lu, X.; Duan, Q.; Huang, L.; Bi, J. A review of soil heavy metal pollution from industrial and agricultural regions in China: Pollution and risk assessment. *Sci. Total Environ.* **2018**, *642*, 690–700. [CrossRef] [PubMed]
28. Sari, N.A.; Fauziah, C.I.; Rosenani, A.B. Characterization of oil palm empty fruit bunch and rice husk biochars and their potential to adsorb arsenic and cadmium. *Am. J. Agric. Biol. Sci.* **2014**, *9*, 450–456. [CrossRef]
29. Samsuri, A.W.; Sadegh-Zadeh, F.; She-Bardan, B.J. Adsorption of As(III) and As(V) by Fe coated biochars and biochars produced from empty fruit bunch and rice husk. *J. Environ. Chem. Eng.* **2013**, *1*, 981–988. [CrossRef]

30. Fauziah, C.I.; Nur Hanani, M.; Zauyah, S.; Samsuri, A.W.; Rosazlin, A. Co-application of red gypsum and sewage sludge on acidic tropical soils. *Comm. Soil Sci. Plan.* **2011**, *42*, 2561–2571. [\[CrossRef\]](#)
31. Nur Hanani, M.; Fauziah, C.I.; Samsuri, A.W.; Zauyah, S. Utilization of drinking-water treatment residue to immobilize copper and zinc in sewage-sludge-amended soils. *Land Contam. Reclam.* **2008**, *16*, 319–332. [\[CrossRef\]](#)
32. Lua, A.C.; Yang, T.; Guo, J. Effects of pyrolysis conditions on the properties of activated carbons prepared from pistachio-nut shells. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* **2004**, *72*, 279–287. [\[CrossRef\]](#)
33. Lou, W.; Guan, B.; Wu, Z. Dehydration behavior of FGD gypsum by simultaneous TG and DSC analysis. *J. Therm. Anal. Calorim.* **2011**, *104*, 661–669. [\[CrossRef\]](#)
34. Caillahua, M.C.; Moura, F.J. Technical feasibility for use of FGD gypsum as an additive setting time retarder for Portland cement. *J. Mater. Res. Technol.* **2018**, *7*, 190–197. [\[CrossRef\]](#)
35. Li, J.; Verweij, R.A.; van Gestel, C.A. Lanthanum toxicity to five different species of soil invertebrates in relation to availability in soil. *Chemosphere* **2018**, *193*, 412–420. [\[CrossRef\]](#)
36. Larsson, M.A.; Baken, S.; Gustafsson, J.P.; Hadialhejazi, G.; Smolders, E. Vanadium bioavailability and toxicity to soil microorganisms and plants. *Environ. Toxicol. Chem.* **2013**, *32*, 2266–2273. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
37. Liang, C.N.; Tabatabai, M.A. Effects of trace elements on nitrification in soils. *J. Environ. Qual.* **1978**, *7*, 293. [\[CrossRef\]](#)
38. Gupta, D.K.; Deb, U.; Walther, C.; Chatterjee, S. Strontium in the ecosystem: Transfer in plants via root system. In *Behaviour of Strontium in Plants and the Environment*; Springer: Cham, Switzerland, 2018.
39. Li, J.Y.; Wang, N.; Xu, R.K.; Tiwari, D. Potential of industrial byproducts in ameliorating acidity and aluminum toxicity of soils under tea plantation. *Pedosphere* **2010**, *20*, 645–654. [\[CrossRef\]](#)
40. Queralt, I.; Juliá, R.; Plana, F.; Bischoff, J.L. A hydrous Ca-bearing magnesium carbonate from playa lake sediments, Salines Lake, Spain. *Am. Mineral.* **1997**, *82*, 812–819. [\[CrossRef\]](#)
41. Mayo, D.W.; Foil, A.M.; Hannah, R.W. *Course Notes on the Interpretation of Infrared and Raman Spectra*; Wiley-Interscience: New York, NY, USA, 2004; pp. 316–318.
42. Van der Marel, H.W.; Beutelspacher, H. *Atlas of Infrared Spectroscopy of Clay Minerals and Their Admixtures*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 1976; pp. 224–229.
43. Namduri, H.; Nasrazadani, S. Quantitative analysis of iron oxides using Fourier transform infrared spectrophotometry. *Corros. Sci.* **2008**, *50*, 2493–2497. [\[CrossRef\]](#)
44. Hirsch, J.; Lowry, S.R.; Dowd, M. X-ray fluorescence and FT-IR identification of strontium and carbonate in domestic and imported gypsum drywall. *Spectroscopy* **2010**, *25*, 30.
45. Chernysh, Y.; Balintova, M.; Plyatsuk, L.; Holub, M.; Demcak, S. The influence of phosphogypsum addition on phosphorus release in biochemical treatment of sewage sludge. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 1269. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
46. Ghazi, W.K.; Hugi, E.; Wulschleger, L.; Frank, T.H. Gypsum board in fire—modeling and experimental validation. *J. Fire Sci.* **2007**, *25*, 267–282. [\[CrossRef\]](#)
47. Wang, S.D.; Scrivener, K.L. Hydration products of alkali activated slag cement. *Cem. Concr. Res.* **1995**, *25*, 561–571. [\[CrossRef\]](#)
48. Waligora, J.; Bulteel, D.; Degrugilliers, P.; Damidot, D.; Potdevin, J.L.; Measson, M. Chemical and mineralogical characterizations of LD converter steel slags: A multi-analytical techniques approach. *Mater. Charact.* **2010**, *61*, 39–48. [\[CrossRef\]](#)
49. Masaguer, V.; Oulego, P.; Collado, S.; Villa-García, M.A.; Díaz, M. Characterization of sinter flue dust to enhance alternative recycling and environmental impact at disposal. *J. Waste Manag.* **2018**, *79*, 251–259. [\[CrossRef\]](#)
50. Setién, J.; Hernández, D.; González, J.J. Characterization of ladle furnace basic slag for use as a construction material. *Constr. Build. Mater.* **2009**, *23*, 1788–1794. [\[CrossRef\]](#)
51. Khalid, S.; Shahid, M.; Bibi, I.; Sarwar, T.; Shah, A.H.; Niazi, N.K. A review of environmental contamination and health risk assessment of wastewater use for crop irrigation with a focus on low and high-income countries. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 895. [\[CrossRef\]](#)
52. Turan, V.; Khan, S.A.; Iqbal, M.; Ramzani, P.M.; Fatima, M. Promoting the productivity and quality of brinjal aligned with heavy metals immobilization in a wastewater irrigated heavy metal polluted soil with biochar and chitosan. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* **2018**, *161*, 409–519. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
53. Zarcinas, B.A.; Ishak, C.F.; McLaughlin, M.J.; Cozens, G. Heavy metals in soils and crops in Southeast Asia. *Environ. Geochem. Health* **2004**, *26*, 343–357. [\[CrossRef\]](#)
54. US EPA. Guidance for Developing Ecological Soil Screening Levels. 2007. Available online: https://www.epa.gov/sites/production/files/201509/documents/ecossl_guidance_chapters.pdf (accessed on 5 February 2018).



Impact of Mg rich synthetic gypsum application on the environment and palm oil quality

A.R. Sahibin^a, J. Shamshuddin^b, C.I. Fauziah^{b,*}, O. Radziah^b, I. Wan Mohd Razi^c, M.S.K. Enio^d

^a Environmental Science Program, Faculty of Science and Natural Resources, Universiti Malaysia Sabah, 88400 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

^b Department of Land Management, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia

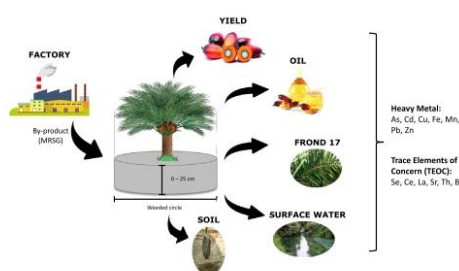
^c School of Environmental and Natural Resources Sciences, Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia

^d Department of Science and Technical Education, Faculty of Educational Studies, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia

HIGHLIGHTS

- MRSG supplies Mg and Ca for oil palm growth.
- Metal content in soil, plant tissue and oil are below the permitted concentration.
- Oil palm treated with MRSG produces non-cytotoxic oil, hence is safe for consumption.
- MRSG application does not affect the soil, plant tissue, water and palm oil quality.
- MRSG is practical and sustainable as a soil amendment in oil palm plantation.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 July 2018

Received in revised form 10 October 2018

Accepted 16 October 2018

Available online 17 October 2018

Editor: Filip M.G. Tack

Keywords:

Cytotoxic
Heavy metals
Kieserite
Magnesium
Rare earth element

ABSTRACT

A study was conducted in an oil palm plantation in Peninsular Malaysia to elucidate the effects of applying Magnesium Rich Synthetic Gypsum (MRSG), a by-product of chemical plant, on the chemical properties of soil, the uptake of heavy metals by the palm trees, the oil quality and its impact on the surrounding environment. The results showed that MRSG application onto soil cropped to oil palm could bring positive impact in terms of soil chemical properties and oil palm production. The quality of the oil was not significantly affected by the continuous MRSG application as shown by the low heavy metals and trace elements of concern content (Cu: 0.062 mg/kg; Fe: 2.10 mg/kg; Mn: 1.93 mg/kg; Pb: 0.006 mg/kg; Zn: 0.103 mg/kg; Cr: 0.354 mg/kg; Ni: 0.037 mg/kg). From the I-geochem index, the soil was found to have values ranging from −3.81 to −1.03 which is considered as uncontaminated. Further, its application did not result in negative impact on the surrounding environment; hence, the quality of the soil and surface water in the plantation and/or the surrounding area remained intact. Phytotoxic elements in the oil palm tissue (As: 0.12 mg/kg; Se: 0.05 mg/kg; Zn: 1.48 mg/kg; Ce: 0.47 mg/kg; La: 0.26 mg/kg; Sr: 3.03 mg/kg) and cytotoxic elements in the oil were below the acceptable limit. Based on the results of the Environmental Monitoring out during the period of the study, it was concluded that application of the by-product of the chemical plant as a source of Mg to enhance soil fertility in the oil palm plantation was considered safe and sustainable. The effects of applying MRSG and Chinese kieserite was almost similar. So, MRSG can be used as a possible source of Mg to replace Chinese kieserite for oil palm production on the Ultisols in Peninsular Malaysia.

© 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

* Corresponding author.

E-mail address: cfauziah@upm.edu.my (C.I. Fauziah).

1. Introduction

Over the last few decades, the main sources of magnesium fertilizer for oil palm plantation in Malaysia are kieserite from Germany and ground magnesium limestone (GML) which is locally mined. Synthetic magnesium sulphate from China (Chinese kieserite) has also made some in road since the late 1990's although its scale of use is significantly less than the two fertilizers stated earlier.

The high price of Germany kieserite and low reactivity of GML make it feasible for the plantation industry to seek for an alternative source of magnesium fertilizer. The chemical plant in Malaysia that extract rare earth elements produces a by-product called Neutralization Underflow (NUF) residue. This material, also called Mg Rich Synthetic Gypsum (MRSG), can be applied in oil palm plantations as a source of Mg fertilizer. The MRSG is classified as Scheduled Waste (SW205) by the Department of Environment (DoE), Ministry of Natural Resources and Environment, Malaysia (DOE, 1974). The Atomic Energy Licensing Board (AELB, 2008) of Malaysia had confirmed that MRSG was non-radioactive. It means that the material has the potential to be utilized in agriculture. It is therefore worthwhile to determine if this MRSG can replace the imported kieserite as Mg source to sustain oil palm growth and palm oil production in the long run. Since this by-product contains some trace elements of concern (TEOC) (As, Cd, Se, Zn, Ce, La and Sr), so its impact on the environment needs to be evaluated before it can be recommended for application. However, there were several studies that showed very little accumulation of heavy metals in upper plant biomass of oil crops as reported by Violina et al. (2005); Sengalevitch (1999); Szyzewski et al. (2016) and Tyler (2004).

Malaysia has currently >5 million ha cultivated with oil palm, which constitutes the biggest arable land area allocated to agriculture in the country. Soils in Peninsular Malaysia used for growing oil palm are Ultisols, dominated by kaolinite, gibbsite, goethite and hematite in the clay fraction (Shamshuddin and Ismail, 1995; Shamshuddin and Fauziah, 2010). According to Shamshuddin et al. (1991), the cation exchange capacity (CEC) of Ultisols was low, resulting in low retention in the soil and thus low availability of Mg and Ca that limits crop

productivity. With low pH, Al^{3+} is present in amount that affects the growth oil palm roots.

Oil palm productivity is limited by the infertile nature of the soils; hence, fertilizer application become an important issue to sustain production. Ultisols usually have plant nutrients insufficient for normal production, unless they are adequately fertilized. About 60% of the cost of palm oil production comes from fertilizer that requires to supply the needed nutrients.

Ca, Mg and S are needed by oil palm under production in high amount for its healthy growth and/or production, and it is believed that these macronutrients can be added into soils in the plantations by continuous application of MRSG. Besides, by virtue of being alkaline (the pH of MRSG is 8.8), due to the presence of magnesium hydroxide, calcium hydroxide and some calcium carbonate, soil pH can be raised to the desired level for oil palm cultivation. Furthermore, MRSG contained some Si that may help prevent certain oil palm disease prevailing in the plantations throughout the country (Najihah et al., 2014).

Components of MRSG include rare earth compounds lanthanum (La) and cerium (Ce); both were present at about 1%. However, La and Ce are cytotoxic. Therefore, these two elements were included in the chemicals of concern list. Several other metals were present as impurities; however, these metals were present at low levels (<1% of the MRSG product). According to Golder Associates of Australia (reported in 2014), the metals which need to be monitored when MRSG is land applied are arsenic (As), cadmium (Cd), selenium (Se), strontium (Sr) and zinc (Zn).

The aims of this study were: 1) To determine the impact of MRSG application on the environmental quality of the soils, plant tissue, oil and the surface water; and 2) To investigate the uptake heavy metals by the oil palm and its oil quality.

2. Materials and methods

2.1. Experimental site

The study was conducted in an oil palm plantation in Bera, Pahang (GPS 03.27362 N, 102.58044 E). The soil in the plantation was formed on the rocks of Bera Formation of Permian age (Fig. 1).

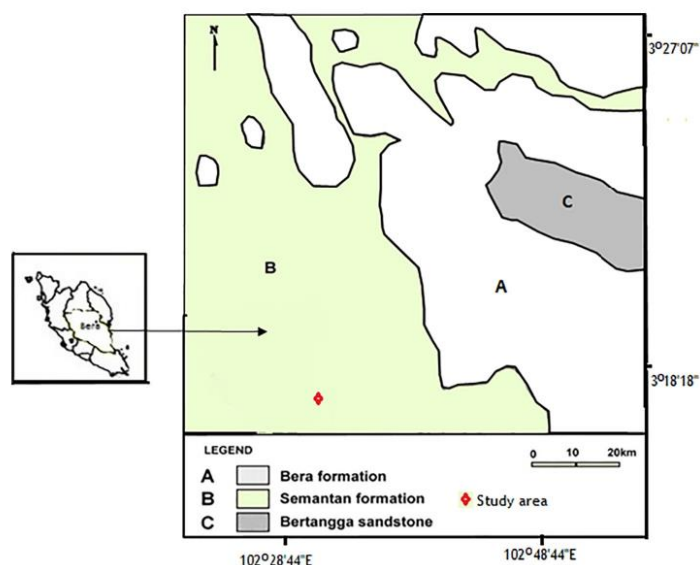


Fig. 1. The geology map of Bera area, Pahang, Peninsular Malaysia (modified from Mohd Shafeea et al., 2000).

2.2. Investigating soil properties at the study site

A 3-year field trial was conducted, beginning in 2015, to test the efficacy of MRSG as a source of Mg fertilizer at an oil palm plantation in Bera, Peninsular Malaysia. The results of the field trial on the agronomic effects and soil/nutrient loss will be published elsewhere. A soil survey was carried out to determine the soil series and subsequently classified them according to Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014).

2.3. Experimental layout

The experimental design used was randomized complete block design (RCBD). There are five treatments applied as shown in Table 1. These treatments are replicated in four blocks (Fig. 2). Each plot comprised six palms. Each treatment plot is separated by a small ditch and the blocks are separated by larger drains to prevent trans-boundary movement of the applied materials. Topsoil samples in each block of the field trial were collected to obtain the baseline data (before treatment). The NPK fertilizers required to sustain oil palm growth/production were applied every 6 months at the appropriate rates. MRSG, kieserite, and GML were applied 4 times in the experimental plots were broadcasted and ploughed under to a depth of 15 cm within the weeded circle of each palm (1.5 m from the trunk base) at an interval of six months. Only soil from the highest MRSG application rate (T3) and the control (Chinese kieserite) (T4) treatments were sampled and analyzed.

2.4. Sampling of soils

Topsoils from all experimental blocks were sampled and analyzed to get the baseline data before applying the treatments (Fig. 2). Soil samplings after MRSG application were carried out five times as shown in Table 5. The soils were sampled in the weeded circle for each palm in the plot and were composited.

2.5. Sampling of surface water

The surface water flowed from east to west (from point 1 to point 5) (Fig. 2). Point 1 to point 3 is the stream receiving runoff water from the experimental plots. Point 4 and 5 represents the water of the river before receipt of water from the stream and after receiving water from the stream, respectively, and can be used as a control. For the EMP, the samplings of the water were carried out six times as shown in Table 6. The water were sampled a day after rainfall events.

For the purpose of comparing the EMP values of the surface water, data from all the three points of the stream were pooled as a value for the stream, while the value for the river were taken from the average value of the two points in the river. All water samples collected for laboratory analysis were kept in an ice box of temperature below 40C and added with several drops of HNO₃ acid to control pH below 2. These water samples were kept in a refrigerator below 40C in the lab before analysis. Water analysis followed the standard methods proposed by APHA (2005). The stream values were compared with those of river using *t*-test as well as the water quality indices.

Table 1
GML, MRSG and kieserite applied in the research plots.

Treatment	Rate of application
T0 (control 1)	1.25 kg/palm application of GML
T1	1.1 kg/palm application of MRSG
T2	1.45 kg/palm application of MRSG
T3 ^a	2.4 kg/palm application of MRSG
T4 (control 2) ^a	0.5 kg/palm application of kieserite

^a Only these treatment plots were sampled for TEOC.

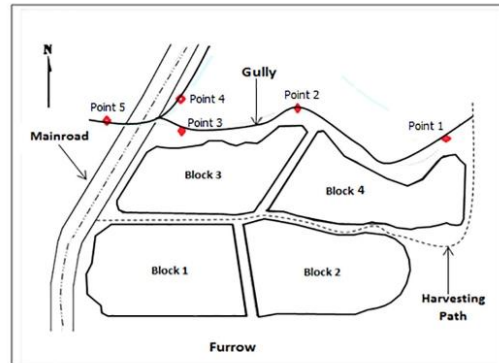


Fig. 2. Diagrammatic representation of the experimental blocks in the study area; the red diamonds indicated the sites where surface water was sampled. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

2.6. Sampling of oil palm tissue

Frond 17 is the indicator frond to show the nutrient status of matured palm. To get the baseline data, frond 17 of the oil palm in the research plots were sampled for tissue analysis before treatments were applied. Frond 17 were chosen since it reflects single nutrient critical level in oil palm. The oil palm tissues for the analyses after MRSG application were sampled four times as shown in Table 8.

2.7. Sampling of fruitlets for the determination of palm oil quality

Oil palm fruitlets for extracting the oil to analyze heavy metals and other trace elements of concern in it were sampled at the end of the project duration. This was about 2 years after MRSG was first applied in the research plots. About 30 fruitlets were collected from each palm harvested from each experimental plot and were put in separate envelopes. Overall, there were 180 fruitlets collected from each treatment in each block. In total, there were 720 fruitlets collected and were brought to

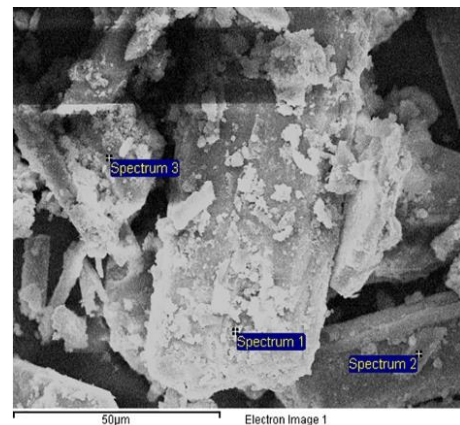


Fig. 3. FESEM micrograph of the MRSG used in the study.

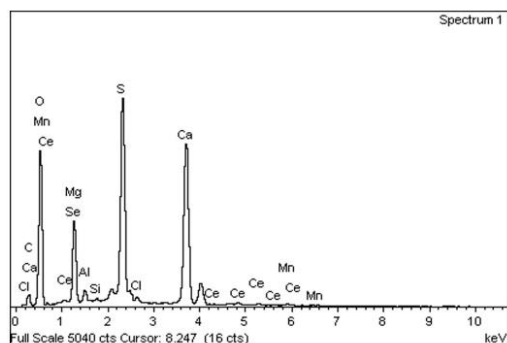


Fig. 4. FESEM-EDX diffractogram of the MRSG.

the laboratory. A quarter of these fruitlets were then randomly chose and the mesocarp were chipped and composited for oil extraction.

2.8. Mineralogical analysis of MRSG

The MRSG used in the current study was grounded to powder form and was mounted onto a diamond stud to be examined under Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM). The elements present were identified using the Energy Dispersive X-ray (EDX) attached to the FESEM. The mineralogical composition (%) of the MRSG was determined by XRD analysis.

2.9. Chemical analyses of MRSG

Elemental composition of MRSG was extracted using the aqua-regia (3:1 ratio of concentrated HCl to concentrated HNO₃ acid) extractant and determined by ICP-OES. The elements determined include La, As, Cd, Ce, Se, Sr and Zn.

2.10. Determination of soil physico-chemical properties

Determination of the soil particle-size distribution (sand, silt, and clay) of the topsoil was carried out by the pipette method developed

Table 3

The baseline data of the studied area for the EMP.

Soil parameter	Block				
	1	2	3	4	S.D
Sand (%)	11.00	9.00	7.00	5.00	2.39
Very Coarse sand 2–1 mm	1.16	1.12	0.50	0.22	0.43
Coarse sand 1.0–0.5 mm	1.46	1.40	1.42	0.72	0.33
Medium sand 0.5–0.25 mm	2.28	1.89	1.32	1.15	0.48
Fine sand 0.25–0.125 mm	2.98	2.20	1.96	1.52	0.57
Very fine sand 0.125–0.063 mm	3.12	2.39	1.80	1.39	0.70
silt (%) 0.063–0.002 mm	14.00	17.00	17.00	10.00	3.07
Clay (%) <0.002 mm	75.00	74.00	76.00	86.00	5.15
Organic matter (%)	6.63	8.72	7.34	7.27	0.81
Organic carbon (%)	1.74	2.10	1.86	1.77	0.15
pH Water (1:2.5)	4.33	4.54	4.44	4.40	0.08
Electrical Conductivity (μS/cm)	2480	2460	2390	2410	38.91
Exchangeable Al (cmol _c /kg)	0.90	0.05	0.06	0.10	0.38
Exchangeable H (cmol _c /kg)	0.70	0.40	0.40	0.40	0.14
Exchangeable Ca (cmol _c /kg)	0.97	1.20	1.24	0.87	0.17
Exchangeable Mg (cmol _c /kg)	0.98	1.12	0.80	0.71	0.17
Exchangeable Na (cmol _c /kg)	0.06	0.05	0.04	0.05	0.01
Exchangeable K (cmol _c /kg)	0.61	0.26	0.24	0.50	0.17
Cation exch capacity (cmol _c /kg)	4.22	3.04	2.73	3.04	0.61
Total N (%)	2.36	2.30	2.14	2.30	0.09
Total S (%)	0.16	0.11	0.15	0.10	0.03
Total C (%)	2.17	3.28	2.79	2.54	0.43

*S.D = standard deviation.

by Olmstead et al. (1930). The clay fraction of the topsoil was determined by X-ray. Soil pH was determined at soil to water ratio of 1:2.5. Cation exchange capacity (CEC) was determined by the summation method of McLean (1965). Basic exchangeable cations were extracted using 100 mL of 1 M ammonium acetate buffered at pH 7. The concentration of Ca and Mg in the solutions was determined by atomic absorption spectrophotometer (AAS). Available P was extracted using Bray and Kurtz No. 2 extractant and determined by the method of Murphy and Riley (1962), while organic C was determined by the method of Walkley (1947). Total carbon and total N in the soil were determined by dry combustion techniques, using LECO CR-412 Carbon Analyser. Exchangeable Al was extracted using 1 M KCl and Al in the extract was measured by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES).

Table 2

Heavy metals and other elements of concern in MRSG and the guidelines limit by SIRIM and DOA.

Material	MRSG (this study)	Golder associates report (2014)	SIRIM		DOA
			Guidelines limit regulation 7 (1)	Guidelines limit MS1517:2012	Guidelines limit ^a MS1517:2012, ^b MS2532:2013
Gypsum (%)	54.6	75–95			
Mg hydroxide (%)		5–12			
Calcium Oxides/hydroxide (%)		<1			
Calcium carbonate (%)		1–3			
Silica (amorphous) (%)		0.1–0.4			
Silicon (%)	bdl				
Lanthanum hydroxide (%)		<1			
Lanthanum (%)	0.33				
Cerium hydroxide (%)		<1			
Arsenic (mg/kg)	bdl		500	50	50
Cadmium (mg/kg)	0.80		N.A.	5	5
Cerium (mg/kg)	3460.53		N.A.	N.A.	N.A.
Lanthanum (mg/kg)	3272.49		N.A.	N.A.	N.A.
Selenium (mg/kg)	0.35		3500	N.A.	N.A.
Strontium (mg/kg)	85.21		N.A.	N.A.	N.A.
Zinc (mg/kg)	38.63		N.A.	N.A.	N.A.

bdl = below detection limit.

^a MS1517:2012: Organic Fertilizers-Specification (1st Revision); N.A = not available.

^b MS2532:2013: Fortified Organic Fertilizers-Specification.

Table 4

Heavy metals and other elements of concern in the soil of the oil palm plantation before treatment.

Element	Block			
	1	2	3	4
	mg/kg			
As	1.44	0.60	0.17	0.12
Cd	0.01	0.01	0.01	0.01
Ce	2.31	4.96	1.61	2.96
La	0.91	2.26	1.21	1.00
Se	1.09	2.00	1.61	2.07
Sr	2.31	1.93	2.12	1.50
Th	0.83	0.13	0.98	0.87
Zn	14.56	16.60	15.86	13.93
B	1.50	0.66	1.75	0.85
Mn	144.97	709.61	187.86	174.36

2.11. Analysis of heavy metals and other elements of concern in soil

One gram of air-dried soil containing rare earth (Ce, La) and other elements of concern (As, Cd, Se, Sr, Th, Zn, B, Mn, Pb, Cr, Ag, Ba, Al and Hg) was treated with nitric acid and perchloric acid at the ratio of 3:1 with the addition of hydrogen peroxide (USEPA, 1996). The samples were then digested on a hot plate. The metals and other elements of concern in the solution were determined by ICP-MS Perkin Elmers Elan 9000 Model.

2.12. Analysis of heavy metals and other elements of concern in surface water

The surface water collected from the stream and river were analyzed by the method of APHA (2005) and determined using ICP-MS Perkin Elmers Elan 9000 Model.

2.13. Analysis of heavy metals and other elements of concern in oil palm tissue

Oil palm tissues from frond 17 were analyzed for the presence of heavy metals and other elements of concern using wet digestion method. The elements were extracted with nitric acid and hydrogen peroxide at the ratio of 3:1 as proposed by US EPA (1996). The elements determined by ICP-MS were As, Cd, Ce, La, Se, Sr, Th, Zn, B, Mn, Pb, Cr, Ag, Ba, Al and Hg.

Table 5

Heavy metals and other elements of concern in the soil before and after MRGS application.

Metal (mg/kg)	12/3/15 Baseline	05/10/2015		22/1/2016		22/5/2016		20/9/2016		*Soil investigation levels (mg/kg)	*CSQG (mg/kg)	*Eco-SSL (mg/kg)
		Cont	MRSG	Cont	MRSG	Cont	MRSG	Cont	MRSG			
As	1.75	4.50	5.07	1.40	1.93	1.67	0.82	2.57	1.50	60	12	18
	cd	b	b	d	cd	d	e	c	d			
Cd	0.03	bdl	bdl	0.002	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.3	1.4	32
	b			c	b	b	b	b	b			
Se	0.65	0.83	0.77	0.08	0.06	0.60	0.73	0.43	0.58	NA	1.0	0.52
	ab	a	a	d	d	b	a	c	b			
Zn	19.82	15.31	17.40	12.36	15.08	5.82	5.39	2.09	1.94	95	200	160
	a	b	a	c	b	d	d	e	e			
Ce	6.16	4.18	5.78	10.70	13.97	2.87	2.32	4.77	3.89	NA	NA	NA
	c	c	c	b	a	d	d	c	c			
La	2.64	1.63	2.38	7.15	7.11	1.15	1.09	1.91	1.83	NA	NA	NA
	c	d	c	a	a	e	e	cd	cd			
Sr	5.07	2.57	5.30	1.79	2.25	2.15	0.46	11.58	20.04	NA	NA	NA
	c	d	c	d	d	d	e	b	a			

Means followed by different letter within same row are significantly different at $p \leq 0.05$. bdl = below detection limit; NA = not available; Cont = control.

* Zarcinas et al. (2004).

CSQG = Canadian soil quality guidelines (CCME, 2007).

© Ecological Soil Screening Level for plant as a receptor (USEPA, 2007).

2.14. Extraction of palm oil from fruitlets and analysis of heavy metals and elements of concern in the oil

Oil palm fruitlets sampled from fresh fruit bunches (FFB) were brought to the laboratory in Universiti Putra Malaysia, Serdang to get its oil extracted. The mesocarp of the oil palm fruitlets was chopped into small pieces and subsequently weighed before wrapping them with filter paper inside a thimble. The wrapped mesocarp was later placed into a flask and hexane was added as the solvent. The extraction of the oil was automatically run by a Soxhlet Unit (Gerhardt Soxtherm). After 4 h of extraction, the extracted oil was placed in an oven to let all the remaining solvent to evaporate. When a constant weight of the oil was obtained, the oil extraction rate (OER) was determined using the method of National Research Centre of Oil Palm (2008).

The oil extracted from oil palm fruitlets was analyzed by ICP-MS. The results obtained were compared to those of the other edible oils as reported by Ashraf (2014), Zhu et al. (2011), Pehlivan et al. (2008) and Mendil et al. (2009).

2.15. Determination of pollution indices

There are several ways to determine the pollution indices, which are:-

2.15.1. Biological accumulation coefficient

The Biological Accumulation Coefficient (BAC), which is an indicator of the ability of a plant to accumulate a specific metal in contrast to the concentration of the metal in the soil substrate (Ghosh and Singh, 2005) was calculated by Eq. (1) as follows:

$$BAC = \frac{\text{Metal concentration in plant}}{\text{Metal concentration in soil}} \quad (1)$$

where, heavy metal concentration in the edible parts of the plant and the soil are represented by metal concentration in plant and metal concentration in soil, respectively.

2.15.2. Geo-accumulation index

Established by Muller (1969), the Geo-accumulation Index (I-geo) was used to discover how much metal has built up in soils/sediments and has been employed in a number of applications and research

Table 6

Heavy metals and other elements of concern in the surface water before and after MRSG application.

Metal (µg/L)	22/5/2016		20/9/2016		29/11/2016		10/5/2017		*Benchmark (µg/L)
	Stream	River	Stream	River	Stream	River	Stream	River	
As	0.85 a	1.01 a	1.03 b	1.69 a	1.75 b	3.74 a	1.79 a	1.84 a	10
Cd	0.02 a	0.03 a	0.23 a	0.09 b	0.05 a	0.08 a	0.06 a	0.06 a	3
Se	0.22 a	0.28 a	0.06 b	0.19 a	0.24 a	0.30 a	0.06 b	0.14 a	10
Zn	105.20 a	135.39 a	51.02 a	63.67 a	61.51 a	35.10 b	56.27 a	49.39 a	3000
Ce	0.41 a	0.82 a	1.29 a	1.31 a	0.60 a	0.60 a	3.11 a	2.33 b	NA
La	0.16 a	0.37 a	0.55 a	0.62 a	0.24 a	0.30 a	1.25 a	1.00 a	NA
Sr	18.30 a	22.58 a	9.46 b	26.88 a	12.66 b	25.96 a	18.54 b	30.79 a	NA
pH	5.08a	5.02a	5.73b	5.97a	6.00a	6.02a	5.78a	5.08b	5–9*

Means followed by different letter from each rainfall event are significantly different at $p \leq 0.05$ for each element.

* Ministry of Health Malaysia (2000); NA = not available.

* Malaysian Environmental Quality Report (2006) (Class IV).

purposes. I-geo is mathematically expressed in Eq. (2) below:

$$I\text{-geo} = \log_2 (C_n / 1.5B_n) \quad (2)$$

where:

C_n = Concentration of element in the soil sample
 B_n = Geochemical background value.

Table AGeochemical background value, B_n , based on shale.

	B_n value (in mg/kg)*
Co	19
Cr	90
Cu	45
Fe	47,200
Mn	850
Ni	68
Zn	95
As	13
Cd	0.3
Ce	59
La	92
Se	0.6
Sr	300
Th	12
Pb	20
Ag	0.07
Ba	580
Hg	0.4
B	100
U	3.7

* Muller (1969).

A factor of 1.5 is used in the equation, in order to take into consideration the chance of disparities in background data because of lithogenic factors. The geo-accumulation index (I-geo) scale is made up of seven levels (0–6), from no contamination (0) to heavy pollution (6).

2.15.3. Pollution Load Index

The Pollution Load Index (PLI) is gathered as contamination Factors (CF), which is the quotient given by dividing the metals concentration by a baseline concentration for each metal. Concentration factor CF is made of four levels (0–3, low CF to high CF) (Hakanson, 1980). The PLI of the site was estimated by gathering the n-root from the CFs which were found from the metals the PLI gathered from each location (Soares et al., 1999). The Pollution Load Index (PLI) was created by

Tomlinson et al. (1980) as it is seen below:

$$CF = C_{\text{metal}} / C_{\text{background value}}$$

$$PLI = \sqrt[n]{(CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \dots \times CF_n)}$$

where:

CF = contamination factor,
 n = number of metals
 C_{metal} = metal concentration in soil sample
 $C_{\text{background value}}$ = background value of that metal.

According to Cabrera et al. (1999), a PLI value equal to 1 signifies the absence of pollution, while when $PLI > 1$ the soil is considered polluted.

2.16. Quality assurance

Quality assurance/quality control (QA/QC) was addressed by including blanks and replicates for the water, soil, and plant tissue samples. Standard Reference Material (SRM) of National Institute and Technology USA (NIST, 1640a for water), (SRM-2711a Montana II for soil), and (CRM-LGC7162 for strawberry leaf) and internal reference materials were used for precision, quality assurance and control (QA/QC) for selected metal measurements. Average values of three replicates were taken for each determination. The precision of analytical procedures was expressed as Relative Standard Deviation (RSD) which

Table 7

Biological Accumulation Coefficient of heavy metals in frond 17 and soil contamination levels following MRSG treatment.

Metal	Index ^a	Value	Note
As	BAC	0.31	Moderate
	I-geo	–2.97	Uncontaminated
	CF	0.29	Low CF
Cd	BAC	0.90	Moderate
	I-geo	–3.58	Uncontaminated
	CF	0.14	Low CF
Se	BAC	0.34	Moderate
	I-geo	–1.03	Uncontaminated
	CF	0.90	Low CF
Zn	BAC	1.16	Intensive
	I-geo	–3.81	Uncontaminated
	CF	0.14	Low CF
	PLi	0.70	Not polluted

^a BAC - Biological Accumulation Coefficient; Igeo - Geological Index; CF - Contamination Factor; and PLI - Pollution Load Index.

Table 8
Heavy metals and other elements of concern in frond 17.

Metal (mg/kg)	5/10/2015 Baseline		22/1/2016		22/5/2016		21/7/2016		1/12/2016		*Normal or sufficient (mg/kg)
	Control	MRSB	Control	MRSB	Control	MRSB	Control	MRSB	Control	MRSB	
As	1.38 b	0.88 c	0.41 e	0.50 e	2.32 a	2.30 a	0.64 d	0.70 d	0.11 f	0.12 f	1–1.7
Cd	0.02 d	0.02 d	0.005 e	0.08 b	0.03 cd	0.03 cd	0.29 a	0.29 a	0.04 c	bdl	0.05–0.2
Se	0.18 c	0.04 e	0.12 d	0.17 c	0.08 d	0.09 d	0.54 a	0.44 b	0.04 e	0.05 e	0.01–2
Zn	42.73 a	46.70 a	31.51 b	22.55 c	20.01 c	17.09 d	20.48 c	23.05 c	4.26 e	1.48 f	27–150
Ce	0.36 d	0.22 e	2.32 b	4.12 a	2.31 b	1.95 b	0.55 c	0.55 c	0.43 cd	0.47 d	NA
La	0.28 e	0.22 f	1.69 b	3.81 a	1.42 bc	1.24 c	0.61 d	0.55 d	0.21 f	0.26 e	NA
Sr	10.61 b	8.84 c	6.37 cd	7.26 c	5.03 d	4.71 d	16.76 a	18.89 a	2.11 e	3.03 e	NA

Means followed by different letter within same row are significantly different at $p \leq 0.05$.

* Kabata-Pendias (2011); NA = not available; bdl = below detection limit.

Table 9
Heavy metals and other elements of concern in the palm oil.

Element	T0 (ppm)	T1	T2	T3	T4
Al	0.0690 a	0.0600 a	0.0580 a	0.0430 a	0.1220 ab
As	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a
Cd	bdl ab	bdl b	0.0001 a	bdl b	bdl ab
Ce	0.0001 b	0.0014 ab	0.0024 ab	0.0016 ab	0.0028 ab
La	0.0004 b	0.0007 ab	0.0014 a	0.0001 ab	0.0013 ab
Se	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a
Sr	0.0240 a	0.0160 a	0.0130 a	0.0160 a	0.0100 a
Th	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a
Zn	0.1030 a	0.0700 a	0.0430 a	0.0420 a	0.0520 a
Mn	0.0210 a	0.0200 a	0.0170 a	1.9300 a	0.0190 a
Pb	0.0040 a	0.0060 a	0.0050 a	0.0020 a	0.0040 a
Cr	0.0090 a	0.0060 a	0.0080 a	0.3540 a	0.0090 a
Ag	0.0001 ab	0.0001 a	bdl c	bdl c	bdl bc
Ba	0.0100 a	0.0090 a	0.0120 a	0.0130 a	0.0070 a
B	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a
Hg	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a	bdl a
Ni	0.0100 a	0.0050 a	0.0040 a	0.0370 a	0.0030 a
Cu	0.0560 a	0.0620 a	0.0300 a	0.0260 a	0.0250 a
Co	0.0010 a	0.0030 a	0.0030 a	0.0090 a	0.0030 a
Mo	0.0010 a	0.0010 a	0.0020 a	0.0020 a	0.0030 a
Si	1.1530 a	0.6300 a	0.6200 a	0.6290 a	1.0400 a
Fe	0.2280 a	0.7050 a	0.1050 a	2.0990 a	0.2240 a

Means followed by different letter within same row are significantly different at $p \leq 0.05$.

bdl = below detection limit.

ranged from 5 to 15% and was calculated from the standard deviation divided by the mean. The recovery rates of studied metals were within $85 \pm 15\%$. Chemicals, stock solutions, and reagents were obtained from Sigma/Fluka/Merck and were of analytical grade. All glassware were washed with distilled water, soaked in nitric acid (30%) overnight, rinsed in deionized water and air-dried before use.

2.17. Statistical analysis

All data on EMP were statistically analyzed by ANOVA for analysis of variance using Microsoft Excel and significance between mean separations were tested using the *t*-test.

3. Results and discussion

3.1. Morphological and mineralogical characterization of the MRSG

The study area was occupied by the rocks of Bera Formation of Permian age (Shafeea et al., 2000), which formed the soil of Jempol Series. The parent material is shale mixed with tuff (Shafeea et al., 2000). Having high amount of clay content throughout its depth, the color of the soil was reddish, indicating the presence of hematite, proven by XRD analysis. Morphological observation of the soil profile in the soil pit showed the presence of an argillic diagnostic horizon (Bt). The

occurrence of the Bt horizon was confirmed by the significant accumulation of the clay content in that zone. The presence of other iron minerals, goethite and hematite, resulted in the phenomenon of low CEC; this notion was consistent with the findings of Shamsuddin et al. (1991) and Ismail et al. (1993).

The soil was moderately well-drained, which was suitable for oil palm production (Shamsuddin et al., 2018). The somewhat slow water movement down the soil profile was due in part to the presence of >75% clay in the soil. Organic matter content in topsoil was high, mostly contributed partly by the debris from the cut fronds and/or empty fruit bunches, which had been laid out in the inter-row of the oil palm. Due to the presence of Bt horizon together with low exchangeable Ca and Mg as well as low CEC, the soil was classified as an Ultisol as defined by the Soil Survey Staff (2014).

The topsoil pH was 4.4, meaning that Al was present in a soluble form which, to a certain extent, affected oil palm growth (Table 3). At this pH level, Al^{3+} in the soil solution would be hydrolysed, resulting in further decrease of soil pH. Oil palm may be able to grow normally on the soil as it is acid-tolerant, which can even survive at the soil pH of 4.3 (Auxtero and Shamsuddin, 1991). In the topsoil, the exchangeable Ca (0.64 cmol_c/kg) and Mg (0.23 cmol_c/kg) were within the normal limit for an Ultisol of the tropics. The main problem with soil for oil palm production is the lack of Mg and/or Ca.

Table 10
Concentration of heavy metals in edible oils.

Metal (mg/kg)	Corn Oil	Sunflower oil	Soybean oil	Peanut oil	Sesame oil	Olive oil	Rapeseed	Palm oil	Reference
As	0.011	0.013	0.016	0.017	0.018	0.013	0.018	–	(1)
	0.012	0.011	0.015	0.013	0.019	0.012	0.015	–	(2)
								0.002	(5)
								–	(6)
Cd								–	(7)
								bdl	This study
	0.006	0.003	0.005	0.004	0.006	0.002	0.006	–	(1)
	0.008	0.004	0.004	0.004	0.005	0.003	0.006	–	(2)
Cu								0.045	(5)
								0.065	(6)
								–	(7)
								bdl	This study
Fe	0.035	0.062	0.052	0.178	0.049	0.286	0.193	–	(1)
	0.0138	0.0026	0.073	–	–	0.0155	–	–	(3)
								1.200	(6)
								0.4	(7)
Mn								0.062	This study
	17.3	33.4	24.3	37.8	43.8	57.8	26.8	–	(1)
	52	105.3	–	–	–	139	–	–	(4)
	0.0195	0.0107	0.0129	–	–	0.0295	–	–	(3)
Pb								130	(6)
								5.0	(7)
								2.10	This study
	0.097	0.347	0.13	0.586	0.269	0.186	0.178	–	(1)
Zn	1.64	0.12	–	–	–	0.14	–	–	(4)
	0.0017	0.0026	0.022	–	–	0.0065	–	–	(3)
								9.250	(6)
								–	(7)
As								1.930	This study
	bdl	0.011	0.014	0.013	0.017	bdl	0.011	–	(1)
	0.009	0.01	0.015	0.012	0.018	0.013	0.012	–	(2)
	bdl	0.0016	bdl	–	–	0.0074	–	–	(3)
Cd								0.038	(5)
								0.042	(6)
								–	(7)
								0.006	This study
Cu	3.1	1.54	1.36	1.78	0.955	1.88	1.67	–	(1)
	2.56	1.23	0.742	1.3	0.883	1.41	1.57	–	(2)
	3.08	1.10	–	–	–	1.03	–	–	(4)
								8.470	(6)
Fe								–	(7)
								0.103	This study

(1) Ashraf (2014), (2) Zhu et al. (2011), (3) Pehlivan et al. (2008), (4) Mendil et al. (2009), (5) Adepoju-bello et al. (2012), (6) Nnorom et al. (2014), (7) FAO/WHO (2015); bdl = below detection limit.

Fig. 3 shows the FESEM micrograph of the MRSG under study. The acicular-shaped mineral in the micrograph was gypsum. The elements present at the three locations (spectrum 1, 2 and 3) in the micrograph were identified by FESEM-EDX (Fig. 4). A spectrum analysis indicating the presence of certain elements were made.

3.2. Chemical characterization of the MRSG

The level of their concentration was below the critical limit set by the Standard and Industrial Research Institute of Malaysia (SIRIM) and the Department of Agriculture (DOA) (Table 2), which are the relevant authorities/agencies in Malaysia responsible for introducing guidelines for the usage of schedule wastes on agriculture land. The concentration of As and Cd in the MRSG were far below the guideline limit. It means that the MRSG used in the current study has the potential to be safely applied on agricultural land for oil palm production.

3.3. Physico-chemical properties of the soil in the study area

The soil was sampled prior to treatments application and also during the duration of the experiment.

3.3.1. The baseline data on soil

The topsoil in the experimental blocks before the application of MRSG was analyzed and the results are presented in Table 3 (for physico-chemical properties) and Table 4 (for heavy metals and other elements of concern). These data were used as baseline information that could be used for comparison after applying MRSG.

Soil data presented in Table 3 indicated that the soil was fertile having moderately high exchangeable Ca, Mg and K, which were rather uncommon for an Ultisol cropped to oil palm in Peninsular Malaysia. The soil samples from the 4 experimental blocks analyzed for the baseline data were taken from the weeded circle as well as in the inter-rows of the oil palm in the plantation where cut fronds and/or empty fruit bunches were once laid down as mulching materials to conserve water or to keep the soil moist. This notion was evidence by the presence of high amount of organic matter (Table 3). On the other hand, the concentration of heavy metals and other elements of concern in the soil from the experimental blocks (Table 4) were below the guidelines set by SIRIM and DOA presented in Table 2.

3.4. Effects of MRSG application on soil

Determination of the soil quality (Table 5) was based on various indices, namely Biological Accumulation Coefficient (BAC) (Ghosh and Singh, 2005), Geological Index (I-geo) (Muller, 1969), Contamination Factor (CF) Hakanson (1980) and Pollution Load Index (PLI) (Tomlinson et al., 1980). Heavy metals content and other elements of concern present in the soil under study (Table 5) and those of the surface water (Table 6) were evaluated based on the above-mentioned indices and the results are presented in Table 7. The results showed that the BAC was low to moderate for As, Cd and Se, and was intensive for Zn. However, intensive level for Zn was probably not due to the result of applying MRSG as small amount of Zn was present in the MRSG (Table 2). Note that Zn is a micronutrient; hence, it is needed in small amount to sustain the growth of the oil palm in the plantation and/or for its FFB production.

The level of heavy metals present in the treated soil was lower than their respective value or reference (Table 5). The heavy metals contents and other elements of concern in the soil of the experimental plots were below the soil investigation level, which means the concentrations of a contaminant above which further appropriate investigation and evaluation will be required (Zarcinas et al., 2004) and Eco-SSL (USEPA, 2007). Heavy metals and other elements of concern in the surface water before and after MRSG application were below the bench mark value of Ministry of Health Malaysia (2000) (Table 6). The drinking

water standard of Malaysia is adopted from World Health Organizations standard. Environmental risk analysis (Table 7) showed that the soil was not contaminated, evidenced by the low contamination factor (Hakanson, 1980) with low Pollution Load Index (Tomlinson et al., 1980).

The content of the heavy metals and other elements of concern in the soil of the research plots in the study area were not affected by the application of MRSG, kieserite and GML, with no significant differences among treatments (Table 5). This means that MRSG and kieserite treatment had produced comparable or similar results.

The critical toxic concentration of La and Ce in soils throughout the world is unavailable at the moment. However, the mean concentration of the two rare earth elements in some common soils of Japan and China had been determined; the respective concentration was 18 and 40 mg/kg, while that of Chinese soils was 44 and 86 mg/kg. For the topsoil in the forest of Sweden, the corresponding concentration was 5–33.2 and 11–68 mg/kg (Tyler, 2004). It is believed that their concentration in the soil under study due to MRSG application would not exceed the amount present in the soils of Japan or China, which were evidenced from data presented in Table 5. For Sr, according to Forum of European Geological Survey (FOREGS, 2018) database, its median concentration in the topsoil is 89.0 mg/kg and 0.50 mg/L in water.

3.5. Effect of MRSG application on surface water quality

Heavy metals and other elements of concern in the surface water before and after MRSG application were below the bench mark value of Ministry of Health Malaysia (2000) for all the sampling dates (Table 6). There are no significant differences between the concentration of TEOC between the stream and the river in the study site. The pH of surface water was slightly acidic. The values were fluctuating slightly through the study period. The pH of water in the surface water was within the Class IV of the NWQS standard.

3.6. Effects of MRSG application on oil palm tissue

During the course of its growth, the oil palm in the plantation under production had taken up all sorts of plant nutrients as well as other elements contained in the soil on which it was growing that could be detected in the leaves. The concentration of the heavy metals in the oil palm tissue from frond 17 was not affected by treatments (Table 8). Hence; there was no significant difference in the results due to treatment with MRSG and kieserite.

Cytotoxic (As, Cd, and Se) and phytotoxic (Zn) elements have also been determined in the oil palm tissues (Table 8). Based on the results of the EMP carried out during the period of the 3-year field trial, it was concluded that application of MRSG as Mg fertilizer source in the oil palm plantation was not significantly different from the baseline data. Therefore, long-term application of MRSG in the plantation can be beneficial for oil palm growth and its yield in terms of fresh fruit bunches as it was able to supply the much needed Mg, Ca and S, required to sustain its growth and/or production.

3.7. Effects of MRSG application on palm oil

The ultimate test on the impact of applying MRSG on the soil cropped to oil palm is the quality of its oil which was still within the acceptable levels in terms of the heavy metals content and the elements of concern. The concentration of the said elements in the palm oil presented in Table 9 was compared to those of the edible oils on sale at the marketplace shown in Table 10. The results of the comparison did not show any indication of the accumulation of heavy metals and other elements of concern in the palm oil under investigation. This is in line with the finding of other studies by Violina et al. (2005); Sengalevitch (1999); Szyzewski et al. (2016) and Tyler (2004) on oil crops that show there is little accumulation of heavy metals in the oil.

This study shows that in the extracted oil, the heavy metals were much lower than those found/reported by other researchers (Table 10). Palm oil quality resulting from the soil being treated with MRSG and kieserite were similar.

To further enhance the conclusion of this study, cytotoxic (As, Cd, and Se) and phytotoxic (Zn) elements have also been determined in the palm oil (Table 9). The results showed that both groups of elements were below the known guideline limit.

4. Conclusion

The results of the field trial in Bera, Peninsular Malaysia showed that MRSG application could bring about positive impact on Malaysian palm oil industry. The quality of the palm oil was not significantly affected by the application of MRSG, producing results similar with those of the kieserite. It was also proven that MRSG application did not result in negative impact on the environment; thus, the quality of the soil and surface water in the oil palm plantation and/or in the surrounding area remained intact. The respective phytotoxic and cytotoxic elements in the tissues of the oil palm and palm oil were below the concentration of other studies. Furthermore, long-term application of MRSG in the oil palm plantation could have positive impact on the fresh fruit bunches production. Hence, it is recommended that MRSG be applied in oil palm plantations in Peninsular Malaysia occupied by the highly weathered Ultisols to sustain palm oil production in the long run.

(A = Bera Formation; B = Semantan Formation; C = Sandstone)

Acknowledgements

The authors would like to thank Lynas Malaysia Sdn Bhd for the financial support (6300176-10201-R11600). We also want to express our gratitude to Universiti Putra Malaysia as well as Universiti Kebangsaan Malaysia for the technical support. The approval by the Department of Environment, Malaysia for allowing us to use the MRSG for research purposes is highly appreciated. We also wish to thank individuals or group of people, either in or outside the country, who in one way or another helped towards the successful and timely implementation of the research project in good time.

References

- Adepoju-Bello, A.A., Osagiede, S.A., Oguntibeju, O.O., 2012. Evaluation of the concentration of some toxic metals in dietary red palm oil. *J. Bioanal. Biomed.* 4, 92–95. <https://doi.org/10.4172/1948-593X.1000069>.
- American Public Health Association (APHA), 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation and Water Environment Federation, Washington DC, USA.
- Ashraf, M.W., 2014. Levels of selected heavy metals in varieties of vegetable oils consumed in the Kingdom of Saudi Arabia and health risk assessment of local population. *J. Chem. Soc. Pak.* 36 (4), 691–698.
- Atomic Energy Licensing Board (AELB), 2008. Code of Practice on Radiation Protection of Non-medical Gamma and Electron Irradiation Facilities. Ministry of Science, Technology and Innovation, Selangor, Malaysia <http://www.aelb.gov.my>.
- Auxtero, E.A., Shamsuddin, J., 1991. Growth of oil palm (*Elaeis guineensis*) seedlings on acid sulfate soils as affected by water regime and aluminum. *Plant Soil* 137, 243–257. <https://doi.org/10.1007/BF00011203>.
- Cabrera, F., Clemente, L., Diaz Barrientos, E., Lopez, R., Murillo, J.M., 1999. Heavy metal pollution of soils affected by the Guadimar toxic flood. *Sci. Total Environ.* 242, 117–129. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(99\)00379-4](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(99)00379-4).
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), 2007. Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health: summary tables. Updated September, 2007. Canadian Council of Ministers of the Environment, Canadian Environmental Quality Guidelines, Winnipeg.
- Department of Environment (DOE), 1974. Environmental Quality Act: Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations 2005. Ministry of the Natural Resources and Environment, Kuala Lumpur, Malaysia.
- FAO/WHO, 2015. Pesticide Residues in Food 2015. FAO Plant Production and Protection Paper 223, Geneva, Switzerland (ISSN 0259-2517).
- Forum of European Geological Surveys (FOREGS), 2018. <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/text/Sr.pdf>. Accessed date: 5 February 2018.
- Ghosh, M., Singh, S.P., 2005. A comparative study of cadmium phytoextraction by accumulator and weed species. *Environ. Pollut.* 133 (2), 365–371. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.05.015>.
- Hakanson, L.L., 1980. An ecological risk index aquatic pollution control, a sedimentological approach. *Water Res.* 14 (8), 975–1001. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90143-8).
- Ismail, H., Shamsuddin, J., Syed Omar, S.R., 1993. Alleviation of soil acidity in a Malaysian Ultisol and Oxisol for corn growth. *Plant Soil* 151, 55–65 (doi: stable/42938707).
- Kabata-Pendias, A., 2011. Trace Elements in Soils and Plants. fourth ed. CRC Press, Boca Raton.
- Malaysia Environmental Quality Report, 2006. Chapter 3: River Water Quality. 2007. Department of Environment Malaysia. Sasyaz Holdings Sdn Bhd, p. 24.
- McLean, E.O., 1965. Exchangeable aluminium. In: Black, C.A. (Ed.), Methods of Soil Analysis - Part 2. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Wisconsin.
- Mendil, D., Uluözülü, O.D., Tuzen, M., Soyak, M., 2009. Investigation of the levels of some elements in edible oil samples produced in Turkey by atomic absorption spectrometry. *J. Hazard. Mater.* 165, 724–728. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.10.046>.
- Ministry of Health Malaysia, 2000. The Malaysian Guidelines for Raw Drinking Water Quality (Putrajaya, Malaysia).
- Muller, G., 1969. Index of geo-accumulation in sediments of the Rhine River. *Geol. J.* 2, 108–118.
- Murphy, J., Riley, J.P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27, 31–36. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88444-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88444-5).
- Najihah, N.I., Hanafi, M.M., Idris, A.S., 2014. Silicon treatment in oil palms confers resistance to basal stem rot disease caused by *Canoderma boninense*. *Crop Prot.* 67, 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.004>.
- National Research Centre of Oil Palm, 2008. Estimation of Mesocarp Oil from Oil Palm Fruits. Technical Bulletin 9. ICAR-Indian Institute of Oil Palm Research, Padavegi, India.
- Nnorom, I.C., Alagbaoso, J.E., Amaechi, U.H., Kanu, C., Ewuzie, U., 2014. Determination of beneficial and toxic metals in fresh palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) from South-eastern Nigeria: estimation of dietary intake benefits and risks. *J. Sci. Res. Rep.* 3 (16), 2216–2226. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2014/11428>.
- Olmstead, L.B., Alexander, L.T., Middleton, H.E., 1930. A pipette method of mechanical analysis of soils based on improved dispersion procedure. Technical Bulletin No. 170. USDA, Washington D.C.
- Pehlivan, B.E., Arslan, G., Gode, F., Altun, T., Özcan, M.M., 2008. Determination of some inorganic metals in edible vegetable oils by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES). *Grasas Aceites* 59 (3), 239–244. <https://doi.org/10.3989/gya.2008.v59i3.514>.
- Sengalevitch, G., 1999. Problems of heavy metals contamination and using the agricultural lands in the region of KCM-AD-Plodiv. *Prilozenie ekologiya kam buletin KCM* 1, 10–17.
- Shafeea, M.L., Kamal, R.M., Sone, M., 2000. On the new Permian Bera Formation from Bera District, Pahang, Malaysia. *Proc. Ann. Geol. Conf., Penang*, pp. 151–158.
- Shamsuddin, J., Fauziah, C.I., 2010. Weathered Tropical Soils: The Ultisols and Oxisols. UPM Press, Serdang, Malaysia.
- Shamsuddin, J., Ismail, H., 1995. Reactions of ground magnesium limestone and gypsum in soils with variable-charge minerals. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59 (1), 106–112.
- Shamsuddin, J., Che Fauziah, I., Sharifuddin, H.A.H., 1991. Effects of limestone and gypsum applications to a Malaysian Ultisol on soil solution composition and yields of maize and groundnut. *Plant Soil* 134, 45–52. <https://doi.org/10.1007/BF00010716>.
- Shamsuddin, J., Fauziah, C.I., Roslan, L., Noordin, W.D., 2018. Ultisols and Oxisols: Enhancing Their Productivity for Oil Palm, Rubber and Cocoa Cultivation. 2nd edition. UPM Press, Serdang, Malaysia.
- Soares, H.M., Boaventura, R.A.R., Esteves da Silva, J., 1999. Sediments as monitors of heavy metal contamination in the Ave river basin (Portugal): multivariate analysis of data. *Environ. Pollut.* 105, 311–323. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00048-2](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00048-2).
- Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th edition. United States Department of Agriculture, Washington DC.
- Szycczewski, P., Marcin, F., Anetta, Z., Jerzy, S., Tomasz, S., Paweł, P., 2016. A comparative study of the content of heavy metals in oils: linseed oil, rapeseed oil and soybean oil in technological production processes. *Arch. Environ. Protect.* 42 (3), 37–40. <https://doi.org/10.1515/aep-2016-0029>.
- Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R., Jeffery, D.W., 1980. Problems in the assessment of heavy metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgoländer Meeresun.* 33, 566–572. <https://doi.org/10.1007/BF02414780>.
- Tyler, G., 2004. Rare earth elements in soil and plant system - a review. *Plant Soil* 267, 191–206. <https://doi.org/10.1007/s11104-005-4888-2>.
- US EPA, 1996. Method 3050B: acid digestion of sediments, sludges, and soils. Selected Analytical Methods for Environmental Remediation and Recovery (SAM) <https://www.epa.gov/homeland-security-research/epa-method-3050b-acid-digestion-sediments-sludges-and-soils>. Accessed date: 5 February 2018.
- US EPA, 2007. Guidance for developing ecological soil screening levels. https://www.epa.gov/sites/production/files/201509/documents/ecossl_guidance_chapters.pdf (Accessed February 5, 2018).
- Violina, A., Radka, I., Ivanov, K., 2005. Heavy metal accumulation and distribution in oil crops. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 35 (17–18), 2551–2566. <https://doi.org/10.1081/LCSS-200030368>.
- Walkley, A., 1947. A critical examination of a rapid method for determination of organic carbon in soils - effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Sci.* 63, 51–257.
- Zarcinas, B.A., Ishak, C.F., McLaughlin, M.J., Cozens, G., 2004. Heavy metals in soils and crops in Southeast Asia. 1. Peninsular Malaysia. *Environ. Geochem. Health* 26 (4), 343–357. <https://doi.org/10.1007/s10653-005-4669-0>.
- Zhu, F., Fan, W., Wang, X., Qu, L., Yao, S., 2011. Health risk assessment of eight heavy metals in nine varieties of edible vegetable oils consumed in China. *Food Chem. Toxicol.* 49 (12), 3081–3085. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.09.019>.

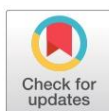
RESEARCH ARTICLE

Utilization of magnesium-rich synthetic gypsum as magnesium fertilizer for oil palm grown on acidic soil

Arolu Fatai Ayanda , Shamshuddin Jusop *, Che Fauziah Ishak, Radziah Othman

Department of Land Management, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia

* shamshud@upm.edu.my



Abstract

A study was conducted to determine the impact of applying different sources of Mg, namely kieserite, ground magnesium limestone (GML) and Mg-rich synthetic gypsum (MRSG) on an acid tropical soil, oil palm growth and production. Besides high amount of Mg and Ca, MRSG contains S. Exchangeable Ca in the untreated soil of the plantation was 0.64 cmol_c kg⁻¹, but its critical level to sustain oil palm growth was 0.9 cmol_c kg⁻¹. MRSG was applied in the plantation as Mg-fertilizer; however, since Ca is also a limiting nutrient, oil palm growth was correlated ($r = 0.69$) with Ca supplied by the MRSG. Mg needed to sustain oil palm production is normally supplied by kieserite. Its requirement can be met at a lower cost compared to that of the kieserite by using MRSG. Due to MRSG treatment, exchangeable Ca in the soil increased steadily to satisfy the requirement of oil palm for fruit bunches production. From the glasshouse and field study, it was observed that MRSG applied at 1.5 times the recommended rate gave results comparable to that of the kieserite. MRSG treatment resulted in the increase of soil pH to >5 that precipitated Al³⁺ as inert Al-hydroxides, which eventually enhanced oil palm seedlings growth. Thus, MRSG can also replace GML to increase soil pH and satisfy the Ca and Mg requirement of oil palm. It can be concluded that MRSG has the potential to be used as a source of Mg as well as Ca for oil palm grown on acidic soil.

OPEN ACCESS

Citation: Ayanda AF, Jusop S, Ishak CF, Othman R (2020) Utilization of magnesium-rich synthetic gypsum as magnesium fertilizer for oil palm grown on acidic soil. PLoS ONE 15(6): e0234045. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045>

Editor: Rafiq Islam, Ohio State University South Centers, UNITED STATES

Received: December 6, 2019

Accepted: May 17, 2020

Published: June 16, 2020

Copyright: © 2020 Ayanda et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All the relevant data are within the manuscript.

Funding: The research grant was awarded to Universiti Putra Malaysia with Shamshuddin J as the lead researcher. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors wish to state that there is no "competing interest" whatsoever to declare. There is no form of interference from the funding company and no declaration relating to employment, consultancy, patents, products in

Introduction

In Malaysia and Indonesia, more than 5 and 10 million ha of their land area, respectively, are cropped to oil palm (*Elaeis guineensis*). The soils used for growing oil palm in these countries which are highly weathered Ultisols and Oxisols have insufficient nutrients for oil palm growth requirement. Hence, fertilizer application is crucial to sustaining yield production. One of the most important nutrients required by oil palm is Mg. It is a standard practice among oil palm plantations in the country to apply kieserite (MgSO₄·H₂O) as a source of Mg to sustain oil palm growth and production. Applying kieserite would also add S into the soil system; Mg is required for oil production in the fruitlets. Another equally important source of Mg giving

development, marketed products, etc. This does not alter our adherence to PLOS ONE policies on sharing data and materials.

comparable result to that of kieserite is dolomitic limestone [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] [1], which is otherwise known as ground magnesium limestone (GML). GML releases Mg and Ca into the soil, which are needed to keep oil palm growing in the field without limitation.

Due to the high cost of fertilizer in oil palm production, it is imperative to look for a cheaper substitute to replace the expensive kieserite as a source of Mg. An industrial by-product called Mg-rich synthetic gypsum (MRSG), which is otherwise known as neutralization underflow (NUF) residue has been found to have beneficial properties which makes it a potential alternative to kieserite and GML as a source of Mg-fertilizer.

According to Golder Associates of Australia, this by-product contains magnesium hydroxide (17.1%), calcium hydroxide (4.3%) and calcium carbonate (2.3%), thus with a high pH of 8.8. MRSG is classified as Scheduled Waste (SW205) by the Department of Environment (DoE) which has given the permission for this material to be used in glasshouse study and field trial in an oil palm plantation. It is expected that the application of MRSG will improve the growth of oil palm, giving comparable result to that of the kieserite and GML and may as well go on to reduce soil acidity condition prevalent in the tropical region of the world where oil palm is mostly cultivated. This alongside the relatively low cost of MRSG may go on to prove its importance as an Mg source for use in oil palm plantation around the world. Thus, a study was conducted to determine the impact of applying different sources of Mg, which are Chinese kieserite, ground magnesium limestone and Mg-rich synthetic gypsum, on soil and oil palm growth/production.

Materials and methods

Characterization of MRSG

The MRSG used in the study was studied under Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM) and the elements present in it were identified using Energy Dispersive X-ray (EDX) attached to the FESEM. However, the mineralogical composition of the MRSG was determined by XRD analysis. To determine its elemental composition by ICP-OES, the MRSG was dissolved in a mixture of nitric acid and perchloric acid at the ratio of 3:1 with the addition of hydrogen peroxide [2], and elemental composition was determined by ICP-OES. A solubility experiment was also conducted to compare the solubility of Mg in MRSG, GML and kieserite. Alongside the MRSG sample, China kieserite and GML were respectively (based on the equivalent to 1 g of Mg) added in 300 mL of distilled water in duplicate. At each time point (5, 10, 20, 40 and 60 min), 20 mL of sample was drawn and analyzed with ICP. The Mg so determined was plotted against time.

The soil used for the nursery experiment was collected from the site of field experiment in Bera, Pahang, Malaysia (GPS 03.27362 N, 102.58044 E). The soil collected from the field was identified as Jempol Series using the criteria set by the Department of Agriculture Malaysia [3]. According to Soil Taxonomy [4], it belonged to the clayey, kaolinitic, isohyperthermic family of Typic Paleudults.

Soil characterization

Soil physico-chemical analysis. Soil particle-size distribution determination was carried out using the pipette method. Soil pH was determined at the soil to water ratio of 1:2.5. Electrical conductivity (EC) was measured at soil to water ratio of 1:5. The CEC of the soil was determined by 1 M ammonium acetate buffered at pH 7. Basic exchangeable cations were extracted using 100 mL of 1 M ammonium acetate buffered at pH 7. The concentration of K, Ca, Mg and Na in the solutions was determined by Perkin Elmer Model AAS 3110 atomic absorption spectrophotometer (AAS). Total C in the soil was determined by dry combustion techniques,

using LECO CR-412 Carbon Analyser. Available phosphorus was analyzed by the Bray and Kurtz II method [5]. Exchangeable Al was extracted using 1 M KCl and the Al in the extract was measured by Perkin Elmer Optima 8300, Norwalk, CT, USA, inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES).

Glasshouse study

Soil and soil sampling. The soil for the glasshouse study was taken from the site of field experiment in Bera, Pahang (Fig 1). The sample was taken from the topsoil (at 0–20 cm depth). The collected soil was immediately transported to Universiti Putra Malaysia (UPM) in Serdang to be processed for the use in laboratory analysis and glasshouse experiment.

Experimental design. The experiment was conducted at a glasshouse in the Faculty of Agriculture, UPM, Serdang for a period of 9 months. Three-month-old oil palm seedlings of the same size and/or height were planted in polybags having 20 kg soil; the experiment was conducted using Randomized Complete Block Design (RCBD), with 6 replications. The

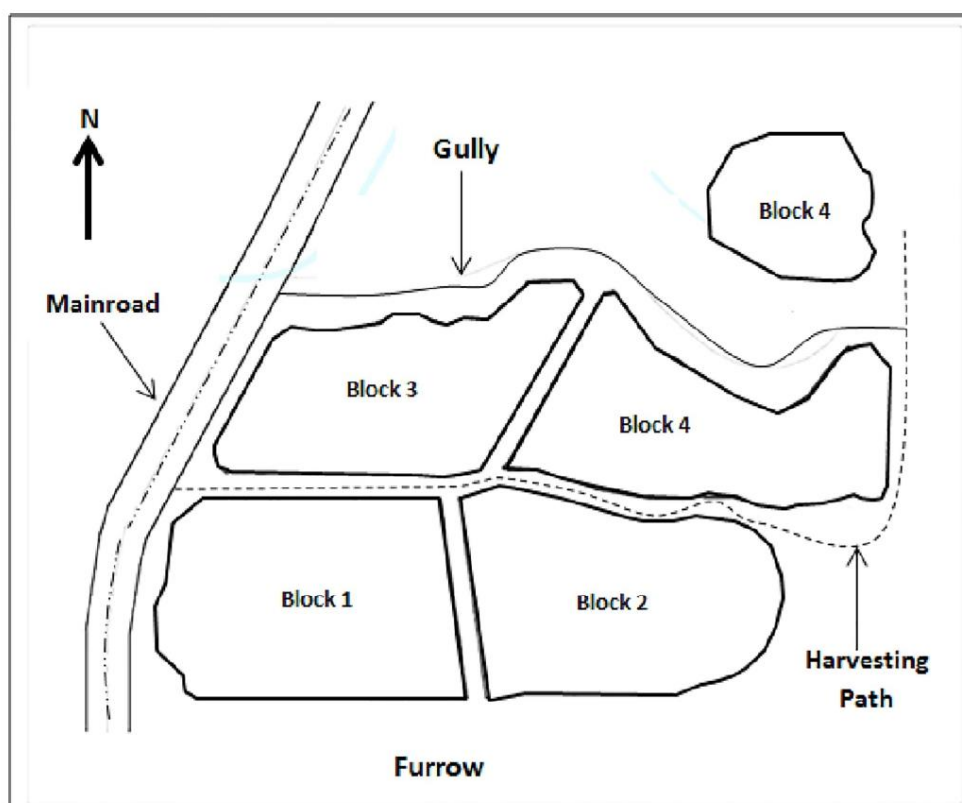


Fig 1. Diagrammatic presentation of the experimental blocks in the field.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.g001>

Table 1. Label and details of the treatment used in the study.

Treatment	Description
T0	NPK without magnesium
T1	NPK+kieserite at the Mg recommended rate
T2	NPK+GML at the recommended rate of Mg
T3	NPK+MRSG at the recommended rate of Mg
T4	NPK+MRSG at 1.5 times the recommended rate of Mg
T5	NPK+ MRSG at two times the recommended rate of Mg
T6	NPK+MRSG equivalent to the amount of Ca in GML

T = Treatment, NPK = Nitrogen, Phosphorus, potassium (chemical fertilizer)

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t001>

experimental units consisted of individual palm, with a total of 42 seedlings planted in the polybags. Based on the recommended magnesium requirement for oil palm nursery, an amount of 18 g of Mg was derived for each oil palm seedling grown on 20 kg soil and this was given as a one-time application alongside the NPK, for the duration of the experiment. The rate of NPK used for this study was recommended by the International Potash Institute [6]. The NPK fertilizers used for this experiment are 80.93g of Urea, 82.45 of g Triple superphosphate and 71.24g of Muriate of Potash. The treatment rates for the experiment are shown in Table 1. Kieserite and GML were included as treatments for the purpose of comparing their results with those of the MRSG.

Sampling of soil and oil palm tissue. Sampling for soil and oil palm plant was conducted to determine the effect of treatment on soil chemical properties and the vegetative growth of the oil palm seedlings. This was carried out at 3, 6 and 9 months after planting. Based on standard procedure, oil palm tissues from frond number 3 were sampled for this purpose. The leaves were kept in an oven at 65°C overnight prior analysis. On the other hand, soil samples were air-dried and kept in containers while waiting for the chemical analyses to be carried out.

Measurement of growth parameters. Determination of growth parameters of the oil palm seedlings was carried out at 3 months interval. The parameters determined were plant height, the number of fronds, the weight of plant top, root weight and chlorophyll content.

Root growth. After harvesting, the roots were carefully separated from the aerial part of the oil palm seedling and washed with distilled water to remove soil particles. The roots were scanned to measure the total root length and surface area of the roots using the WinRHIZO-pro.

Analysis of oil palm tissue. Oil palm tissue analysis was carried out using the wet ashing method for the determination of C, N, P, K, Ca and Mg. Nitrogen and P in the solution were determined by AutoAnalyzer (QuickChem 8000 Series FIA System, Lachat Instruments, Loveland, USA), while K, Ca and Mg were determined by ICP-OES.

Soil analysis. The soil sampled at the 3-months interval was analyzed according to the methods described earlier in this paper (soil characterization).

Field trial

Experimental design. The experimental area in the plantation was divided into 4 blocks (Fig 1), randomly arranged to satisfy the objectives of the field trial. In each block, the palms were marked accordingly to indicate the block, treatment and palm number.

The experimental design used was randomized complete block design (RCBD). There were five treatments applied as shown in Table 2. These treatments were replicated in four blocks (Fig 1), with each plot comprised six palms. Each treatment plot was separated by small ditches

Table 2. The rate of GML, MRSG and kieserite applied in the research plots.

Treatment	Description	Rate of application
T0	Control 1: GML rate recommended by Felda Plantation	1.25 kg/palm application of GML
T1	(MRSG at equivalent amount of Mg in Kieserite)	1.1 kg/palm application of MRSG
T2	(MRSG at one-half the recommended rate of Mg in Kieserite)	1.45 kg/palm application of MRSG
T3	(MRSG at double the recommended rate of Ca in GML)	2.4 kg/palm application of MRSG
T4	(Control 2: Kieserite rate recommended by Felda Plantation)	0.5 kg/palm application of kieserite

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t002>

and the blocks were separated by larger drains to prevent trans-boundary movement of the applied materials. The NPK fertilizers required to sustain oil palm growth/production were applied at 6 months interval at the appropriate rates. MRSG, kieserite and GML applied four times in the experimental plots (for the two years duration of field trial) were broadcast and ploughed under to a depth of 15 cm within the weeded circle of each palm (1.5 m from the trunk base) at an interval of six months.

Sampling of soil in the experimental plots. The sampling of soil in the experimental plots was carried out 3 times at 6 months interval. Soil samples for the analyses taken at 0–15 cm depth were within the weeded circle, using a soil auger.

Sampling and analysis of oil palm tissue. Frond 17 is the indicator tissue to show the nutrient status of matured palm [7]. Oil palm tissues from frond 17 were sampled twice at the interval of 6 months. Oil palm tissue analysis was carried out by wet ashing method to determine N, P, K, Ca, Mg, Al and Fe. N and P in the solution were measured by AutoAnalyser (QuickChem 8000 Series FIA System, Lachat Instruments, Loveland, USA), while ICP-OES was used to determine K, Ca, Mg, Al and Fe.

Harvesting of fresh fruit bunches (FFB) in the research plots. Harvesting of the FFB in the research plots was carried out every 2 weeks by the workers hired by the plantation owner under the supervision of the research team.

Determination of oil extraction rate. Oil extraction rate (OER) was determined by the method proposed by the National Research Centre of Oil Palm [8].

Statistical analysis

Soil and oil palm tissue data obtained in the glasshouse study were statistically analysed, using SAS version 9.4. Analysis of variance was used to study the effects of the treatments on all the traits, while means comparison was done using the Least Significant Difference (LSD). Multiple regression analysis with stepwise selection method was conducted using SAS version 9.4. For the field trial, ANOVA for the analysis of variance for data on soil, oil palm tissue, OER and FFB yield was conducted using SAS version 9.4 (SAS Institute, Inc., Cary, N.C., USA), while means comparison was done using multiple T-test.

Results and discussion

Mineralogical composition of the MRSG

The result of the solubility test shows that the solubility of the tested materials is in order of: GML < MRSG < kieserite. The dominance of gypsum in the MRSG was evidenced by the presence of the acicular-shaped mineral observed under FESEM (Fig 2). The average chemical composition of the MRSG at any particular spot (e.g. at spectrum 1, 2 and 3) in the FESEM micrograph can be determined using EDX attached to the FESEM. The chemical contents of the MRSG determined by FESEM-EDX methodology (Fig 2) were the relative measurement, normalized to 100% and were not the absolute amount as determined by ICP-OES. In this

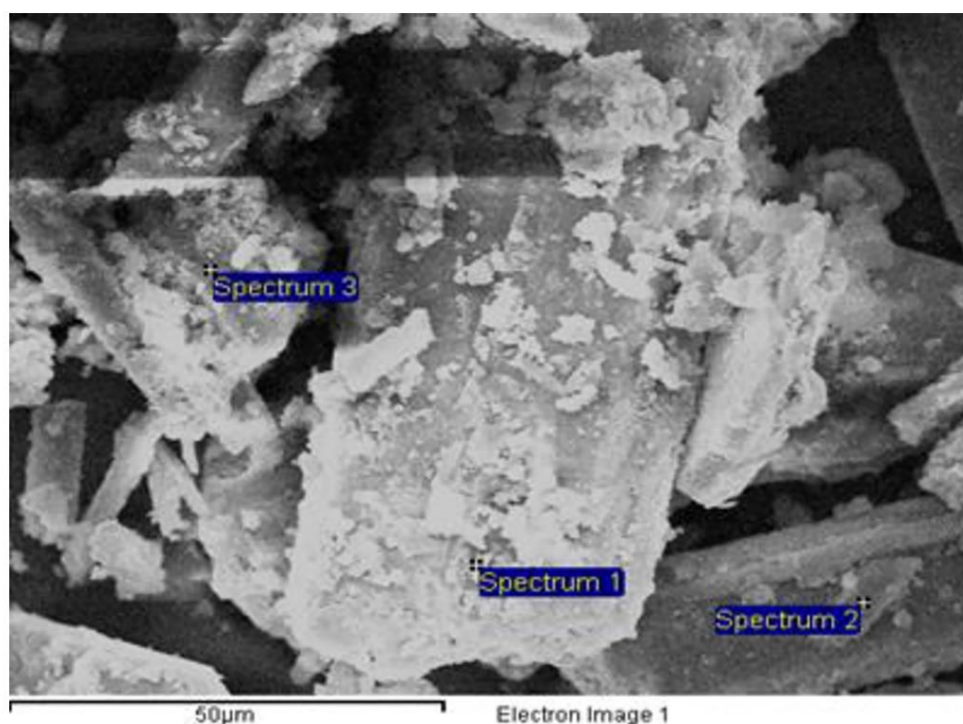


Fig 2. FESEM-EDX micrograph of the MRSG under investigation.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.g002>

study, spectrum analyses indicating the presence of certain elements were made. However, detailed elemental composition of the MRSG was tabulated based on ICP-OES analysis.

Mineralogical analysis of the MRSG (Fig 3) showed that it was mainly composed of gypsum (45.4%), proven by the d-spacing of 7.609 Å (2theta 11.63). There was also evidence for the presence of some calcite in the MRSG shown by the d-spacing of 3.036 Å (2theta of 29.41); however, the XRD peak was too weak to be clearly seen on the diffractogram (Fig 3). This finding is consistent with the detection of C in the MRSG by FESEM-EDX.

Plants nutrients and beneficial elements present in the MRSG are shown in Table 3. The most abundant macronutrient present was Ca (21%), followed by Mg (7%), with some P and K. The MRSG also contained some micronutrients (Mn and Zn), which are required in small amount to sustain oil palm growth. A small quantity but significant nonetheless was the presence of Se, which if sufficiently taken up by oil palm in the plantation and subsequently transported to its fruitlets, would have a far-reaching health benefit to human being consuming palm oil [9]. Si was detected by ICP-OES analysis, which was believed to exist in the form of amorphous silica. However, it cannot be confirmed by XRD analysis because it did not exist in the form of quartz, the crystalline form of SiO₂. The finding that the silica in the MRSG existed as an amorphous material is consistent with that of Golder Associates of Australia. Silicon, in

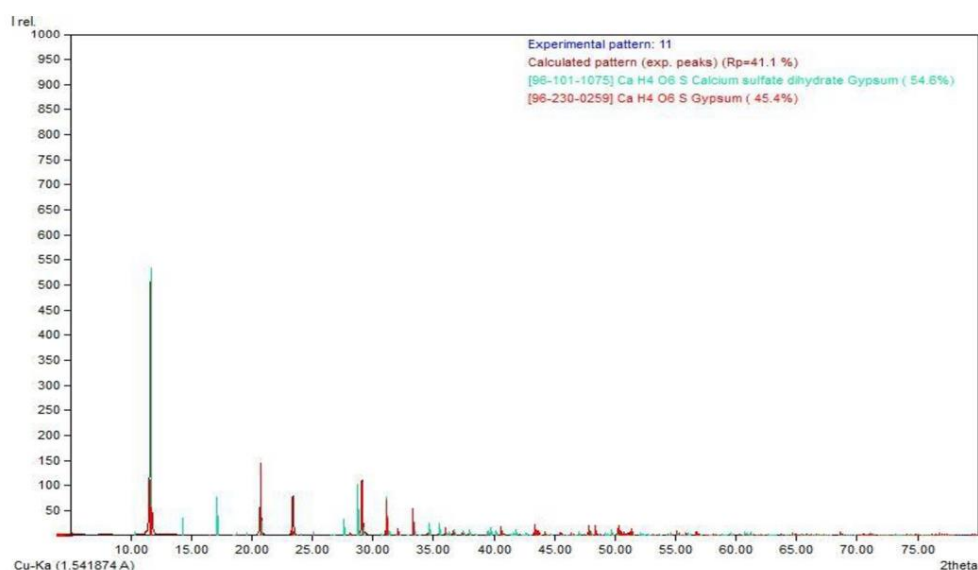


Fig 3. XRD diffractogram of the MRSG used in the study.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.g003>

soil solution, if taken up by oil palm is able to prevent and/or cure certain disease prevailing in the plantations [10].

Glasshouse study

Baseline properties of the soil before treatment. The soil used for the glasshouse study was collected from the field experimental site. This soil was classified as a clayey, isohyperthermic family of Typic Paleudult [3] and named as soil of the Jempol Series according to the Malaysian system for soil classification. The physico-chemical properties of the soil are as shown in Table 4.

Table 3. Plant nutrients and beneficial elements present in the MRSG.

Group	Element	Amount (mg/kg)
Macronutrient	P	234
	Ca	209871
	Mg	71483
	K	49.39
Micronutrient	Fe	1368
	Mn	1175
	Zn	38.68
	Cu	127
Beneficial element	Si	19.14
	Se	0.35

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t003>

Table 4. The physico-chemical properties of the soil used in the experiment.

Soil properties		**Nutrient ranking for oil palm (High)
Sand (%)	7.34	
Silt (%)	14.88	
Clay (%)	75.78	
Textural class	Clayey	
pH (water)	4.92	4.2–5.5
Av. P (mg kg ⁻¹)	3.92	20–25
Total N (%)	0.13	0.15–0.25
Total C (%)	1.05	1.5–2.5
Exc. Ca (cmol _c kg ⁻¹)	0.64	
Exc. Mg (cmol _c kg ⁻¹)	0.23	0.25–0.30
Exc. K (cmol _c kg ⁻¹)	0.13	0.25–0.30
Exc. Na (cmol _c kg ⁻¹)	0.04	
Exc. Al (cmol _c kg ⁻¹)	1.41	
CEC	7.11	15–18
Cu (mg kg ⁻¹)	64.50	
Fe (mg kg ⁻¹)	7152.50	
Mn (mg kg ⁻¹)	283.50	
Zn (mg kg ⁻¹)	67.70	

Av. P = available phosphorus, N = Nitrogen, C = Carbon, CEC = Cation Exchange Capacity, Exc. K = exchangeable potassium, Exc. Ca = exchangeable calcium, Exc. Mg = exchangeable magnesium, Exc. Na = exchangeable sodium, Exc. Al = exchangeable aluminum.

** Source: Goh et al. (2003).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t004>

The soil used in the experiment is acidic with a pH of <5 (Table 4); however, according to Goh et al. [11] it is still within the suitable soil pH range for oil palm cultivation. The exchangeable magnesium in the soil was 0.23 cmol_c kg⁻¹. This concentration is considered as moderate for oil palm growth. The CEC of the Ultisol under study was within the level expected for a typical highly weathered soil in the tropics (Table 4). The available phosphorus in the soil was very low (Table 4). Low P availability could be due to its immobilization via specific adsorption by Fe and Al oxides, forming insoluble Fe-P and/or Al-P compound [12]; note that Fe was very high in the soil. The pK_a of Al is 5; hence, soil solution pH will go towards 5 to achieve the state of equilibrium. High organic matter content as reflected by the high nitrogen and carbon in the topsoil was thought to be due to the contribution from the felled fronds and empty fruit bunches that were previously laid down in the inter-rows of the oil palm.

Effects of MRSG treatment on soil. Exchangeable Mg in the soil of the glasshouse study at harvest (month 9) indicated that the level of Mg in soil treated with MRSG is comparable to that of kieserite application (Table 9). Exchangeable Mg and Ca in the topsoil of the plantation was 0.23 and 0.64 cmol_c/kg soil, respectively (Table 5), and these values were below the sufficiency level for the optimal oil palm growth [13]. Mg or even Ca required by oil palm can be supplied by GML application; however, the standard practice of supplying Mg for oil palm consumption is by applying kieserite. Calcium is mostly neglected in oil palm nutrition since its deficiency has been rarely reported [14]. However, in the past, Ca was added to the soil through liming. The large hectare of land cultivated to oil palm has made liming a very expensive practice. Despite that oil palm is an acid-tolerant plant species [15], which can tolerate soil acidity below pH of 5. This study showed that raising soil pH to higher level enhanced the

Table 5. Soil pH and exchangeable Ca and Mg as affected by MRSG treatments.

Trt	Month 3			Month 6			Month 9		
	pH	Exch Ca	Exch Mg	pH	Exch Ca	Exch Mg	pH	Exch Ca	Exch Mg
	cmol/kg								
T0	5.32 ^f	0.72 ^d	0.28 ^e	5.27 ^e	0.49 ^f	0.28 ^e	5.23 ^e	0.49 ^d	0.28 ^e
T1	6.02 ^e	0.86 ^{cd}	0.39 ^d	6.19 ^d	0.76 ^c	0.45 ^c	6.17 ^d	0.82 ^c	0.51 ^b
T2	6.48 ^b	1.03 ^c	0.31 ^e	6.41 ^b	1.25 ^b	0.35 ^d	6.25 ^b	1.28 ^a	0.36 ^{cd}
T3	6.18 ^d	1.36 ^b	0.34 ^{cd}	6.20 ^d	1.06 ^{cd}	0.34 ^d	6.18 ^d	0.92 ^c	0.34 ^d
T4	6.20 ^{cd}	1.39 ^{ab}	0.52 ^c	6.29 ^c	1.02 ^d	0.47 ^{bc}	6.28 ^{cd}	1.16 ^b	0.42 ^c
T5	6.76 ^a	1.61 ^a	0.71 ^a	6.83 ^a	1.44 ^a	0.61 ^a	6.99 ^a	1.39 ^a	0.61 ^a
T6	6.22 ^c	0.47 ^{ab}	0.63 ^b	6.34 ^c	1.22 ^{bc}	0.50 ^{bc}	6.36 ^{bc}	1.32 ^a	0.47 ^b

Means followed by different letter within same column are significantly different at $p \leq 0.05$

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t005>

growth of oil palm. Normally, this is only achieved through liming which has been found to be expensive for oil palm plantations. The use of MRSG as a magnesium fertilizer adds a valuable amount of Ca into the soil. This Ca also raise soil pH which is good for the growth of oil palm seedlings. Thus, there is a justification to raise the pH of the Ultisols in Malaysia or Indonesia for oil palm cultivation to a higher level where it is expected that oil palm will perform even better.

Application of MRSG on the soil resulted in a significant increase in its pH, exchangeable Ca and exchangeable Mg (Table 5). Soil pH of the control treatment was already close to 5, which is rather unusual for the Ultisol in Peninsular Malaysia [13]. There could be possible contamination of the control plots by running water (run-off) from the treated plots. Nevertheless, the results showed that soil pH increased further with increasing rate of the MRSG treatment having values exceeding 6 or higher, with a concomitant increase in exchangeable Ca and Mg. This means that applying MRSG improve soil fertility significantly which is believed would enhance the growth of the oil palm seedlings planted under glasshouse conditions.

Effects of MRSG treatment on oil palm seedling. The growth of oil palm seedlings in the glasshouse as seen from height, stem diameter, root length and root surface area was significantly enhanced by the addition of MRSG, which gives result comparable to other source of Mg-fertilizer (Table 6). In terms of the vegetative growth of the oil palm seedlings, MRSG treatments gave comparable results to that of the kieserite. This is encouraging as it indicates

Table 6. Effects of treatments on height, stem and root diameter on oil palm seedling.

Treatment	Height (cm)	Stem diameter (mm)	Root length cm/plant	Root Surface area cm ² /palm
T0	131.05b	75.00d	18684b	3296.6c
T1	164.66a	82.10abc	21856a	3371.2bc
T2	161.57a	87.35a	23120a	3487.1bc
T3	166.01a	80.61bcd	22429a	3353.8c
T4	164.00a	84.40ab	21543a	3746.9ab
T5	172.83a	77.33cd	21924a	3936.4a
T6	163.83a	84.08ab	23615a	3650.9abc

Means followed by different letter within same column are significantly different at $p \leq 0.05$

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t006>

Table 7. Mg and Ca content in frond 3 of the oil palm seedlings.

Nutrient	Data from this study	Nutrient sufficiency level for oil palm*
		(%)
Magnesium	0.29–0.45	0.30–0.42
Calcium	0.81–1.21	0.50–0.70

* Von Uexkull and Fairhurst (1991) and Fairhurst (2003)

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t007>

the possibility of using MRSG as a replacement of kieserite for Mg source (Mg-fertilizer) to sustain oil palm seedling growth.

The Mg content in frond 3 of the oil palm seedlings was within the sufficiency range for their healthy growth (Table 7). In the case of Ca content, the values were higher than the sufficiency level for oil palm requirement, based on the standard requirement proposed by Von Uexkull and Fairhurst [16] and Fairhurst and Hardter [17]. This indicates that for both Mg and Ca, the higher their contents in the soil due to application of MRSG, the higher the uptake was by the oil palm seedlings.

The height of oil palm seedlings growing in the glasshouse was plotted against exchangeable Mg where it was observed that there was no significant correlation between the height of oil palm and the level of exchangeable magnesium in the soil. However, when the plant height was plotted against the level of exchangeable Ca, a significant correlation was obtained. This suggests that calcium was the more limiting nutrient in the soil.

Growth calibration curve and correlation study

The relative plant height was used as an indicator of plant growth. The relative plant height (%) values were then calculated and subsequently plotted against exchangeable Ca in order to determine the critical level of exchangeable Ca to sustain oil palm growth (Fig 4). It was found that the critical exchangeable Ca value estimated in this way was 0.9 cmol_c/kg (value taken at 90% relative plant height). This means that the topsoil exchangeable Ca of 0.64 cmol_c/kg in the plantation was insufficient for the oil palm growth.

Exchangeable Ca of more than 0.9 cmol_c/kg is rather uncommon for the Ultisols in Peninsular Malaysia under continuous oil palm cultivation. As such, exchangeable Ca level of the soil in the plantation has to be raised accordingly via agronomic means. This study showed that at this level of exchangeable calcium, soil pH increases to level above 5.

Multiple regression analysis of the soil pH, exchangeable calcium and exchangeable magnesium showed that a significant relationship existed between these variables and the height of oil palm seedlings, with R² equal to 0.9215. This means that about 92% of the relationship can be explained by the regression line. Using this statistical method, it was confirmed that soil pH was the most factor controlling the growth of oil palm seedlings based on its height. Further, the result showed that soil pH was positively correlated with the exchangeable Ca, which means that as Ca in the soil increased, soil pH was raised to a level dependent on the rate of MRSG applied. Thus, as shown by the plant height, it can be assumed that if soil pH, exchangeable Ca and exchangeable Mg are sufficiently increased, the growth of the oil palm seedlings will be enhanced significantly. This can be done via the application of MRSG at the appropriate rate and time.

It is known that Al³⁺ in soil solution will be precipitated as inert Al-hydroxides at the pH above 5. For the topsoil of Jempol Series under investigation, even though the field soil pH was slightly below 5, the exchangeable Al was still high (1.41 cmol_c/kg). The result of the glasshouse study showed that soil pH was significantly correlated with the height of oil palm seedlings.

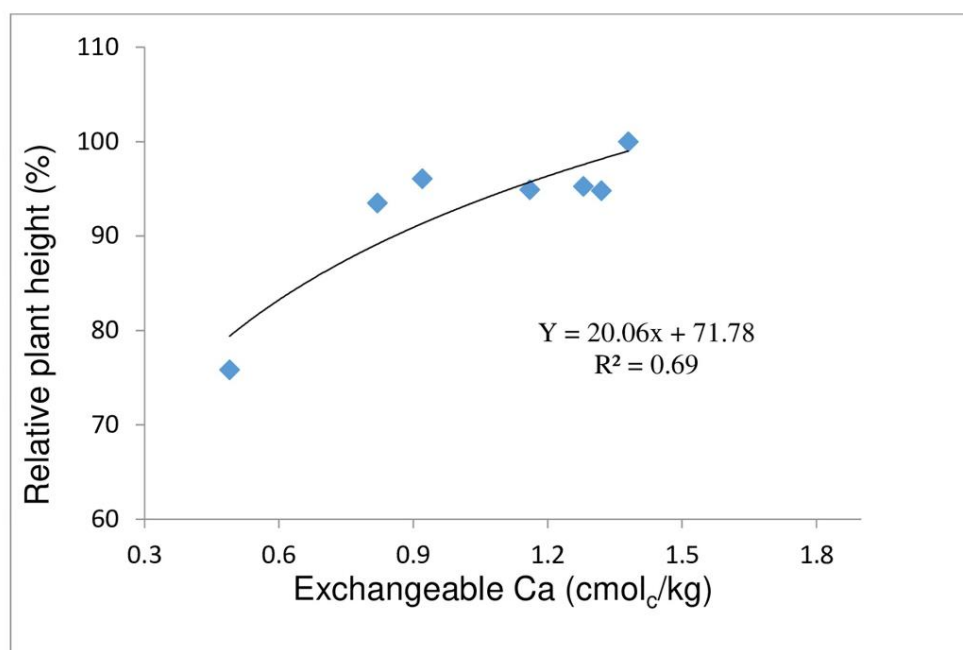


Fig 4. Relationship between relative plant height and exchangeable Ca.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.g004>

It follows that the increase in soil pH had resulted in better growth of the oil palm seedlings. Soil pH increase after MRSG application was partly due to the addition of hydroxyl ions released by Mg and Ca hydroxides contained in it. It was also promoted slightly by the reaction of calcite, a liming agent, present in the MRSG.

Field trial

Baseline properties of the studied area. As mentioned earlier, the experimental area in the oil plantation was divided into four blocks (Fig 1), where trees in each block were labelled accordingly to indicate the block, treatment and palm number. Results of the soil survey in the study area shows that only Jempol series was identified, evenly distributed throughout the 4-ha oil palm plantation. The baseline physico-chemical properties are shown in Table 8.

Effects of MRSG application on soil chemical properties. Soil data in March 2016 showed that there was no significant difference in the exchangeable Mg or Ca between treatments over the period of the study (Table 9). Application of MRSG produced results comparable to that of the kieserite in terms of supplying Mg. Note that MRSG application also supplied Ca, which kieserite did not. The amount of Mg and Ca in the soil was sufficient for the healthy growth of the oil palm in the plantation.

The respective soil pH at 12 and 18 month (Table 9) was 3.9–4.3 and 4.1–4.4, without any difference among treatments. There seems to indicate that there was a slight increase in soil pH with time, which can be regarded as an ameliorative impact of applying MRSG on the soil

Table 8. The baseline physico-chemical properties of the soil in the field experiment area.

Soil parameter	Block				S.D
	1	2	3	4	
Sand (%)	11.00	9.00	7.00	5.00	2.39
Very Coarse sand 2–1 mm	1.16	1.12	0.50	0.22	0.43
Coarse sand 1.0–0.5 mm	1.46	1.40	1.42	0.72	0.33
Medium sand 0.5–0.25 mm	2.28	1.89	1.32	1.15	0.48
Fine sand 0.25–0.125 mm	2.98	2.20	1.96	1.52	0.57
Very fine sand 0.125–0.063 mm	3.12	2.39	1.80	1.39	0.70
silt (%) 0.063–0.002 mm	14.00	17.00	17.00	10.00	3.07
Clay (%) <0.002 mm	75.00	74.00	76.00	86.00	5.15
Organic matter (%)	6.63	8.72	7.34	7.27	0.81
Organic carbon (%)	1.74	2.10	1.86	1.77	0.15
pH Water (1:2.5)	4.33	4.54	4.44	4.40	0.08
Electrical Conductivity (μS/cm)	2480	2460	2390	2410	38.91
Exchangeable Al (cmol _c /kg)	0.90	0.05	0.06	0.10	0.38
Exchangeable H (cmol _c /kg)	0.70	0.40	0.40	0.40	0.14
Exchangeable Ca (cmol _c /kg)	0.97	1.20	1.24	0.87	0.17
Exchangeable Mg (cmol _c /kg)	0.98	1.12	0.80	0.71	0.17
Exchangeable Na (cmol _c /kg)	0.06	0.05	0.04	0.05	0.01
Exchangeable K (cmol _c /kg)	0.61	0.26	0.24	0.50	0.17
Cation exchange capacity (cmol _c /kg)	4.22	3.04	2.73	3.04	0.61
Total N (%)	2.36	2.30	2.14	2.30	0.09
Total S (%)	0.16	0.11	0.15	0.10	0.03
Total C (%)	2.17	3.28	2.79	2.54	0.43

* S.D = standard deviation

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t008>

occurring due to addition of Ca from this material. Soil pH increase resulting from MRSG application was partly due to the addition of hydroxyl ions released by Mg and Ca hydroxides contained in it. It was also promoted slightly by the reaction of calcite, a liming agent, present in the MRSG. It is possible that continuous application of this material, in the long run, would reduce soil acidity even further. The critical soil pH for oil palm in Malaysia is 4.3 [15]; so in terms of soil pH, oil palm in the plantation was able to sustain its growth. It has been known that increase in soil pH to a level above 5 would lower soil exchangeable Al upon which other nutrients will become available in the soil for plant uptake [18].

Table 9. Effects of treatments on soil pH, exchangeable Mg, exchangeable Ca and CEC.

TRT	At 6-month				At 12-month				At 18-month			
	pH	Mg	Ca	CEC	pH	Mg	Ca	CEC	pH	Mg	Ca	CEC
		cmol _c kg ⁻¹				cmol _c kg ⁻¹				cmol _c kg ⁻¹		
T0	-	0.46a	1.05a	9.59ab	4.27a	0.87a	1.70a	15.77a	4.37a	1.03a	0.27a	10.67a
T1	-	0.46a	1.03a	10.19ab	3.99a	0.25a	1.20a	15.79a	4.26a	0.64a	0.24a	11.17a
T2	-	0.38a	1.15a	11.54a	4.39a	0.36a	1.13a	15.77a	4.10a	0.71a	0.24a	11.21a
T3	-	0.60a	1.52a	10.54ab	3.90a	0.32a	1.07a	16.55a	4.40a	0.88a	0.26a	10.71a
T4	-	0.42a	0.98a	14.43a	4.31a	0.59a	1.25a	17.84a	4.26a	0.78a	0.24a	10.96a

Means followed by different letter within the same column are significantly different at $p \leq 0.05$

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t009>

The CEC of the soil was within the range expected for a typical highly weathered Ultisol containing sufficient amount of organic matter. After 18 months of experimental duration (Table 9), total soil C was 1.59–2.08%. Organic C in the soil was high, which was due to the proper soil/agronomic management of the plantation. Oil palm plantations in the country place cut fronds and empty fruit bunches in the inter-rows of the palms. When these materials are decomposed and/or mineralized, C and plant nutrients are returned to the soil which eventually enhances soil fertility. The CEC of the soil at 6 month of experimental duration was 9.59–14.43, while at 18 month, it was 10.67–11.21 cmol_c/kg (Table 9). Based on the aforementioned chemical attributes, the soil was in good condition for oil palm growth and/or production.

Effects of MRSG application on oil palm. Effects of MRSG application on nutrient content in frond 17, fresh fruit bunches and fruitlet yields are discussed below.

Effects of MRSG application on nutrient content. A significant difference was observed for Ca and Mg in frond 17 among treatments (Table 10). The Ca and Mg level were within the sufficient range (NSR) for matured oil palm under production, based on the requirement levels proposed by Von Uexkull and Fairhurst [16] and Fairhurst and Hardter [17]. The concentration of NPK by oil palm was not affected by MRSG treatments. It means that MRSG application has similar effect to that of the kieserite or GML (control treatments), in terms of nutrient uptake by the oil palm. This finding proves that MRSG is as good as kieserite in terms of supplying Mg for the requirement of oil palm although it may take longer time to release the nutrient into the soil unlike in kieserite. MRSG is thus a good Mg-fertilizer as well as a source of Ca which helps sustain oil palm growth and/or production.

The Ca/Mg ratio in oil palm frond 17 is a matter of concern among plantation owners in Malaysia. The ratio in the leaves should be within 1.5–3.0 range [17]. Therefore, higher Ca is needed compared to that of Mg to sustain oil palm growth/production. The respective Ca/Mg ratio for T0, T1, T2, T3 and T4 in the current study were 2.4, 2.9, 2.9, 2.9 and 2.7. Hence, there was no Ca-Mg imbalance due to MRSG treatment. Treating the soil with MRSG or kieserite resulted in similar uptake of Ca and Mg by the oil palm.

The chemical composition of the oil palm tissue at 6 months after the second MRSG application is presented in Table 11. Again there were no significant differences among treatments for all the parameters measured. However, Ca and Mg in the tissues were a bit lower than the sufficient range for normal oil palm growth.

Effects of MRSG application on FFB and fruitlets yield. Table 12 gives the mean values for the number and weight of FFB by month from June to November 2016. The study showed that there was no significant difference in the number and weight of FFB among treatments.

Table 10. Chemical composition of oil palm frond at 6-month of experimental duration.

Treatment	C	N	P	K	Ca	Mg	Al	Fe
	%				mg/kg			
T0	44.56a	2.32a	0.07a	1.10a	0.59ab	0.25a	77.73a	96.71a
T1	44.81a	2.37a	0.07a	1.00a	0.57ab	0.20a	126.66a	99.24a
T2	44.44a	2.32a	0.07a	0.85a	0.73a	0.25a	102.65a	99.49a
T3	44.68a	2.44a	0.07a	0.91a	0.77a	0.27a	65.10a	87.09 a
T4	44.43a	2.44a	0.07a	1.08a	0.63a	0.23a	103.18a	106.6 a
NSR*	n.a	2.24–2.97	0.08–0.14	0.78–0.91	0.74–1.53	0.25–0.98		

Means followed by different letter within the same column are significantly different at $p \leq 0.05$.

NSR*: Nutrient sufficiency range for matured oil palm

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t010>

Table 11. Chemical composition of the oil palm frond at 6 month after second MRSG application.

Treatment	C	N	P	K	Ca	Mg	Al	Fe
	%						mg/kg	
T0	45.12 a	1.80 a	0.13 a	0.61 a	0.41 a	0.18 a	188.63 a	188.50 a
T1	45.38 a	1.96 a	0.12 a	0.56 a	0.49 a	0.16 a	141.75 a	146.88 a
T2	45.17 a	2.11 a	0.11 a	0.47 a	0.51 a	0.20 a	231.00 a	234.13 a
T3	45.42 a	1.87 a	0.12 a	0.46 a	0.41 a	0.18 a	275.38 a	271.00 a
T4	45.90 a	1.88 a	0.12 a	0.56 a	0.36 a	0.17 a	180.63 a	201.75 a
NSR*	n.a	2.24–2.97	0.08–0.14	0.78–0.91	0.74–1.53	0.25–0.98		

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t011>

However, the means separation by month showed significant yield increment towards the end of 2016. This was mainly due to the effect of increased rainfall occurring towards the end of the year. This finding proves that oil palm growing in the field requires adequate amount of water for its healthy growth and the production of fruit bunches [19].

The FFB harvested from January to August 2017 showed slight fluctuation between months (Table 13). However, there were no significant differences in FFB yield between treatments for each month. There seems to be an indication that T3 (MRSG treatment) produced higher FFB weight compared that of the control treatments (T0 and T4) in January. It is possible that

Table 12. FFB yield at 9–14 months of experimental duration.

Month	No. of FFB					Weight of FFB (kg)				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
9	5 aB	7 aB	5 aB	5 aB	9 aB	112.85 aBC	145.53 aBC	95.50 aBC	107.45 aBC	180.60 aBC
10	7 aB	4 aB	4 aB	4 aB	5 aB	153.48 aC	102.63 aC	65.40 aC	75.13 aC	106.35 aC
11	6 aB	7 aB	5 aB	5 aB	6 aB	138.05 aBC	149.20 aBC	95.75 aBC	109.25 aBC	130.48 aBC
12	5 aB	7 aB	4 aB	5 aB	4 aB	103.10 aC	155.63 aC	95.87 aC	102.28 aC	94.90 aC
13	10 aA	10 aA	8 aA	9 aA	10 aA	191.98 aAB	191.83 aAB	142.35 aAB	155.25 aAB	202.55 aAB
14	8 aB	11 aB	9 aB	10 aB	7 aB	180.10 aA	232.60 aA	172.95 aA	218.03 aA	166.23 aA

Means followed by different small letter within the same row are significantly different at $p \leq 0.05$ (between treatments)

Means followed by different capital letter within the same column are significantly different at $p \leq 0.05$ (between months)

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t012>

Table 13. FFB yield data for 16–23 months of experimental durations.

Month	No. of FFB					Weight of FFB (kg)				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
16	6 abAB	9 aA	9 aAB	9 aA	5 bAB	119.00 bcAB	180.90 abcA	205.94 abA	222.13 aA	95.05 cAB
17	4 aB	5 aB	5 aB	5 aB	4 aB	92.23 aAB	99.85 aB	120.40 aB	94.88 aB	77.88 aC
18	10 aA	8 aA	10 aA	9 aA	8 aA	228.88 aA	183.80 aA	222.45 aA	197.30 aA	174.18 aA
19	9 aAB	7 aAB	7 aB	9 aA	6 aAB	199.60 aA	139.73 aB	143.50 aAB	173.60 aAB	127.33 aAB
20	13 aA	9 abA	12 aA	6 bA	7 bA	257.68 aA	158.65 abAB	251.15 aA	130.28 bAB	140.60 abA
21	5 aB	6 aB	5 aB	6 aA	3 aB	111.85 aAB	124.45 aB	94.98 aB	116.78 aB	78.05 aC
22	4 aB	5 aA	2 aC	3 aB	4 aB	96.55 abAB	128.25 aB	36.80 bC	66.55 abC	107.98 abAB
23	4 aB	5 aB	5 aB	3 aB	5 aAB	75.05 aB	96.08 aB	112.08 aB	64.40 aC	105.10 aAB

Means followed by different small letter within the same row are significantly different at $p \leq 0.05$ (between treatments). Means followed by different capital letter within the same column are significantly different at $p \leq 0.05$ (between months)

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t013>

Table 14. Weight of one fresh fruit bunch, the number of fruitlets per fruit bunch and the weight of each fruitlet at 18 month of experimental duration.

Treatment	FFB weight (kg)	Fruitlet weight (g)	Number of fruitlets
T0	20.98 a	8.94 a	1831 a
T1	22.56 a	8.45 a	2197 a
T2	22.06 a	8.88 a	1928 a
T3	20.42 a	10.82 a	1662 a
T4	22.03 a	8.33 a	1958 a

Means followed by different letter within the same column are significantly different at $p \leq 0.05$

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t014>

MRSG application could enhance the growth of the oil palm that eventually increased the FFB weight. This phenomenon could have been due to the enhancement of soil fertility shown by the increase in soil pH as well as Mg and/or Ca or it could even be due the presence of extra micronutrients or essential elements (Table 7).

Table 14 shows FFB yield harvested at 18 months of experimental duration. There was no significant difference in FFB weight and the number of fruitlets between treatments with MRSG and control treatments. Thus, treating the Ultisol in the plantation with MRSG gives comparable results to that of kieserite, in terms of weight of the oil palm fresh fruit bunches and the number of fruitlets in each fruit bunch.

Effect of MRSG application on the oil extraction rate. Fruitlets for the OER analysis were sampled about 2 years after the first MRSG application on the soil to make sure that the interpretation of the results obtained was valid. The analysis of the OER showed that there was no significant difference among treatments, with values ranging from 16.3 to 22% (Table 15). The OER values due to MRSG treatments were comparable to those obtained by the commercial plantations in Malaysia. It seems that treating the soil with MRSG produced higher OER compared to that of the kieserite or GML.

Being a by-product of a chemical plant producing rare earth, MRSG is cheaper compared to that of the GML. MRSG is available in large quantity as long as the chemical plant in Malaysia is in operation. The environmental impact of MRSG application in this trial has been published by Sahibin et al. [20].

The contribution of kieserite, ground magnesium limestone and Mg-rich synthetic gypsum tested in the study towards the enhancement of soil fertility is summarized in Table 16. It is clear that MRSG is superior in terms of macro- and micronutrient supply for the requirement of oil palm compared to those provided by kieserite or GML. According to Shamshuddin and Ismail [21], GML produced in Malaysia contained some Mn and Zn. Kieserite does not change soil pH, but both GML and MRSG do. However, MRSG contains S (which is required for oil

Table 15. Oil extraction rate as affected by treatments.

Treatment	Material	Rate (kg/palm)	OER (%)
T0	GML	1.25	16.3 a
T1	MRSG	1.10	17.1 a
T2	MRSG	1.45	22.0 a
T3	MRSG	2.40	18.6 a
T4	Kieserite	0.50	17.2 a

Means followed by different letter within the same column are significantly different at $p \leq 0.05$

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t015>

Table 16. The key differences in the chemical properties among the tested fertilizers.

Fertilizer	Formula	Macronutrient	Micro/Essential nutrient	Change in pH
Kieserite	$MgSO_4 \cdot H_2O$	Mg, S	-	No change in pH
GML	$Ca, Mg(CO_3)_2$	Ca, Mg	Mn, Zn	Increase soil pH
MRSG	$CaSO_4 \cdot 2H_2O + Mg$	Ca, Mg, S	Mn, Zn, Se	Increase soil pH

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234045.t016>

production in the fruitlets) and it is cheaper than kieserite or GML. Thus, in general, MRSG is considered to be comparable or better than kieserite.

Conclusions

The study showed that the growth of the oil palm was enhanced by the increase of Ca in the soil, resulting from MRSG application. The critical exchangeable Ca for the healthy growth of the oil palm was 0.9 cmol_c/kg, which was higher than that present in the Ultisol under investigation. The possible problem of Ca deficiency in the soil can be overcome effectively by the continuous MRSG application for a long time. Normally, Mg required to sustain oil palm growth and/or production is supplied by applying kieserite. The current study showed that it is better or cheaper to supply Mg via MRSG application compared to that of the kieserite. MRSG not only is a reliable Mg and Ca source, but also exhibits liming properties and thus is an effective soil ameliorant. In the long run, its application would enhance soil fertility and eventually sustain oil palm production on the Ultisol either in Peninsular Malaysia or anywhere else in tropical regions.

Acknowledgments

The authors would like to acknowledge the technical support provided by Lynas Malaysia Sdn Bhd, Universiti Putra Malaysia and Universiti Kebangsaan Malaysia during the conduct of the research. The approval from the Department of Environment, Malaysia to use MRSG as a research material is highly appreciated. We also wish to thank individuals or group of people who in one way or another helped us towards the successful and timely implementation of the research project.

Author Contributions

Conceptualization: Arolu Fatai Ayanda, Shamshuddin Jusop, Che Fauziah Ishak, Radziah Othman.

Formal analysis: Arolu Fatai Ayanda.

Funding acquisition: Shamshuddin Jusop.

Investigation: Arolu Fatai Ayanda, Shamshuddin Jusop, Che Fauziah Ishak.

Methodology: Arolu Fatai Ayanda, Che Fauziah Ishak.

Project administration: Radziah Othman.

Resources: Radziah Othman.

Supervision: Shamshuddin Jusop, Che Fauziah Ishak, Radziah Othman.

Writing – original draft: Arolu Fatai Ayanda, Shamshuddin Jusop.

Writing – review & editing: Arolu Fatai Ayanda, Che Fauziah Ishak.

References

1. Sidhu M, Hasyim A, Rambe EF, Sinuraya Z, Aziz A, Sharma M. Evaluation of various sources of magnesium fertiliser for correction of acute magnesium deficiency in oil palm. *Oil Palm Bulletin*. 2014 Nov; 69:27–37.
2. US EPA. Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils, in: *Selected Analytical Methods for Environmental Remediation and Recovery (SAM)*. <https://www.epa.gov/homeland-security-research/epa-method-3050b-acid-digestion-sediments-sludges-and-soils>, (2018): 1996. (Accessed on February 5).
3. Soil Survey Staff. *Common Soils of Peninsular Malaysia: Soil Profile Description and Analytical Data*. Soil Resource Management Division, Department of Agriculture Malaysia, Putrajaya, Malaysia. 2018.
4. Soil Survey Staff. *Keys to Soil Taxonomy*, United States Department of Agriculture, 12th Edition, Washington, DC, USA. 2014.
5. Landon JR. *Booker tropical soil manual: a handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics and subtropics*. Routledge; 2014 Jan 27.
6. Alva AK, Asher CJ, Edwards DG. The role of calcium in alleviating aluminum toxicity. *Aust J Soil Res*. 1986; 37:375–383.
7. Azham M. Response of Oil palm seedling planted on highly weathered soils to Magnesium fertilizers. M.Sc dissertation. Universiti Putra Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia. 2003.
8. National Research Centre of Oil Palm. National Research Centre of Oil Palm Estimation of Mesocarp Oil from Oil Palm Fruits. Technical Bulletin 9 ICAR-Indian Institute of Oil Palm Research, Pedavegi, India. 2008.
9. Maene LM, Bunoan-Alegario A. Fertilizer and human health. In Hamdan J, Shamshuddin J. (Eds), *Advances in Tropical Soil Science*. UPM Press, Serdang, Malaysia. 2015. pp: 1–26.
10. Najihah NI, Hanafi MM, Idris AS, Hakim MA. Silicon treatment in oil palms confers resistance to basal stem rot disease caused by *Ganoderma boninense*. *Crop Protection*. 2015 Jan 1; 67:151–9.
11. Goh KJ, Härdter R, Fairhurst T. Fertilizing for maximum return. *Oil Palm: Management for large and sustainable yields*. 2003:279–306.
12. Fageria NK, Baligar VC. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. *Advances in agronomy*. 2008 Jan 1; 99:345–99.
13. Shamshuddin J, Fauziah CI, Roslan I, Noordin WD. *Ultisols and Oxisols: Enhancing their productivity for oil palm, rubber and cocoa cultivation*. 2018. 2nd edition. UPM Press, Serdang, Malaysia.
14. IPNI NEWFLASH. Sulfur, the long-neglected nutrient in oil palm cultivation. International Plant Nutrition Institute, Penang, Malaysia. 2013.
15. Auxtero EA, Shamshuddin J. Growth of oil palm (*Elaeis guineensis*) seedlings on acid sulfate soils as affected by water regime and aluminium. *Plant and soil*. 1991 Nov 1; 137(2):243–57.
16. Von Uexkull HR, Fairhurst TH. Fertilizing for High Yield and Quality—The Oil Palm. IPI-Bulletin No. 12, International Potash Institute, Switzerland. 1991.
17. Fairhurst T, Härdter R. Oil palm: Management for large and sustainable yields. International Potash Institute, Bern, Switzerland. 2003, May 7; 234(1):45–52.
18. Shamshuddin J, Fauziah IC, Sharifuddin HA. Effects of limestone and gypsum application to a Malaysian Ultisol on soil solution composition and yields of maize and groundnut. *Plant and Soil*. 1991 Jul 1; 134(1):45–52.
19. Corley RH, Tinker PB. *The oil palm*. 4th ed. Oxford: Blackwell Science Ltd Blackwell Publishing. 2003:133–200.
20. Sahibin AR, Shamshuddin J, Fauziah CI, Radziah O, Razi IW, Enio MS. Impact of Mg rich synthetic gypsum application on the environment and palm oil quality. *Science of the Total Environment*. 2019 Feb 20; 652: 573–82. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.232> PMID: 30368186
21. Shamshuddin J, Ismail H. Reactions of ground magnesium limestone and gypsum in soils with variable-charge minerals. *Soil Science Society of America Journal*. 1995; 59 (1):106–12.

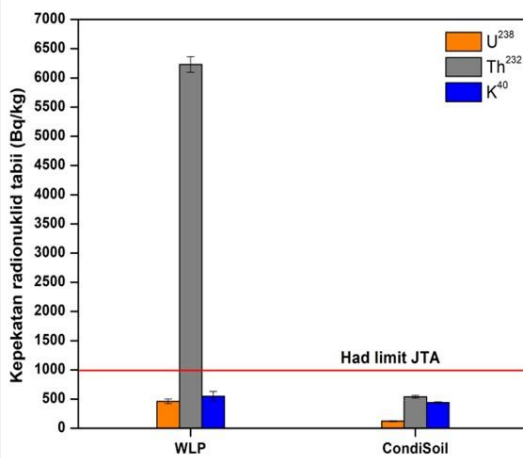


PENYELIDIKAN CONDISOIL

KOMPOSISI CONDISOIL



KANDUNGAN ELEMEN DALAM WLP DAN CONDISOIL



Kepekatan torium dalam residu WLP melebihi had ditetapkan 1000 Bq/kg.

Kepekatan torium dalam CondiSoil telah direndahkan daripada limit 1000 Bq/kg iaitu purata bacaan adalah 539.7 Bq/kg.



KANDUNGAN ELEMEN DALAM TANAH – Tanaman Padi

a) Padi - Tanah

-Kawasan kajian Penaga Pulau Pinang, dan Merbok, Alor Puduk Kedah

■ Musim 1
■ Musim 2

Kawasan	Penaga	
	Kawalan	Selepas aplikasi
U^{238} (Bq/kg)	108.4 ± 7.9 68.1 ± 2.9	109.6 ± 7.5 87.2 ± 3.8
Th^{232} (Bq/kg)	60.9 ± 2.4 63.2 ± 1.8	63.5 ± 2.2 81.4 ± 3.5
K^{40} (Bq/kg)	391.6 ± 17.2 386.2 ± 14.9	403.9 ± 44.7 425.9 ± 18.7
As (mg/kg)	ND 1.5	ND 1.44
Cd (mg/kg)	0.14 0.11	0.15 0.15
Pb (mg/kg)	7.93 26.27	18.05 28.24
Cr (mg/kg)	ND 11.33	0.12 12.20

Hg (mg/kg)	ND ND	ND ND
Se (mg/kg)	ND 0.44	0.44 0.21
Zn (mg/kg)	34.75 5.13	29.93 7.06
Mn (mg/kg)	22.44 26.06	15.44 25.55
Ce (mg/kg)	23.71 41.54	45.97 31.17
La (mg/kg)	10.56 16.88	18.69 15.95
Sr (mg/kg)	16.05 16.22	20.64 20.30
Ag (mg/kg)	ND 0.05	ND 0.08
Ba (mg/kg)	57.46 22.07	68.17 24.00

KANDUNGAN ELEMEN DALAM TANAH – Tanaman Padi				
Kawasan	Merbok		Hg (mg/kg)	ND
	Kawalan	Selepas aplikasi		
U ²³⁸ (Bq/kg)	66.5 ± 8.4 43.4 6.7	70.7 ± 10.4 45.4 ± 3.5	ND ND	ND ND
Th ²³² (Bq/kg)	49.7 ± 5.6 48.3 ± 5.4	50.3 ± 7.4 54.2 ± 0.8	0.05 0.38	0.07 0.28
K ⁴⁰ (Bq/kg)	410.7 ± 12.4 421.1 ± 28.2	406.6 ± 17.5 415.9 ± 9.1	27.98 4.21	25.34 4.04
As (mg/kg)	ND 2.94	ND 4.45	8.87 8.40	11.30 14.98
Cd (mg/kg)	0.05 0.04	0.05 0.05	19.6 22.30	22.55 21.71
Pb (mg/kg)	12.45 14.98	13.97 10.98	8.83 9.03	10.07 12.27
Cr (mg/kg)	15.13 14.18	12.20 13.96	11.67 9.92	12.24 13.98
			0.02 0.03	ND 0.04
			49.24 11.27	44.44 14.93

 Musim 1
 Musim 2

 UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
 KARATIF BAHARU UKM
 VATAN KITA

KANDUNGAN ELEMEN DALAM TANAH – Tanaman Padi				
Kawasan	Alor Puduk		Hg (mg/kg)	ND
	Kawalan	Selepas aplikasi		
U ²³⁸ (Bq/kg)	91.8 ± 4.4 42.0 ± 2.3	85.8 ± 3.7 43.0 0.1	0.002 ND	ND ND
Th ²³² (Bq/kg)	69.4 ± 3.7 74.1 ± 2.5	70.6 ± 4.7 72.9 ± 0.6	0.15 0.34	0.02 0.24
K ⁴⁰ (Bq/kg)	432.2 ± 42.8 434.4 ± 40.8	428.0 ± 40.4 464.5 ± 18.5	11.74 6.23	20.38 10.44
As (mg/kg)	2.42 3.41	3.85 2.22	15.01 74.11	35.79 42.31
Cd (mg/kg)	0.08 0.11	0.09 0.10	27.48 31.93	20.43 28.21
Pb (mg/kg)	4.26 23.72	20.83 23.72	13.28 19.74	12.44 11.64
Cr (mg/kg)	6.04 20.55	39.45 13.42	7.72 1.93	10.19 6.76
			0.05 0.11	0.31 0.08
			27.47 24.33	10.93 15.04

 Musim 1
 Musim 2

 UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
 KARATIF BAHARU UKM
 VATAN KITA

KANDUNGAN ELEMEN DALAM PADI SETELAH DI APLIKASI				
Kawasan	Keadaan	U ²³⁸	Th ²³² Kepekatan (Bq/kg)	K ⁴⁰
Penaga	Cair dan sebar	1.0 – 2.0	1.2 – 2.5	74.9 – 126.5
		1.0 – 1.7	1.0 – 2.4	62.6 – 114.8
Alor Puduk		1.8 – 5.2	0.3 – 0.4	101.2 – 135.8
		0.7 – 5.2	0.3 – 0.8	57.1 – 94.7
Merbok		0.8 – 2.2	1.4 – 2.8	92.7 – 116.5
		1.2 – 2.8	1.2 – 2.5	66.7 – 92.9
Rice, Ghana	Pembajaan biasa	5.0 ± 2.2	6.0 ± 3.0	104.0 ± 10.2
Rice, Dhaka	Komersial beras di Bangladesh	1.7 ± 0.3	0.5 ± 0.2	9.2 ± 1.6
Rice, Iraq	Pembajaan biasa	0.4 ± 0.1	0.1 ± 0.0	68.1 ± 5.0
^a Rice, Nigeria	Pembajaan biasa	11.7.0 ± 4.3	4.3 ± 1.6	-

 Musim 1
 Musim 2

 UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
 KARATIF BAHARU UKM
 WATAN KITA

Logam berat dalam padi -Penaga, Pulau Pinang				
Kawasan	Penaga			
	Kawalan	Selepas aplikasi		
As (mg/kg)	ND 0.34	ND 0.25	Mn (mg/kg)	94.59 88.10
Cd (mg/kg)	0.10 0.10	0.02 0.06	Ce (mg/kg)	0.17 0.31
Pb (mg/kg)	1.09 1.42	0.53 0.79	La (mg/kg)	0.38 0.10
Cr (mg/kg)	ND 2.15	ND 2.16	Sr (mg/kg)	0.20 1.40
Hg (mg/kg)	ND ND	ND ND	Ag (mg/kg)	ND 0.06
Se (mg/kg)	ND 0.11	ND 0.09	Ba (mg/kg)	53.03 6.94
Zn (mg/kg)	64.71 14.22	17.97 15.48		1.58 3.21

 Musim 1
 Musim 2

 UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
 KARATIF BAHARU UKM
 WATAN KITA

Logam berat dalam padi -Merbok, Kedah				
Kawasan	Merbok			
	Kawalan	Selepas aplikasi		
As (mg/kg)	ND 0.09	ND 0.13	Zn (mg/kg)	13.32 25.98
Cd (mg/kg)	0.02 0.04	0.05 0.02	Mn (mg/kg)	12.27 32.48
Pb (mg/kg)	0.79 ND	0.81 0.71	Ce (mg/kg)	0.09 0.06
Cr (mg/kg)	ND 0.33	0.12 0.25	La (mg/kg)	0.04 ND
Hg (mg/kg)	ND ND	ND ND	Sr (mg/kg)	1.05 1.02
Se (mg/kg)	ND 0.02	ND 0.06	Ag (mg/kg)	ND ND
Zn (mg/kg)	13.32 25.98	12.73 26.95	Ba (mg/kg)	32.9 3.84
Musim 1 Musim 2				
  				

Logam berat dalam padi -Alor Puduk, Kedah				
Kawasan	Alor Puduk			
	Kawalan	Selepas aplikasi		
As (mg/kg)	ND 0.19	0.21 0.28	Zn (mg/kg)	13.32 11.35
Cd (mg/kg)	0.02 0.05	0.02 0.28	Mn (mg/kg)	12.27 4.35
Pb (mg/kg)	0.79 0.34	1.74 1.08	Ce (mg/kg)	0.04 ND
Cr (mg/kg)	ND 1.89	1.84 1.76	La (mg/kg)	1.05 ND
Hg (mg/kg)	ND ND	ND ND	Sr (mg/kg)	0.06 2.44
Se (mg/kg)	ND 0.07	0.06 0.05	Ag (mg/kg)	ND ND
			Ba (mg/kg)	32.95 4.32
Musim 1 Musim 2				
  				

KANDUNGAN ELEMEN DALAM TANAH SETELAH DI APLIKASI

a) Jagung - Tanah -Kawasan kajian Cherating, Pahang

Kepekatan Aktiviti Tanah (Bq/kg)				
Aplikasi Condi-Soil	Kawalan		Selepas aplikasi	
	Musim 1	Musim 2	Musim 1	Musim 2
U-238	16.9±1.1	21.1±0.9	15.1±1.4	13.8±1.3
Th-232	8.8±0.9	9.3±2.2	8.6±0.8	9.2±1.4
K-40	48.5±2.8	47.2±5.3	49.6±1.9	44.2±9.1

Komposisi Tanah (mg/kg)				
Aplikasi Condi-Soil	Kawalan		Condisoil	
	Selepas	Penuaian	Selepas	Penuaian
As	3.32	2.01	3.04	2.69
Cd	0.45	0.14	0.49	0.18
Pb	7.22	6.68	7.57	9.51
Cr	13.88	9.18	23.53	12.15
Hg	0.23	ND	0.13	ND
Se	1.28	0.59	1.26	0.66
Zn	70.17	24.88	64.20	27.82
Mn	66.61	45.36	111.19	79.20
Ce	15.48	13.64	151.47	127.78
La	8.14	6.78	85.77	139.12
Sr	25.40	21.00	57.81	45.41
Ag	0.07	0.03	0.05	0.08
Ba	16.18	14.10	39.42	36.04

KANDUNGAN ELEMEN DALAM JAGUNG SETELAH DI APLIKASI

Kepekatan Aktiviti Jagung (Bq/kg)				
Aplikasi Condi-Soil	Kawalan		Condisoil	
	Musim 1	Musim 2	Musim 1	Musim 2
U-238	0.6±0.5	1.6±0.7	0.9±0.6	1.5±0.2
Th-232	1.1±0.2	0.7±0.4	1.5±0.2	0.4±0.2
K-40	6.3±1.1	41.6±5.8	5.7±0.9	39.0±8.1

Komposisi Jagung (mg/kg)				
Tuaian kenaf	Kawalan		Condisoil	
	Batang	Daun	Batang	Daun
As	0.09	0.09	0.09	0.11
Cd	0.06	0.08	0.08	0.09
Pb	2.88	0.50	4.05	0.69
Cr	0.30	0.39	0.88	ND
Hg	0.02	0.02	0.02	0.02
Se	0.09	0.10	0.09	0.13
Zn	33.83	35.07	42.24	19.38
Mn	32.99	144.58	20.37	84.42
Ce	0.08	0.07	0.74	0.99
La	0.04	0.04	0.48	0.73
Sr	18.69	51.77	21.78	56.08
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00
Ba	4.54	7.39	4.49	7.93

KANDUNGAN ELEMEN DALAM TANAH SETELAH DI APLIKASI

a) Kenaf - Tanah

-Kawasan kajian Merang, Terengganu

Kepekatan Aktiviti Tanah (Bq/kg)				
Aplikasi Condi-Soil	Kawalan		Condisoil	
	Sebelum	Selepas	Sebelum	Selepas
U-238	12.9±1.9	11.5±1.0	25.6±4.0	29.2±14.2
Th-232	8.7±0.7	7.7±3.3	20.3±15.7	73.2±68.6
K-40	42.0±1.3	49.4±6.2	77.7±32.8	112.8±65.5

Komposisi Tanah (mg/kg)				
Aplikasi Condi-Soil	Kawalan		Condisoil	
	Selepas	Penuaian	Selepas	Penuaian
As	1.32	1.57	0.49	4.37
Cd	0.33	0.37	0.14	0.24
Pb	12.20	17.24	7.76	19.31
Cr	4.53	5.40	1.96	9.81
Hg	0.09	ND	0.03	ND
Se	1.12	1.08	0.33	0.54
Zn	32.29	64.76	13.59	50.86
Mn	97.11	70.30	91.43	74.08
Ce	18.23	10.48	169.52	162.49
La	11.99	6.35	111.50	123.98
Sr	108.05	84.49	52.21	57.72
Ag	0.09	ND	0.11	0.13
Ba	29.27	39.45	31.65	65.79

KANDUNGAN ELEMEN DALAM KENAF SETELAH DI APLIKASI

Kepekatan Aktiviti Kenaf (Bq/kg)				
Aplikasi Condi-Soil	Kawalan		Condisoil	
	Batang	Daun	Batang	Daun
U-238	1.3±1.0	-	0.6±0.6	-
Th-232	0.6±0.7	-	0.6±0.4	-
K-40	19.2±21.5	-	17.6±19.6	-

Komposisi Kenaf (mg/kg)				
Tuaian jagung	Kawalan		Condisoil	
	Tuaian 1	Tuaian 2	Tuaian 1	Tuaian 2
As	0.06	0.06	0.05	0.05
Cd	0.01	ND	ND	ND
Pb	0.37	0.15	0.99	0.44
Cr	6.59	9.27	5.25	9.61
Hg	ND	ND	ND	ND
Se	0.03	0.02	0.006	0.03
Zn	27.31	37.55	15.02	39.51
Mn	8.82	7.38	7.02	8.48
Ce	0.20	0.11	0.18	0.09
La	0.12	0.007	0.06	0.04
Sr	4.65	0.31	3.47	0.75
Ag	ND	0.006	ND	0.02
Ba	1.69	3.96	1.09	1.40

Rumusan Impak Alam Sekitar Terhadap Penggunaan CondiSoil pada Tanaman Padi

TIADA pencemaran keatas tanah dan TIADA pengambilan yang dapat dicerap pada tanaman padi

Projek	Impak Alam Sekitar	Logam Berat/Radioaktiviti	Had/Rujukan	Hasil
Kajian Eksperimen Lapangan	Penumpukan dan pencemaran tanah	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur Fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	a. Indeks: Igeo, CF, PLI b. Index Dutch	a. Tiada pencemaran b. Di bawah had yang dibenarkan
		Radioaktiviti: U-238, Th-232, Ra-226, Ra-228, K-40	UNSCEAR Kajian terdahulu	Sama dengan latar belakang dan kajian lain.
	Pencemaran air (permukaan air)	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	Garis panduan Natl untuk minuman (2000)	Di bawah had yang dibenarkan
		Radioaktiviti: U-238, Th-232, Ra-226, Ra-228, K-40	Kajian Terdahulu	Sama dengan latar belakang Sesuai dengan kajian lain
	Pengambilan tumbuhan (bijian)	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	1. BAC 2. Akta Makanan Malaysia (1983) & Peraturan Makanan (1985)	1. BAC lemah (pengambilan normal) 2. Di bawah had yang dibenarkan

Rumusan Impak Alam Sekitar Terhadap Penggunaan CondiSoil pada Tanaman Jagung

Projek	Environmental Impact	Heavy Metals/Radioactivity	Limits/References	Outcome
Plot pandu: a. UPM, Sg Ular b. MARDI, Cherating	Penumpukan dan pencemaran tanah	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur Fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	a. Indices: Igeo, CF, PLI b. Dutch Index	a. Tiada pencemaran b. Di bawah had yang dibenarkan
		Radioaktiviti: U-238, Th-232, Ra-226, Ra-228, K-40	UNSCEAR (2000) Earlier studies	Sama dengan latar belakang dan kajian lain.
	Pencemaran air (permukaan air)	1. Cytotoxic elements (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Phytotoxic elements (B, Zn, Mn etc)	a. Garis panduan Natl untuk minuman (2000) b. Malaysia Std for Ground Water Quality (2001)	Di bawah had yang dibenarkan
		Radioaktiviti: U-238, Th-232, Ra-226, Ra-228, K-40	UNSCEAR (2000) Kajian terdahulu	Sama dengan latar belakang Sesuai dengan kajian lain
	Pengambilan tumbuhan (bijian)	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur Fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	1. BAC 2. Malaysian Food Act (1983) & Food Regulations (1985)	1. BAC lemah (pengambilan normal) 2. Di bawah had yang dibenarkan

Rumusan Impak Alam Sekitar Terhadap Penggunaan CondiSoil pada Tanaman Kenaf

Projek	Impak Alam Sekitar	Logam Berat/Radioaktiviti	Had/Rujukan	Hasil
Pilot Plot: a. UPM - Sg Ular b. MARDI - Cherating	Penumpukkan dan pencemaran	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	a. Indeks: Igeo, CF, PLI b. Indeks <i>Dutch</i>	a. Tiada pencemaran b. Di bawah had yang dibenarkan
		Radioaktiviti: U-238, Th-232, Ra-226, Ra-228, K-40	UNSCEAR (2000) Kajian Terdahulu	Sama dengan latar belakang dan kajian lain.
	Pencemaran Air (Permukaan dan air bawah tanah)	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	a. Garis panduan Natl untuk minuman (2000) b. Piawaian Kualiti Air Bawah Tanah Malaysia (2001)	Di bawah had yang dibenarkan
		Radioaktiviti: U-238, Th-232, Ra-226, Ra-228, K-40	UNSCEAR (2000) Kajian terdahulu	Sama dengan latar belakang dan kajian lain.
	Pengambilan tumbuhan (bijian)	1. Unsur sitotoksik (As, Cd, Cr, Hg, Pb, Se) 2. Unsur fitotoksik (B, Zn, Mn etc)	1. BAC 2. Akta Makanan Malaysia (1983) & Peraturan Makanan (1985)	1. BAC lemah (pengambilan normal) 2. Di bawah had yang dibenarkan

PENGEKSTRAKAN TORIUM

Pembentangan Berkenaan *Safety of Lynas Advanced Material Plant (LAMP)*

Kepada Jawatankuasa Pilihan Khas
Alam Sekitar, Sains dan Perladangan

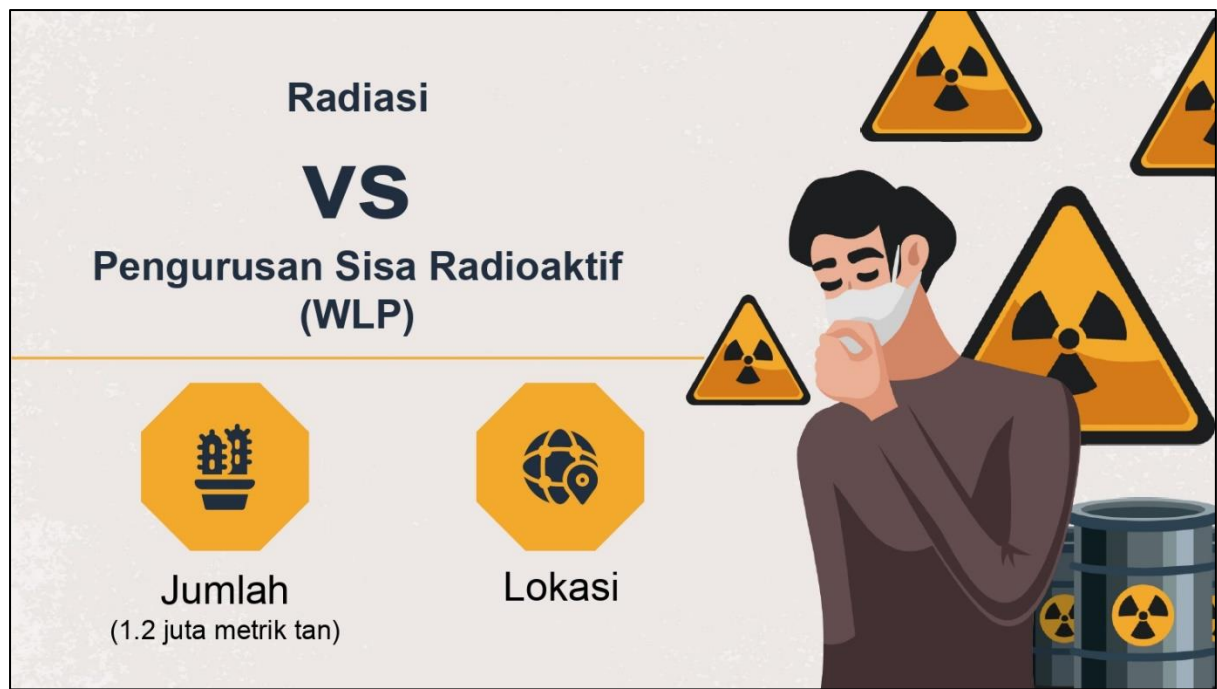
Hajah Fuziah Salleh
(Mantan MP Kuantan)



LYNAS

Sepintas lalu...









Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan Pada Tahun 2012

1. Pihak Lynas perlu kemukakan semua aspek berkenaan Permanent Disposal Facility (PDF)
2. Pelan dan lokasi PDF perlu dikemukakan tanpa mengambil kira apakah hasil daripada penyelidikan dan pembangunan (R&D) pengkomersilan, pengkitaran dan penggunaan semula bahan residu
3. Pelan dan lokasi PDF perlu dikemuka dan diluluskan dalam tempoh masa lesen dan tidak melebihi 10 bulan daripada tarikh pengeluaran lesen TOL;
4. Pihak Lynas perlu mematuhi syarat jaminan kewangan yang ditetapkan di bawah undang-undang yang berkaitan dan mengikut cadangan yang dikemukakan oleh pihak Syarikat Lynas (M) Sdn Bhd, sebanyak USD50 juta dibayar kepada Kerajaan Malaysia secara ansuran. Ini tertakluk kepada kajian semula oleh pihak Lembaga jika ditetapkan kemudian; dan
5. Lembaga berhak melantik perunding bebas untuk menilai kepatuhan Syarikat Lynas terhadap standard dan peraturan yang ditetapkan dan kosnya ditanggung oleh pemegang lesen

4.1.5 Waste quantities

The amount of wastes generated is given in Table 4.5. Year 1 is listed separately, the quantities in the subsequent years are larger. The waste quantities over the first ten years are summed up in column 4 of the table, over the complete operating time in column 5. Column 5 of the original table in /RWMP 2011/ has the same header as column 4, but the numbers given in that column are exactly 1 * (Quantity Year1) plus 19 * (Quantity in Year2).

Table 4.5: Waste quantities arising in tons, after /RWMP 2011/

Waste	Single years		Accumulated	
	Year 1	Year 2 ...	Year 1...10	Year 1...20
FGD	29,460	58,920	559,740	1,148,940
NUF	89,910	177,820	1,689,290	3,467,300
WLP	32,000	64,000	608,000	1,248,000
Total	151,370	300,740	2,857,030	5,864,240

The table shows that the amounts of wastes are in a relevant quantity range of more than 1 million tons each. This quantity makes it necessary to

- engineer storage and disposal facilities for these wastes on a stable subsoil with low differential settlement,
- isolate the wastes from the environment, given their unknown solubility and migration characteristics,
- plan for a robust waste management solution able to cope with the different economic, social and societal uncertainties that might play a role over the decade-long operations.

Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan Pada Tahun 2019

(i) Lynas hendaklah mengemukakan perancangan bagi pembinaan kemudahan (facility) "Cracking and Leaching" di luar negara bagi tujuan memindahkan proses tersebut yang kini dijalankan di lojinya di Gebeng Kuantan, keluar dari Malaysia. Kemudahan Cracking and Leaching di luar negara hendaklah dibina dan mula beroperasi dalam tempoh 4 tahun dari tarikh sah lesen. Selepas kemudahan "Cracking and Leaching" mula beroperasi di luar negara, pemegang lesen tidak lagi dibenarkan menghasilkan residu radioaktif yang melebihi 1 Becquerel per gram di lojinya di Gebeng, Kuantan

(ii) Lynas hendaklah:

(a) mengenalpasti tapak spesifik untuk pembinaan Kemudahan Pelupusan Kekal (Permanent Disposal Facility, PDF) dan hendaklah mengemukakan kebenaran secara bertulis daripada Kerajaan Negeri bagi penggunaan tapak tersebut sebagai PDF. Pemegang lesen juga hendaklah

Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan Pada Tahun 2019

mengemukakan pelan perancangan pembinaan PDF yang lengkap serta pelan pembiayaan yang mencukupi bagi menampung keseluruhan pembinaan dan operasi PDF; atau
b) mengemukakan kebenaran rasmi secara bertulis daripada pihak berkuasa mana-mana negara untuk membawa keluar residu Water Leach Purification (WLP) ke negara tersebut;

(iii) Lynas hendaklah menamatkan semua aktiviti penyelidikan dan pembangunan (Research and Development, R&D) berkaitan penggunaan semula residu radioaktif WLP sebagai Condisoil dalam bidang pertanian dan hendaklah mengemukakan 0.5 peratus (%) daripada jualan kasar setiap tahun yang ditetapkan untuk usaha R&D sebelum ini kepada Kerajaan Malaysia sebagai cagaran tambahan sehingga kemudahan “Cracking and Leaching” di luar negara mula beroperasi.

Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan Pada Tahun 2018



Syarat 1

Pindahkan Pemprosesan "Cracking and Leaching" Keluar Dari Malaysia

Lynas Advanced Materials Plant (LAMP) merupakan projek syarikat Lynas Malaysia Sdn. Bhd. yang memproses bahan mentah pekatan lantanida yang diimport dari Mount Weld di Western Australia untuk tujuan menghasilkan nadir bumi oksida dan karbonat (*rare earth oxides and carbonates*). LAMP beroperasi di Kawasan Perindustrian Gebeng, Kuantan, Pahang.

Proses pemecahan dan larut-lesap (*cracking and leaching*) ialah pengasingan bahan nadir bumi daripada banan radioaktif semula jadi. Pemprosesan "*cracking and leaching*" ini menghasilkan dua sisa iaitu *Water Leached Purification Residue (WLP)* dan *Neutralization Underflow Residue (NUF)*.

WLP dikelaskan sebagai sisa radioaktif dengan kepekatan 6.2 Bq/g manakala residu NUF dikelaskan sebagai bahan buangan terjadual.

Maka, Lynas disyaratkan untuk memindah pemprosesan "*cracking and leaching*" keluar dari Malaysia agar LAMP **tidak lagi menghasilkan sisa radioaktif pada masa depan**.



Australia

Syarat 2

Kenal Pasti Tapak Spesifik untuk Pembinaan Kemudahan Pelupusan Kekal (PDF) dalam Tempoh Masa 6 Bulan

Syarat kedua yang perlu dipatuhi oleh Lynas ialah mengenalpasti tapak spesifik untuk pembinaan Kemudahan Pelupusan Kekal (PDF) dan hendaklah mengemukakan kebenaran secara bertulis daripada Kerajaan Negeri bagi penggunaan tapak tersebut sebagai PDF.

Lynas juga hendaklah mengemukakan pelan perancangan pembinaan PDF yang lengkap mengikut piawaian serta pelan pembiayaan yang mencukupi bagi pembinaan dan operasi PDF; atau mengemukakan kebenaran rasmi secara bertulis daripada pihak berkuasa mana-mana negara untuk membawa keluar residu WLP ke luar negara.

Tindakan ini perlu **disegerakan** untuk menangani timbunan residu WLP yang kini berjumlah melebihi 550,000 tan metrik yang disimpan di kemudahan penstoran sementara (residue storage facility, RSF) di tapak loji di Gebeng yang terdedah kepada ancaman bencana alam seperti banjir besar.

Jumlah terkini dua sisa utama di tapak Lynas, Gebeng:

WLP: 580,362 tan metrik



Tapak pelupusan WLP di kemudahan penstoran sementara di Gebeng, Pahang

Syarat 3

Tamatkan Semua R&D Residu Radioaktif WLP sebagai *Condisoil*

Syarat ketiga yang perlu dipatuhi oleh Lynas ialah **menamatkan** semua aktiviti penyelidikan dan pembangunan (R&D) berkaitan penggunaan semula **residu radioaktif WLP sebagai *condisoil*** dalam bidang pertanian.

Lynas hendaklah mengemukakan 0.5 peratus (%) daripada jualan kasar setiap tahun yang ditetapkan untuk usaha R&D sebelum ini kepada Kerajaan Malaysia sebagai **Cagaran Tambahan** bagi Lesen sehingga kemudahan "cracking and leaching" di luar negara mula beroperasi.



Syarat-syarat Perlesenan Kerajaan Perpaduan

KENYATAAN MEDIA

MENTERI SAINS, TEKNOLOGI DAN INOVASI

STATUS TERKINI LESEN OPERASI LYNAS MALAYSIA SDN BHD

Pada 23 Oktober 2023, Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA) telah membuat pertimbangan untuk mengemas kini syarat lesen operasi Lynas yang sedang berkuat kuasa meliputi kebenaran mengimport bahan mentah yang mengandungi bahan radioaktif semulajadi (NORM) sehingga tamat tempoh sah lesen, iaitu pada Mac 2026.

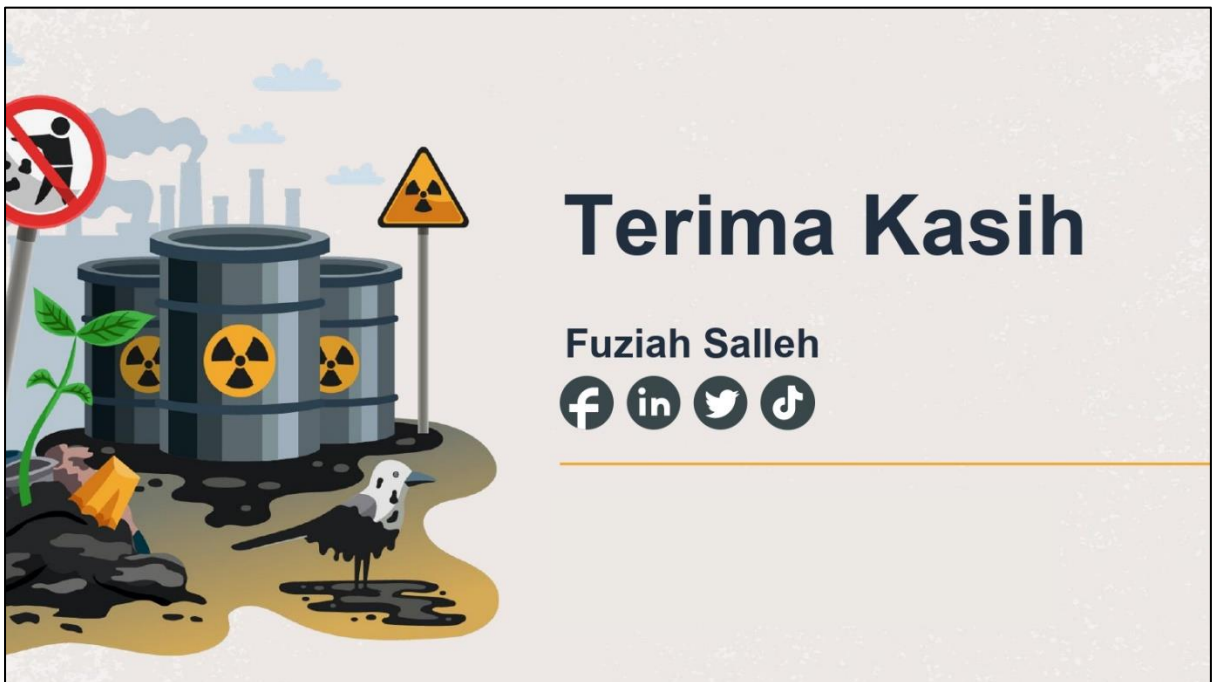
Pertimbangan ini juga membenarkan aktiviti *Cracking & Leaching (C&L)* diteruskan tertakluk kepada syarat bahawa Lynas hendaklah memastikan kandungan radioaktif dalam residu *Water Leach Purification (WLP)* di bawah 1 Bq/g melalui program R&D yang diterajui oleh pakar tempatan.

Keputusan LPTA dibuat berdasarkan dapatan kajian awal di peringkat makmal yang menunjukkan bahawa bahan radioaktif thorium boleh diekstrak keluar daripada residu WLP sehingga residu ini boleh dilepaskan daripada kawalan perundangan di bawah Akta 304.

MOSTI yakin dengan perkembangan ini, operasi berkaitan menepati kawalan perundangan, melindungi kepentingan rakyat dan seterusnya negara akan mampu menarik pelaburan yang berbilion ringgit nilainya dalam industri nadir bumi tempatan bagi menyokong industri pembuatan bahan termaju berteknologi tinggi.

Sekian.

Kenapa Malaysia?



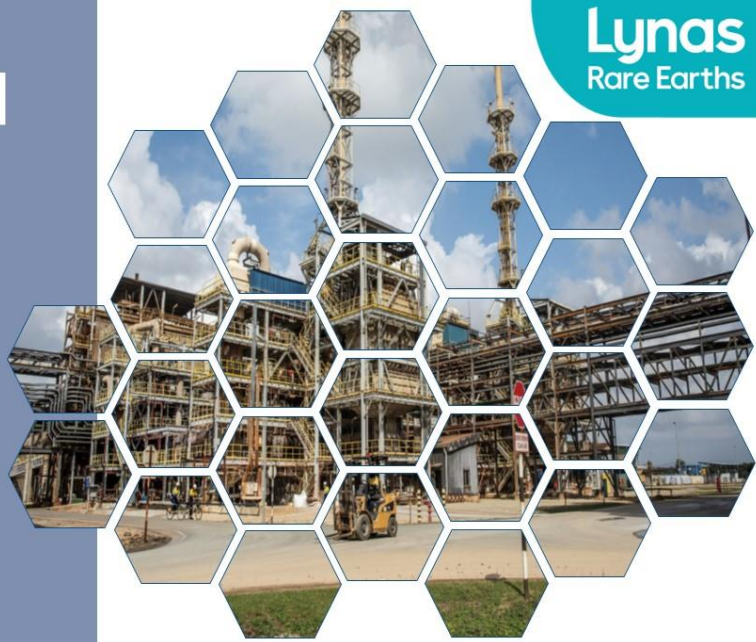
Terima Kasih

Fuziah Salleh



Lynas Advanced Materials Plant (LAMP)

Lawatan
Jawatankuasa
Pilihan Khas Alam
Sekitar, Sains dan
Perladangan
4 Oktober 2023

Agenda:		
Time (hrs)	Description	PIC
0900	PSC delegation arrived	Dato' Sri Mashal
09:10 – 10:30	Briefing on Lynas	Dato' Sri Mashal
10:30 – 11:00	Q&A	Dato' Sri Mashal
11:00 – 11:15	Short break & 8 PSC's change attire for site visit	Dato' Sri Mashal
11:15 – 11:45	Site visit - Bus	Amir/Khairul
11:45 – 12:15	8 PSC's visit CLAB	Azam/Syazwan
12:00 – 13:30	Lunch	Dato' Jumaat
13:30	PSC depart from LAMP to Parliament	

Is LYNAS safe?



Lynas has undergone 4 audit by:



1) Report of the International Review Mission on the Radiation Safety Aspects of a Proposed Rare Earths Processing Facility (the Lynas Project), 29 May - 3 June 2011, Malaysia



2) Laporan Jawatankuasa Pilihan Khas Mengenai Projek Lynas Advanced Materials Plant (LAMP) - DR. 3 tahun 2012 Malaysia



3) Report of the International Post-Review Mission On the Radiation Safety Aspects of the Operation of a Rare Earth Processing Facility and Assessment of the Implementation of the 2011 Mission Recommendations, 13 - 17 October 2014, Malaysia



4) Laporan Jawatankuasa Eksekutif Penilaian Operasi Lynas Advanced Materials Plant (LAMP) 2018

1. IAEA REPORT 2011

Lynas
Rare Earths



NENEW/2011
ORIGINAL: English

Report of the
International Review Mission
on the

Radiation Safety Aspects of
a Proposed Rare Earths
Processing Facility
(the Lynas Project)

29 May - 3 June 2011, Malaysia

DIVISION OF NUCLEAR FUEL CYCLE AND WASTE TECHNOLOGY

The WLP contains **relatively low concentrations** of naturally occurring radionuclides and thus the hazards are equally low.

There are always some remaining uncertainties related to factors such as the detailed characteristics of the waste, the evolution over time of the disposal facility and the environment. The safety case should discuss how uncertainties are to be managed.

When designing the disposal facility and developing the safety case, a graded approach has to be adopted, depending on the hazard potential of the waste and the complexity of the site and disposal facility design. **The WLP contains relatively low concentrations of naturally occurring radionuclides and thus the hazards are equally low.** It can therefore be assumed that the development of the safety case will be straightforward and that it can rely on established methodologies and assessment tools. The safety assessment is discussed in more detail in Section 6.

The review team recommends that the AELB require Lynas to submit a plan setting out its intended approach to the long term management of the WLP residues after closure of the

5

2. SPECIAL SELECT COMMITTEE 2012

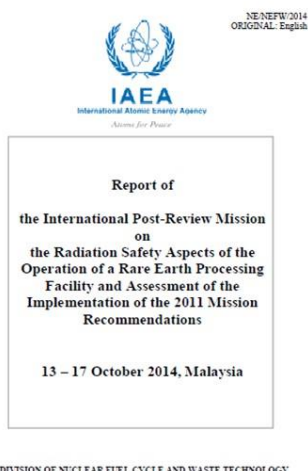
Lynas
Rare Earths



LAMP is a chemical plant which produces rare earth and is **not a nuclear plant** or a mining activity.

6

3. IAEA REPORT 2014



The radiological risk to members of the public and the environment associated with the operation of Lynas Advance Material Plant are **intrinsically low**.

⁸ The review team concluded that the Malaysian Counterparts (AELB, Government of Malaysia and Lynas Malaysia Sdn. Bhd.) have satisfactorily implemented all the recommendations formulated by the review team of the 2011 mission. After the analysis of all documentation provided by the relevant counterpart and examined by the review team and in addition to the observations collected during the site visit and the dialogue sustained with different stakeholders, it became evident that the radiological risks to members of the public and to the environment associated with the operation of Lynas Advanced Material Plant are **intrinsically low**. This finding does not come as a surprise as this is the case already observed in many industries that process NORM. The protection measures provided to the workers were considered satisfactory and need to be continuously improved by the operator.

On the side of the AELB, it has been seen that the organization has reinforced its presence at the site by establishing an on-site office with a number of staff members that is

7

4. PH – EXECUTIVE COMMITTEE REVIEW 2018



Generally **LAMP** has **complied with regulations prescribed under the main acts**, including:

- i. Atomic Energy Licensing Act 1984 [Act 304],
- ii. Environmental Quality Act 1974 [Act 127],
- iii. Factories and Machinery Act 1967 [Act 139],
- iv. Occupational Safety and Health Act 1994 [Act 514] and
- v. Industrial Coordination Act 1975 [Act 156].

8

WLP Composition

Water Leached Purification (WLP)

Content	% wet wt
Iron phosphate $\text{FePO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	25-50
Calcium carbonate CaCO_3	5-25
Phosphogypsum $(\text{Ca},\text{P})\text{SO}_4 (\text{H}_2\text{O})_x$	1-10
Uranium oxide	<0.01
Thorium hydroxide	<0.2

Source: WLP MSDS

9

Research on CondiSoil



Collaboration Agency

Lynas
Rare Earths



11

Researcher

Lynas
Rare Earths

No	Name	Organization	Specialization	Yrs of service
1.	PROF DR ISMAIL BAHARI	UKM LYNAS	Radiology & Radiation Biology Radiation Safety, Regulations & Compliance	32 11
2.	MR. MOHD RIDZUAN MOHD SAAD	MARDI	Plant physiology & Crop Production System	36
3.	DR WAN ABDULLAH WAN YUSOFF		Soil & water conservation	32
4.	DR ISMAIL CHE HARON		Rice Nutrition & Soil Fertility Improvement	36
5.	PROF DR SHAMSUDDIN JUSOP	UPM	Soil Mineralogy, Soil Genesis & Classification	45
6.	PROF DR MOHAMED HANAFI MUSA		Soil Chemistry, Plant Nutrition, Agronomy	37
7.	PROF DR SAHIBIN ABD RAHIM	UKM/UMS	Environmental Soil Science	35/1
8.	DR AZNAN FAZLI ISMAIL	UKM	Uranium/Thorium Extraction & Radiological Impact Assessment (RIA)	10
9.	DR WAN MOHD RAZI IDRIS		Environmental Soil Science	13
10.	DR MOHD YUHYI MOHD TADZA	UMP	Civil Engineering (Geotechnical Engineering)	11
11.	DR AIZUL AZFAR BIN ZULKEFLI	LYNAS	Project Specialist	3

Research & Development on WLP

Lynas
Rare Earths



RESEARCH & DEVELOPMENT ON WATER LEACHED PURIFICATION (WLP)

1. Research & Development #1 Dated: 08/08/2018

Title : Effects Of Condisoil On Growth and Yield of **Oil Palm** Planted on Mineral Soil
 Organisation : Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Lynas Malaysia Sdn Bhd
 Project Leader : Professor Dr. Mohamed M. Hanafi, PhD
 Project Team : 1. Ahmad Husni Mohd Haniff, PhD
 2. Sahibin Abd Rahman, PhD
 3. Aznan Fazi Ismail, PhD
 4. Wan Mohd Razi Idris, PhD
 Start Date : November, 2015
 End Date : March, 2017

2. Research & Development #2 Dated: 30/11/2018

Title : Scaling Up The Use Of Condisoil On A Sandy BRIS Soil For **Kenaf** Cultivation
 Organisation : Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Lynas Malaysia Sdn Bhd, National Kenaf and Tobacco Board
 Project Leader : Professor Dr. Mohamed M. Hanafi, PhD
 Project Team : 1. Ahmad Husni Mohd Haniff, PhD
 2. Sahibin Abd Rahman, PhD
 3. Aznan Fazi Ismail, PhD
 4. Wan Mohd Razi Idris, PhD
 5. Baharum Zainal
 6. Mohd Norsyam Yahaya
 7. Nik Azman Nik Husain
 8. Mohd Zaidi Bakar
 9. Samududin Mokhtar
 10. Mdz Noh Abdul Latif
 11. Marzuki Ibrahim
 Start Date : August 30, 2019
 End Date : November 30, 2018

3. Research & Development #3

Title : Evaluation On The Efficacy Of Condisoil Application As **Paddy** Soil Ameliorant For Yield Improvement and Its Environmental Impact As Measured At Pilot And Upscale Level
 Organisation : Malaysian Agricultural Research And Development Institute (MARDI), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Lynas Malaysia Sdn Bhd
 Project Leader : Mohd Ridzuan Mohd Saad, MSc
 Project Team : 1. Ismail Che Haron, PhD
 2. Sahibin Abd Rahman, PhD
 3. Aznan Fazi Ismail, PhD
 4. Wan Mohd Razi Idris, PhD
 5. Rosnani Harun, MSc
 6. Shajaratulwanah Mohd Yusob, BSc
 7. Noorsuhaila Abu Bakar, MSc

4. Research & Development #4

Title : Upscaling Grain **Corn** Production -Using Condisoil Cherting Pahang
 Organisation : Malaysian Agricultural Research And Development Institute (MARDI), Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), Lynas Malaysia Sdn Bhd
 Project Leader : Ilani Zuriah Ibrahim, MSc
 Project Team : 1. Mohd Ridzuan Mohd Saad, MSc
 2. Md Akhir Hamid, MSc
 3. Rohazrin Abdul Rani, MSc
 4. Mohd Syauqi Nazmi, MSc
 5. Theeba Manickam, MSc
 6. Noor Haslizawati Abu Bakar, MSc
 7. Noorlida Mohammad Hamim, MSc
 8. Fadrahimi Ismail, MSc
 9. Abu Zarin Ujang, MSc
 10. Zarni Ishak, PhD
 11. Sahibin Abd Rahman, PhD
 12. Wan Mohd Razi Idris, PhD
 13. Aznan Fazi Ismail, PhD

13

Research on Lynas CondiSoil®

Lynas
Rare Earths

Small scale research

1. BRIS Soil (Kenaf, coconut, grain corn, grass, teak wood) by UPM/farmers/UKM

2. BRIS Soil (Kenaf, coconut, grain corn, grass) by MARDI/UKM

3. Acidic Soil (paddy) by MARDI/UKM

4. Oil Palm by UPM/UKM/farmers

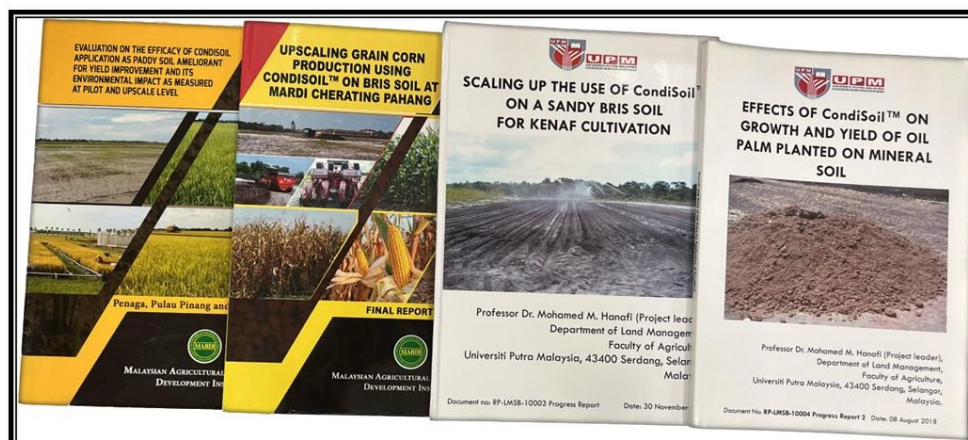
Upscaling

1. BRIS Soil (Kenaf) by UPM/LKTN/UKM

2. BRIS Soil (Grain corn) by MARDI/UKM

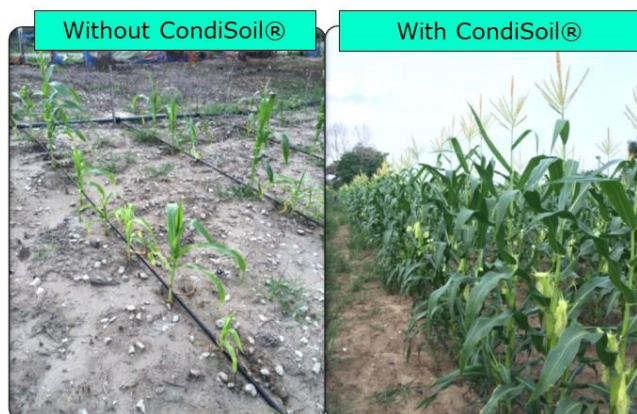
Acidic and soft soil (paddy) by MARDI/UKM/PPK/farmers

Research Final Report



15

Small scale research : BRIS soil lead by UPM



Grain Corn at 43 days after planting

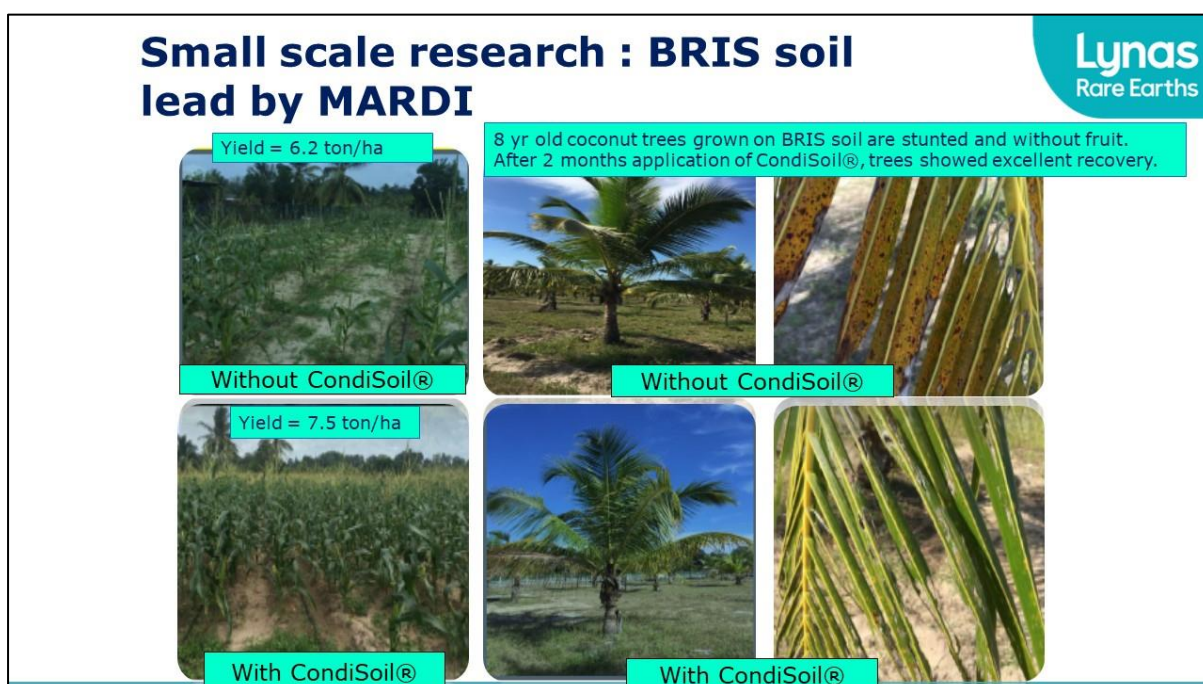
- Grain corn yield 1st cycle planting

Without CondiSoil® = **0.031 ton/ha**

With CondiSoil® = **3.66 ton/ha**

- Grain corn yield 2nd and 3rd cycle planting

Harvest completed. Data not received yet from the researcher





Without CondiSoil®

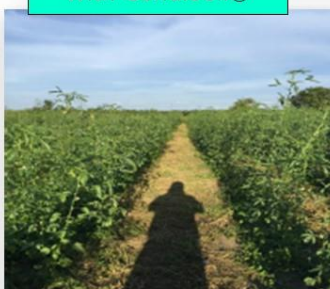


With CondiSoil®

Napier Grass (Fresh yield)

With CondiSoil® =
16 ton/ha

Without CondiSoil® =
10.51 ton/ha



Kenaf (Fresh fodder yield)

With CondiSoil® =
7.08 ton/ha

Without CondiSoil® =
5.15 ton/ha

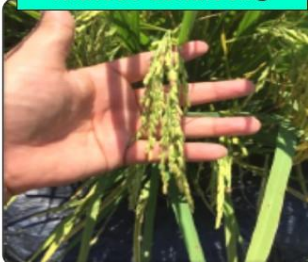
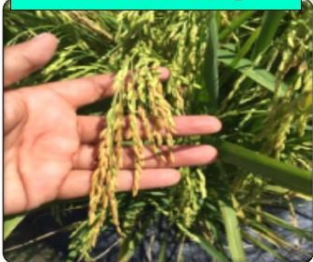
Small scale research : Acidic soil lead by MARDI



With CondiSoil®



Without CondiSoil®



Paddy (Grain yield) 1st season
planting

- With CondiSoil® =
6.91 ton/ha

- Without CondiSoil® =
4.83 ton/ha

Paddy (Grain yield) 2nd season
planting

- Haven't yet receive data from the
researcher.

Lynas WLP and alternative to natural Phosphate for Malaysia

- **Phosphate is generated as WLP at LAMP**, Water Leached Purification residue aka **Iron Phosphate**
- **WLP residue contains** an equivalent of **34 – 49% P_2O_5** (diphosphorus dioxide), a phosphate source used in fertilizer.
- This **value is higher or equivalent** to several sources of phosphate rock materials or water-soluble phosphate sources (**triple super phosphate**).
- In 2018, **Malaysia imported 357, 531 tonnes** of fertilisers containing **phosphorite** at a cost of US\$27.52 million (approximately RM114.93 million)
- The **WLP is proven an alternative source of Phosphate** in soil conditioner (CondiSoil)

23

Lynas Operating License 2012



AELB License Conditions 3/9/2012 - 2/9/2014 on Water Leached Purification (WLP)

Lynas
Rare Earths

Summary:

Option 1 : Do R&D to find commercial use

Option 2: If option #1 failed, the WLP needs to be placed in the Permanent Disposal Facility (PDF).

Option 3: If option #2 failed, the WLP need to be removed from Malaysia.

Refer:

Syarat lesen 33.6

Pemegang lesen hendaklah memastikan semua residu yang dihasilkan dibawa keluar dari malaysia sekiranya R&D pengkitaran semula serta /okasi tidak dikenalpasti atau diluluskan.

Syarat lesen 39.2

Pemegang lesen hendaklah memastikan pelan dan lokasi Permanent Disposal Facility diluluskan terlebih dahulu oleh AELB sebelum sebarang pelupusan akhir (permanent disposal) dibenarkan untuk dilaksanakan.

25

Letter of Undertaking

Lynas
Rare Earths

Lynas
CORPORATION LTD

23 February 2012

The Director General
Atomic Energy Licensing Board
Ministry of Science, Technology and Innovation (MOSTI)
Batu 24, Jalan Dengkil,
43800 Dengkil, Selangor Darul Ehsan.

YM Raja Dato' Abdul Aziz Raja Adnan,

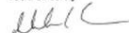
LETTER OF UNDERTAKING

The above matter refers.

Lynas Corporation Australia hereby gives a full undertaking to, if necessary, remove from Malaysia all waste generated by the Lynas Advanced Material Plant in Gebeng, Kuantan during the Temporary Operating License's period.

Thank you.

Yours sincerely



NICHOLAS CURTIS, AM
Executive Chairman
Lynas Corp. Ltd

Cc: Y.Bhg. Dato' Mashal Ahmad
Managing Director, Lynas Malaysia Sdn Bhd

Lynas
MALAYSIA SDN BHD

No. 72, Jalan Gebeng 1/24
Bandar Industri Gebeng Jaya
26080 Kuantan
Pahang
Ruj. Kami : LMSB-SHE-L-06032012-AELB-37
Tarikh : 06 March 2012

Tel. +60-9-5834445
Fax: +60-9-5834449
Website: www.lynascorp.com
Company Reg. No. 752288-D

Ketua Pengarah
Lembaga Perlesenan Tenaga Atom
Kementerian Sains, Teknologi Dan Inovasi
Batu 24, Jalan Dengkil
43800 Dengkil, Selangor
U.P. : Y.M. Raja Dato' Abdul Aziz bin Raja Adnan

Y.M. Raja Dato' Abdul Aziz Raja Adnan,

SURAT "UNDERTAKING"

Perkara diatas adalah dirujuk.

Lynas Malaysia Sdn Bhd dengan ini bertanggungjawab terhadap pengurusan residu yang terhasil semasa tempoh Lesen Operasi Sementara (Temporary Operatig License - TOL) termasuk jika perlu, pemuliharaan kepada sumber asal.

Sekian, terima kasih,

Dengan Hormat,


DATO' HAJI MASHAL BIN AHMAD, DIMP
Pengarah Urusan / OBTL

26

Lynas is a DIFFERENT from Asian Rare Earth, Bukit Merah:

Lynas
Rare Earths

	Lynas	Asian Rare Earth	Remark
Raw Material	Ore from Mt Weld	Tin mining tailing (Amang)	
Thorium content in raw material	0.16%	6%	ARE 37x higher than Lynas
Concentration in residue	0.165%	10%	ARE 60x higher than Lynas

Radiation Exposure to public from Lynas Advanced Material Plant (LAMP) is very low

Lynas
Rare Earths

Radiation Sources	Total Dose	
Radiation dose to the lungs from smoking a packet of cigarette per day per year	150 mSv 7500 x higher than LAMP	
Radiation dose per year to air crew	9 mSv 450 x higher than LAMP	
Doses from each medical and dental X-rays	0.1 mSv - 0.39 mSv 5 - 19.5 x higher than LAMP	
Dose from living in concrete houses for 1 year (Radon in home per year)	0.07 mSv (2 mSv) 3.5 x higher (1000 x higher) than LAMP	
Dose per year from natural radioactivity in the body	0.40 mSv 20 x higher than LAMP	
Dose to public from LAMP (at LAMP fence) from radon and thoron inhalation	0.020 mSv (50 x lower than permissible dose limit for public)	

28

Europe 2021 CO2 emission target would cost the automotive industry €34 billion based on 2018 performance

Lynas
Rare Earths



Penalty payments for excess emissions
Assumption: no changes until 2021

	 Actual vs Target g/km	Penalty (€/unit)	Units Regs 2018 (000)	Total Penalty (€ billion)
VW Group	26.6	2,525	3,638	9.19
PSA	23.1	2,194	2,457	5.39
Renault Group	23.2	2,207	1,615	3.57
BMW Group	27.5	2,609	1,018	2.66
Hyundai-Kia	30.0	2,852	1,011	2.88
Ford	27.1	2,576	992	2.56
FCA	35.5	3,373	961	3.24
Daimler	33.6	3,192	941	3.01
Toyota	7.8	745	733	0.55
Nissan Group	19.0	1,807	630	1.14
Volvo	25.5	2,425	317	0.77

- From January 2021, the CO2 emission average of each fleet in Europe, should not exceed 95 gram of CO2 per kilometer.
- Above this limit, each car maker will pay a penalty of €95 PER CAR SOLD IN Europe, and per gram above the limit of 95gr/km.
- Unless car makers succeed in substantially reducing their CO2 emission, they will pay massive penalties totalizing €34 billion per year.
- The industry is now in a rush to introduce new models, Hybrid, Plug In Hybrids, Pure Electric cars, in order to reach the limit of 95gr of CO2 per km and per car.

THANK YOU!

Lynas
Rare Earths



D.R. 13 TAHUN 2024

DEWAN RAKYAT PARLIMEN KELIMA BELAS

PENGGAL KETIGA



**PENYATA JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR,
SAINS DAN PERLADANGAN**

PENGURUSAN SISA LYNAS MALAYSIA

LAPORAN PROSIDING

LAPORAN PROSIDING
JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR,
SAINS DAN PERLADANGAN MENGENAI
PENGURUSAN SISA LYNAS MALAYSIA

NO.	LAPORAN PROSIDING	TARIKH
1	MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN BIL. 8 TAHUN 2023	25 OKTOBER 2023
2	MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN BIL. 9 TAHUN 2023	25 OKTOBER 2023
3	MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN BIL. 7 TAHUN 2023	29 NOVEMBER 2023



MALAYSIA

DEWAN RAKYAT

LAPORAN PROSIDING

JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN

TAKLIMAT MENGENAI PENGURUSAN SISA
LYNAS MALAYSIA OLEH:

1. JABATAN ALAM SEKITAR
 2. JABATAN KIMIA MALAYSIA
-

BIL. 8
RABU, 25 OKTOBER 2023
PENGAL KEDUA, PARLIMEN KELIMA BELAS

**MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN
BIL. 8 TAHUN 2023**

**BILIK JAWATANKUASA 2, BLOK UTAMA
PARLIMEN MALAYSIA, KUALA LUMPUR**

RABU, 25 OKTOBER 2023

AHLI-AHLI JAWATANKUASA

Hadir

YB. Datuk Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim
[Kuala Terengganu]

- Pengerusi

YB. Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man [Kubang Kerian]

YB. Tuan Chow Yu Hui [Raub]

YB. Dato' Ngeh Koo Ham [Beruas]

YB. Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien [Julau]

YB. Tuan Kesavan a/l Subramaniam [Sungai Siput]

YB. Dato' Azman bin Nasrudin [Padang Serai]

Tidak Hadir [Dengan Maaf]

YB. Puan Vivian Wong Shir Yee [Sandakan]

YB. Puan Rodiyah binti Sapiee [Batang Sadong]

URUS SETIA

Encik Mohd Sukri bin Busro [Ketua Penolong Setiausaha, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Mohamad Tarmizi bin Ahmad [Penasihat Undang-undang I, Parlimen Malaysia]

Cik Jackie Mary Fernandis [Penasihat Undang-undang II, Parlimen Malaysia]

Puan Siti Mastura binti Oyop [Pegawai Penyelidik, Seksyen Sains, Teknologi dan Pembangunan (Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan), Parlimen Malaysia]

Puan Khairil Liza binti Mohd Salleh [Pegawai Penyelidik, Seksyen Ekonomi dan Perdagangan (Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan), Parlimen Malaysia]

Dr. Siti 'Ai'syah binti Che Osmi [Pegawai Penyelidik, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Encik Mohamad Faizal bin Lan [Pegawai Penyelidik, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Encik Muhammad Zuhair bin Mohd Zubir [Pegawai Penyelidik Sosial, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

HADIR BERSAMA

Ex-officio

YBrs. Dr. Pubadi a/l Govindasamy [Setiausaha Bahagian Kanan (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa), Kementerian Perlindungan dan Komoditi]

YBrs. Dr. Noraisah binti Spahat [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik), Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi]

YBrs. Tuan Mohd Faizal bin Harun [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa (BPSA)), Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim]

TURUT HADIR BERSAMA

Jabatan Kimia Malaysia

YBrs. Puan Halimah binti Abdul Rahim [Ketua Pengarah]

YBrs. Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim [Pengarah Bahagian (Bahagian Kualiti Alam Sekitar)]

Jabatan Alam Sekitar

YBrs. Puan Mashitah binti Darus [Timbalan Ketua Pengarah (Pembangunan)]

YBrs. Puan Rohimah binti Ayub [Pengarah (Bahagian Penilaian)]

YBrs. Encik Ahmad Saifful bin Salihin [Ketua Penolong Pengarah Kanan (Bahagian Penguatkuasa)]

Encik Mohamad Rahimi bin Dollah [Penolong Pengarah (Bahagian Penilaian)]

LAPORAN PROSIDING

**MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN
BIL. 8 TAHUN 2023**

**BILIK JAWATANKUASA 2, BLOK UTAMA
PARLIMEN MALAYSIA, KUALA LUMPUR**

RABU, 25 OKTOBER 2023

Mesyuarat dimulakan pada pukul 12.32 tengah hari

*[Yang Berhormat Datuk Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim
mempengerusikan Mesyuarat]*

Tuan Pengerusi: *Bismillahi Rahmani Rahim. Assalamualaikum, salam sejahtera. Untuk yang Muslim kita mulakan dengan membaca ummul Quran, al-Fatihah.*

Ahli-ahli Yang Berhormat, terlebih dahulu saya mengucapkan terima kasih kepada semua ahli Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perlindungan dan wakil-wakil tetap ex-officio yang hadir pada hari ini. Saya sebut di sini senarai ahli-ahli jawatankuasa sebab kita ada wakil daripada Jabatan Alam Sekitar dan juga Jabatan Kimia dan Jabatan Pertanian. Ada ya? Pada hari ini untuk bersama dengan kita. Saya rasa elok untuk saya perkenalkan dahulu.

Yang Berhormat Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man, Ahli Parlimen Kubang Kerian. Yang Berhormat Puan Vivian Wong Shir Yee, Ahli Parlimen Sandakan tidak dapat hadir pada hari ini kerana bertindan dengan mesyuarat yang lain. Yang Berhormat Tuan Chow Yu Hui, Ahli Parlimen Raub; Yang Berhormat Dato' Ngeh Koo Ham, Ahli Parlimen Beruas; Yang Berhormat Puan Rodiyah binti Sapiee, Ahli Parlimen Batang Sadong, belum sampai; Yang Berhormat Datuk Larry Soon, Ahli Parlimen Julau; Yang Berhormat Tuan Kesavan a/l Subramaniam, Ahli Parlimen Sungai Siput; Yang Berhormat Dato' Azman bin Nasrudin, Ahli Parlimen Padang Serai.

Kita ada wakil-wakil daripada kementerian perdagangan komoditi – ex-officio, Yang Berhormat – Yang Berhormat pula dah. *[Ketawa]* Yang Berusaha Dr. Pubadi a/l Govindasamy. Daripada Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi, Yang Berusaha Dr. Noraisah binti Spahat; Kementerian Sumber dan Asli Alam Sekitar, Yang Berusaha Tuan Mohd Faizal dan Jabatan Kimia Malaysia yang hadir pada hari

ini Puan Halimah binti Abdul Rahim, Ketua Pengarah ya? Terima kasih. Yang Berusaha Datuk – Dr. Nazarudin bin Ibrahim. Okey, tak lamalah tu

[Ketawa]

Daripada Jabatan Alam Sekitar, Yang Berusaha Puan Mashitah binti Darus, Timbalan Ketua Pengarah (Pembangunan); Yang Berusaha Puan Puan Rohimah binti Ayub, Pengarah Bahagian Penilaian; Encik Ahmad Saifull, Ketua Penolong Pengarah Kanan (Penguat Kuasa); Yang Berusaha Encik Mohamad Rahimi bin Dollah, Penolong Pengarah.

Dan juga kakitangan pegawai daripada Parlimen Malaysia; Encik Mohd Sukri, Mohamad Tarmizi bin Ahmad, Puan Jackie Mary Fernandis, Siti Mastura dan Khairil Liza dan ramai. Saya tidak baca semua. Panjang hendak baca.

Mesyuarat hari ini untuk membincangkan tentang taklimat dan perbincangan berkenaan dengan *waste management* Lynas Malaysia dan isu-isu yang berbangkit daripada Jabatan Alam Sekitar dan juga Jabatan Kimia. Saya ingin memperingatkan ahli-ahli mesyuarat bahawa mesyuarat ini tertakluk di bawah Peraturan Mesyuarat 85, Peraturan-peraturan Majlis Mesyuarat Dewan Rakyat dan Ahli Majlis Parlimen (Keistimewaan dan Kuasa) 1952, Akta 347, di mana sebarang kenyataan atau dokumen yang dibentangkan di hadapan jawatankuasa ini tidak boleh disiarkan sehingga jawatankuasa membentangkan penyata di Dewan Rakyat.

Untuk pengetahuan juga seperti mana yang mungkin ramai saya anggap boleh juga saya umumkan di sini, semalam kita telah menerima kenyataan media daripada Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi berhubung dengan penyambungan lesen untuk operasi Lynas. Saya tidak ada bersama dengan saya di sini tapi saya pasti kita akan bekalkan balik kepada ahli-ahli jawatankuasa untuk pengetahuan semua tentang perkembangan terkini ini. Tetapi, walau bagaimanapun seharusnya ia tidak mengganggu kerja kita. Cumanya, sebelum ini isunya lain. Sekarang ini bila ada perkara baharu mungkin lebih memudahkan untuk kita bersoal jawab berhubung isu-isu yang berbangkit.

Saya tanpa melengahkan masa, kita boleh mulakan agenda taklimat *waste management* Lynas Malaysia dan isu-isu berbangkit. Pertama, saya minta supaya Jabatan Alam Sekitar. Saya minta – dipersilakan dan selepas itu kita akan bersoal jawab. Terima kasih.

Puan Mashitah binti Darus [Timbalan Ketua Pengarah (Pembangunan) Jabatan Alam Sekitar]: *Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.* Selamat tengah hari. Yang Berhormat Datuk Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim, Pengerusi Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan; Yang Berusaha Dr. Nizam Mydin bin Bacha Mydin, Setiausaha Dewan Rakyat,

jawatankuasa pilihan khas; Ahli-ahli Yang Berhormat yang dihormati sekalian, yang berusaha Datuk, Dr., tuan-tuan dan puan-puan sekalian.

Terlebih dahulu Jabatan Alam Sekitar ingin mengucapkan ribuan terima kasih di atas jemputan jawatankuasa ini untuk *just* membentangkan mengenai pengurusan sisa bagi syarikat Lynas Malaysia Sdn. Bhd.

Next, sedikit maklumat mengenai kandungan taklimat ini. Pertama mengenai sedikit latar belakang Lynas. Kedua, mengenai pengurusan sisa Lynas. Ketiga, mengenai program pengawasan Jabatan Alam Sekitar yang telah dijalankan di premis Lynas. Keempat, mengenai tindakan penguatkuasaan Jabatan Alam Sekitar ke atas premis Lynas. Kelima, sedikit rumusan dan juga penutup.

Next. Yang Berhormat Datuk Pengerusi dan ahli Jawatankuasa sekalian, pembinaan kilang Lynas Advanced Material Plant ataupun *in short* LAMP adalah tertakluk kepada Akta Kualiti Alam Sekeliling bagi perundangan seperti berikut;

Pertama, bagi aktiviti pembinaannya adalah tertakluk di bawah Perintah Kualiti Alam Sekeliling (Aktiviti Yang Ditetapkan) di bawah Penilaian Kesan Kepada Alam Sekeliling 1987 dan yang kedua adalah keperluan untuk mematuhi peruntukan di bawah seksyen 34A untuk menyediakan laporan kesan kepada alam sekeliling akibat aktiviti yang ditetapkan ataupun dalam kata lain keperluan kepada laporan EIA.

Seterusnya adalah keperluan pematuhan kepada peraturan-peraturan lain di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling iaitu Akta 127, iaitu:

■1240

- (i) Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005;
- (ii) Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Efluen Perindustrian) 2009;
- (iii) Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Kumbahan) 2009; dan seterusnya
- (iv) Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Udara Bersih) 2014.

Next slide. Seterusnya, saya ingin jelaskan sedikit mengenai latar belakang bagi kelulusan laporan EIA bagi Lynas yang telah kita berikan. Pertama, laporan EIA telah diluluskan pada 15 Februari 2008 dengan 78 syarat pematuhan yang disertakan bersama Surat Kelulusan Laporan EIA tersebut. Lokasi projek ini terletak di lot PT 8249 dan PT 13637 di Kawasan Perindustrian Gebeng (Fasa III) dengan keluasan seluas 100 ekar ya. Kapasiti pemprosesan yang ditetapkan adalah

sebanyak 88,000 tan setahun dan kapasiti pengeluaran produk sebanyak 22,500 tan setahun. Manakala bahan mentah yang dibawa ya dari Mount Weld, Australia iaitu *lanthanide concentrate* yang digunakan dalam proses tersebut untuk menghasilkan produk *lanthanide*.

Next. Berikut adalah *aerial view*, dengan izin, Lynas Advanced Material Plant yang terdapat di Kawasan Perindustrian Gebeng (Fasa III) yang merangkumi komponen yang ditunjukkan ya. Kalau kita tengok yang tengah-tengah itu, ia ada *cracking and leaching plant*, ia ada *solvent extraction plant*. Itu semua proses dia dan saya ingin menarik perhatian kepada tapak-tapak yang digunakan untuk pelupusan sisa buangan terjadual yang di bawah bidang kuasa Jabatan Alam Sekitar iaitu *onsite utilities and residue* NUF yang dekat atas itu. Itu adalah dia punya tapak pelupusan yang dicadangkan untuk sisa buangan terjadual. Manakala di sebelah kiri iaitu *permanent disposal facilities*, itu adalah tapak bagi sisa buangan radioaktif. Itu adalah di bawah kawal selia Jabatan Tenaga Atom ya, untuk *water-leached purification* punya waste yang mengandungi radioaktif.

Next. Sedikit kronologi EIA bagi Lynas di mana yang telah saya maklumkan tadi, laporan EIA telah diluluskan pada 15 Februari dengan 78 syarat kelulusan. Selepas EIA diluluskan, kita ada satu lagi *step* di mana pihak Lynas perlu mengemukakan *environmental management plan* bagi fasa operasi ya untuk kilang tersebut dan kita telah perakukan pada 6 Ogos 2021. Yang kedua adalah laporan EIA bagi *proposed onsite secure landfill* bagi *disposal of neutralization underflow waste*-lah iaitu NUF yang merupakan buangan terjadual di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling yang juga terletak di kawasan bersebelahan ataupun di belakang daripada Lynas. Laporan EIA ini telah diluluskan pada 23 Mei 2019 dengan 68 syarat kelulusan.

Seterusnya adalah *water-leached purification* (WLP) *residue* yang bersifat radioaktif iaitu tapak pelupusan yang dipanggil *permanent disposal facility* yang telah menjalankan laporan EIA dan diluluskan oleh Jabatan Alam Sekitar pada 28 Disember 2021 dengan 70 syarat kelulusan. *Environmental management plan* bagi *permanent disposal facility* (PDF) untuk WLP ini, kita telah perakukan pada 25 April 2022.

Next. Sedikit carta alir proses produk Lynas yang mana bermula dengan *lanthanide concentrate* yang dibawa masuk daripada Mount Weld, Australia dan di Gebeng, melalui proses *cracking* dan *leaching* – ini adalah *chemical process* ya, yang menggunakan bahan kimia dan menghasilkan *water-leached purification* (WLP) *residue* ya, buangan yang merupakan bahan radioaktif ya yang dicadangkan untuk dilupuskan di *permanent disposal facility* (PDF). Buat masa sekarang, PDF telah

digunakan setelah mendapat kelulusan. Sebelum ini, ia hanya *temporary storage*-lah di kawasan premis Lynas sendiri.

Seterusnya, dia melalui proses *solvent extraction* dan daripada *solvent extraction* ini, dia menghasilkan *neutralization underflow (NUF) residue* yang merupakan bahan buangan terjadual ya, yang di bawah bidang kuasa Jabatan Alam Sekitar dan dicadangkan melalui proses untuk *final disposal* di *secured landfill* iaitu *onsite* yang tadi yang saya tunjukkan tadi.

Seterusnya adalah *product finishing* oleh Lynas yang menghasilkan *lanthanide product* dan *product finishing* ini dia ada *calcination* untuk mengeringkan bahan-bahan yang telah dihasilkan daripada proses *cracking* dan juga *solvent extraction* yang tadi. Itu adalah produk yang dihasilkan oleh Lynas dalam bentuk serbuk ya. Daripada sini, kita dapati sejumlah besar untuk menghasilkan bahan *lanthanide product* yang bentuk serbuk itu tetapi menghasilkan sisa buangan yang sangat banyak.

Next. Ini adalah juga carta alir yang saya sebutkan tadi ya sebagai – ini *schematic diagram* yang menunjukkan gambaranlah proses-proses tersebut.

Next. Ini dari segi pengurusan sisa buangan Lynas yang saya maklumkan tadi. Terdapat – punca utama adalah dari sisa proses daripada, pertama, yang bersifat radioaktif adalah *water-leached purification solids* daripada *cracking* dan *separation process*. Yang kedua adalah *flue gas desulphurization solid* daripada *waste gas treatment system*, itu merupakan buangan terjadual di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling. Yang ketiga *Neutralization Underflow solid* juga di bawah bidang kuasa Jabatan Alam Sekitar ya yang dihasilkan, yang ada tapak pelupusan tadi yang saya tunjukkan.

Terdapat juga sebenarnya punca-punca lain daripada proses yang dihasilkan yang saya senaraikan ini, iaitu pertamanya daripada dia punya kain penapis, *filter press*, *scales* daripada dia punya tangki *neutralisation* dan semua ini adalah di bawah bidang kuasa Jabatan Alam Sekitar untuk mengawal sisa-sisa yang terhasil daripada proses yang terlibat selain daripada sisa radioaktif. Termasuklah enap cemar (*sludge*) daripada *waste water treatment plant* yang dihasilkan daripada premis Lynas.

Next. Ini adalah anggaran penghasilan sisa buangan Lynas bagi setahun yang mana bagi NUF ya, saya – dengan izin ya, NUF yang disebutkan di sini, *short form* dia, merupakan buangan terjadual di bawah SW205 di bawah Peraturan-peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan Terjadual) 2005 ya dengan jumlah sisa sebanyak 591,300 *metric ton* setahun. Manakala *water-leached purification (WLP)* iaitu sisa radioaktif yang dihasilkan adalah sebanyak 201,480 *metric ton* setahun dan

banyak juga air buangan terhasil iaitu sebanyak 4,854,580 metrik tan setahun. Ini adalah anggaran yang telah dinyatakan oleh Lynas kepada Jabatan Alam Sekitar.

Next. Dari segi rekod penghasilan NUF ataupun buangan yang dikawal selia oleh Jabatan Alam Sekitar – ini adalah buangan utamalah yang bersifat buangan terjadual. Ini adalah rekod yang dihasilkan dengan jumlah penghasilan daripada tahun 2013 sehinggalah 2023 September pada tahun ini dengan jumlah kumulatif sebanyak 2.31 juta *metric ton*.

Saya ingin maklumkan juga *design* untuk *secured landfill* yang dicadangkan, yang kita luluskan tadi adalah sebanyak 4.4 juta *metric ton* NUF. Suka saya nyatakan di sini sebenarnya pihak Lynas dalam kajian ini telah menyatakan jangka hayat untuk NUF ini adalah selama 10 tahun ya. 10 tahun, bermula daripada 2019 dan oleh itu pihak Lynas juga telah mengemukakan kepada Jabatan Alam Sekitar untuk mendapatkan kelulusan khas ataupun kita panggil *special waste management* untuk kitaran ekonomi buangan.

Walau bagaimanapun, perkara tersebut belum lagi dilaksanakan kerana ada isu *internal*-lah di pihak Lynas dan juga pihak yang ingin mendapatkan *waste* itu untuk dibuat –dan dia sebenarnya untuk dia nak *transport* kepada pihak YTL untuk dijadikan simen.

■1250

Walau bagaimanapun kos *transportation* itu perlu ditanggung oleh pihak Lynas. Jadi, Lynas memberi *priority* kepada perkara lain kerana dia merasakan buat masa ini belum ada keperluan lagi sebab dia punya *landfill* itu masih mencukupi untuk menampung buangan NUF yang dihasilkan.

Okey, *next.* Seterusnya untuk program pengawasan alam sekitar, saya ingin maklumkan bahawa Jabatan Alam Sekitar, kita telah menubuhkan pejabat cawangan di Gebeng dan objektif utama yang kita telah kemukakan kepada pihak JPA adalah untuk memantau projek Lynas secara spesifik dan juga kawasan perindustrian Gebeng secara keseluruhannya, dengan kekuatan tenaga kerja seramai lapan orang. Ini adalah program pengawasan Jabatan Alam Sekitar yang mana kita telah minta pihak Lynas mengadakan pengawasan air bawah tanah. Lokasi itu iaitu dia punya *final discharge point* untuk air yang sebelum masuk ke Sungai Balok. Satu *ground water quality*. Kedua adalah pengawasan air Sungai Balok dan ketiganya adalah stesen pengawasan udara IPU Balok. Itu adalah milik JAS sendiri.

Untuk rekod, [Merujuk kepada *slaid pembentangan*] ini adalah rekod pengawasan kualiti air sungai dan di situ yang berdekatan dengan Lynas adalah Sungai Tunggak. Kalau kita tengok di sini kita dapati bahawa kualiti air Sungai

Tunggak dan Sungai Balok yang berdekatan dengan Lynas masih dalam kategori baiklah iaitu kelas tiga. Untuk Sungai Balok itu sendiri iaitu Sungai Balok yang menerima berbagai-bagai limpahan daripada air buangan daripada kawasan perindustrian adalah sedikit menurun dari segi *water quality index* iaitu 54.96 tetapi masih dalam kategori kelas tiga. Sungai Balok pun adalah sungai yang mempunyai aliran air yang sedikitlah. Dia bukan sungai yang besar. Buat masa ini boleh dikatakan tidak ada *evidence* pencemaran lagilah yang disebabkan oleh projek Lynas ini. *Next*.

Ini adalah rekod pengawasan kerja. Kita memang pantau *especially* daripada kawasan perindustrian Gebeng. Buat masa ini kita tidak ada isulah daripada projek Lynas tetapi daripada kawasan industri lain yang menghasilkan pencemaran jika pada waktu-waktu yang lain. Buat masa ini kita punya IPU masih lagi baiklah berdasarkan kepada trend bacaan Indeks Pencemar Udara terkini.

Next. Untuk rekod pengawasan kualiti air tanah iaitu satu-satunya *ground water quality* – tapak stesen pengawasan kualiti air tanah yang kita adakan dalam premis Lynas itu sendiri menunjukkan bahawa kualiti air tanah daripada premis Lynas adalah berada dalam kategori sederhana dan baik bagi indeks *ground water quality* iaitu dalam julat 48.77 dan 74. Masih lagi baik.

Next. Ini adalah tindakan penguatkuasaan yang mana Jabatan Alam Sekitar telah jalankan daripada tahun 2012. Belum ada tindakan mahkamah bagi buangan terjadual yang dihasilkan tetapi kita telah buat kertas siasatan dan bawa untuk tindakan mahkamah bagi kes efluen perindustrian pada tahun sebelum ini. Walau bagaimanapun, tidak ada tindakan susulanlah. Itu hanyalah kita buat kertas siasatan tetapi tidak dijatuhkan hukuman oleh mahkamah kerana *no further action* (NFA) yang telah dicadangkan oleh pihak AGC.

Seterusnya, kompaun adalah empat. Ini lebih kepada pengurusan buangan terjadual dan efluen juga (perindustrian) 11 dan udara bersih dan notis arahanlah. Sebenarnya Jabatan Alam Sekitar, kita memantau secara teruslah dengan pihak Lynas dan pihak Lynas bagi semua perkara yang berkaitan buangan yang terhasil dan sebagainya, mereka di depan Lynas itu sendiri dia ada macam *billboard* yang menunjukkan status kualiti alam sekitar di kawasan Lynas itu. Jadi, selain daripada *reporting* secara *online* kepada kita, mereka juga menunjukkan *billboard* mereka kepada orang awam tahap pematuhan dan juga status kualiti alam sekitar dalam kawasan Lynas.

Seterusnya daripada 75 bilangan pemeriksaan yang telah dijalankan oleh Jabatan Alam Sekitar, 54 pemeriksaan tersebut patuh dan lain-lain yang tak patuh

seperti mana yang terdapat dalam jadual yang dinyatakan iaitu bagi buangan terjadual sebanyak lima, efluen 14 dan juga udara bersih yang tidak patuh.

Next. Secara rumusan yang terkini daripada pemantauan JAS, kita dapati projek Lynas dari segi perundangan secara keseluruhan selain daripada tindakan kita ambil daripada semasa ke semasa melalui notis, kompaun dan sebagainya mereka mematuhi Akta Kualiti Alam Sekitar secara keseluruhan. Saya rasa itu sahaja Yang Berhormat. Sekian, terima kasih.

Tuan Pengerusi: Baik. Terima kasih atas taklimat yang telah diberi. Saya rasa kebanyakan dari segi proses dia, kita ahli jawatankuasa dah duduk beberapa kali dah ditunjuk. Jadi, ini menambah kefahaman kitalah okey. Saya ada beberapa soalan tetapi sebelum daripada itu bolehlah saya buka kepada ahli-ahli jawatankuasa sekiranya ada soalan yang nak ditanya berhubung dengan apa yang di bawah bidang kuasa Jabatan Alam Sekitar pada hari ini. Sila.

Dato' Ngeh Koo Ham [Beruas]: Puan Mashitah, boleh saya tanya tentang *solid waste* yang *you call neutralisation underflow solid* yang – inilah yang kita nampak bertimbun-timbun di kawasan Lynas, bukan? Saya baca dalam surat khabar, dikatakan mereka berniat untuk mengeluarkan torium daripada sisa buangan itu dan menjadi baja. Dia kata semasa kami melawat, jawatankuasa melawat Lynas, mereka kata sisa itu merupakan baja yang terbaik. *High content of phosphate* tetapi kerana ada elemen torium dalam – tetapi dikatakan jumlahnya kecillah; *0. ... – I forgot the figure.* Jadi, *is it easy – is it the feasible to extract the thorium and make it fertiliser?* Nak tanyalah.

Tuan Pengerusi: Sekejap saya nak tanya tadi. *You* cakap ada dua, *kan?* Satu NUF kemudian satu lagi WLP. Yang NUF ini bawah JAS ya?

Puan Mashitah binti Darus: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* WLP itu bawah...

Tuan Pengerusi: Bawah Jabatan Tenaga Atom. Bawah MOSTI-lah. Okey.

Puan Mashitah binti Darus: Yang YB tanya ini, *if I get you. I just want to correct you. Actually, we have two types of waste. Sorry, cakap orang putih pula.* NUF itu di bawah bidang kuasa Jabatan Alam Sekitar *kan.* Itu buangan terjadual. Satu lagi WLP itu bersifat radioaktif yang YB kata ada torium. Itu yang perlu *extract thorium to make it less radioactive and it becomes scheduled waste.* Itu yang YB Chang cakap semalam itu *kan. Whether it is easy or not, I think I have to pass it to MOSTI kan. In terms of technology that we have in Malaysia whether we can extract even though it's small.*

Tuan Pengerusi: Itu Jabatan Kimia ada sekali. *[Tidak jelas]* ...MOSTI-lah. *[Ketawa]*

Puan Mashitah binti Darus: *Eventually*, katalah *we succeed to extract thorium but then the whole bulk of WLP will become as NUF* ataupun *scheduled waste*. Itu JAS akan *take over*-lah selepas dia dah keluarkan apa sifat radioaktif itu bersifat buangan terjadual. Buat masa sekarang NUF sahaja di bawah bidang kuasa Jabatan Alam Sekitar, WLP di bawah bidang kuasa MOSTI Yang Berhormat.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Thank you for the clarification*. Jadi, sementara ini NUF itu di bawah Jabatan Alam Sekitar. Apakah *content* sisa yang buang itu? Apakah kandungan dalam sisa ini? Kita tahu WLP itu dia *phospate* banyak dengan sedikit thorium. Jadi, NUF apa *content* dalam?

Puan Mashitah binti Darus: Kalau ikut dari segi *chemical* dipanggil *phosphogypsum* sebab dia dah melalui banyak proses. Sebab itu dipanggil *neutralisation flow* dan Lynas pernah kemukakan cadangan untuk dibuat sebagai *bioremediation* sebab dia *gypsum* ini bersifat dia boleh jadi *soil conditioner*. Itu cadangan daripada Lynas yang masa sekarang sehingga kini kita belum dapat *concrete proposal* lagilah.

Seperti mana saya maklum tadi, ada cadangan daripada Lynas supaya NUF ini dijadikan – dihantar kepada kilang simen sebagai *raw material* yang mana bila dah melalui proses itu dia *stable* dan dia dapat dijadikan sebagai simen.

■1300

Itu sebagai *circular economy* punya konselah, yang daripada *from waste to wealth*. *That's another option* yang Lynas *can explore* selain daripada...

Tuan Pengerusi: Kilang simen yang ada sekarang ini menggunakan bahan yang samakah?

Puan Mashitah binti Darus: Tidak. Kilang simen sekarang ini kita bagi banyak pengurusan khas. Dulu daripada stesen jana kuasa menghasilkan *slag* (sanga) daripada relau dia itu dan juga ada kilang *steel mill*. Sanga daripada *steel mill*, kita kata dibenarkan ke kilang simen, dia *crush* dan dia masuk, dia bakar dalam relau *kiln* itu dan boleh di-*crush* dan *mix* dengan simen. Menghasilkan simen. Sekarang *another option*, inilah yang kita...

Tuan Pengerusi: Isu dia samakah dengan ini?

Puan Mashitah binti Darus: Ini yang Lynas *proposed* kepada Jabatan Alam Sekitar yang kita telah luluskan.

Tuan Pengerusi: Okey.

Puan Mashitah binti Darus: Tapi buat masa sekarang, belum ada lagi tindakan yang diambil pihak Lynas.

Tuan Pengerusi: Ya, terima kasih.

Puan Mashitah binti Darus: Itu *another option* YB, yang kita tengok sebab kita pun tak nak kalau boleh buangan terjadual itu jadi bukit, *kan?*

Tuan Pengerusi: Ya, ya.

Puan Mashitah binti Darus: Dekat Lynas itu pula. Jadi masalah nanti.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man [Kubang Kerian]: Satu lagi yang Puan Mashitah, bila kita buat lawatan baru-baru ini. Yalah, ini kita pun nak tengok katanya ialah NUF ini kalau – masih dia orang tak boleh jual kerana ia masih lagi dikategori sebagai sisa terjadual. Masih *kan* sampai sekarang? NUF? Jadi isunya tak boleh nak dikeluarkan daripada status sisa terjadual kepada...

Puan Mashitah binti Darus: Sebab itu...

Dato' Ngeh Koo Ham: *I think they refer to residue* dari WLP itu.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Bukan WLP. NUF.

Puan Mashitah binti Darus: Bukan, NUF.

Dato' Ngeh Koo Ham: NUF?

Puan Mashitah binti Darus: Sebenarnya macam ini, Dato' Sri. Sebenarnya walaupun dia buangan terjadual tapi di bawah peraturan tujuh, peraturan-peraturan buangan terjadual, kita ada *provision special management*. *Special management* itulah yang kita mengguna konsep *circular economy* itu. Yang mana daripada waste yang terhasil buangan terjadual tapi dia perlu memberi kepada kita beberapa bukti yang mana telah digunakan oleh negara luar, telah ada kajian, yang boleh, yang *toxicity* dia kurang dan boleh dijadikan sebagai produk dalam simen. Itu kita benarkan, YB.

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Kalau yang dari segi yang MARDI buat *research* itu, dia guna NUF *kan?*

Puan Mashitah binti Darus: Oh, *soil conditioner*-kah?

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* ...MARDI...*[Tidak jelas]* UPM.

Tuan Pengerusi: Yang CondiSoil itu.

Puan Mashitah binti Darus: Ya, CondiSoil.

Tuan Pengerusi: Itu yang NUF?

Puan Mashitah binti Darus: Yang itu NUF, *kan?* *[Merujuk kepada pegawai]*

Tuan Pengerusi: Atau WLP?

Puan Rohimah binti Ayub [Pengarah (Bahagian Penilaian), Jabatan Alam Sekitar]: WLP.

Puan Mashitah binti Darus: Dua-dua.

Tuan Pengerusi: Untuk kedua-duanya? Kedua-duanya boleh digunakan untuk...

Puan Mashitah binti Darus: Dia tengok berapa tahap – macam mungkin WLP itu dia punya berapa – radioaktif itu yang kurangnya.

Tuan Pengerusi: Ya, ya. Setakat ini Lynas ada mengemukakan apa-apa permohonan untuk maksud yang kebenaran khas itu? Ada?

Puan Mashitah binti Darus: Oh yang itu sudah. Itu sudah kita lulus.

Tuan Pengerusi: Itu dah diluluskan? Sudah diluluskan?

Puan Mashitah binti Darus: Sudah dilulus tahun 2021 lagi. Tinggal dia tak buat sahaja.

Tuan Pengerusi: Fasal apa masih lagi dalam senarai sisa terjadual?

Puan Mashitah binti Darus: Tak, dia masih senarai buangan terjadual tetapi kita beri kebenaran khas. Maknanya dia dapat *prove* kepada kita boleh digunakan untuk kilang simen, *so go ahead*. Sebab sekarang...

Tuan Pengerusi: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] Tetapi Jabatan Alam Sekitar sudah meluluskan?

Puan Mashitah binti Darus: Ya, kita telah memberi kelulusan.

Tuan Pengerusi: Okey.

Puan Mashitah binti Darus: Kami hanya tidak ada tindakan pelaksanaan oleh Lynas.

Tuan Pengerusi: Tidak ada tindakan pelaksanaan?

Puan Mashitah binti Darus: Sebenarnya sekarang ini banyak buangan terjadual yang telah saya maklumkan tadi daripada kilang besi, daripada stesen jana kuasa. Kita telah beri kebenaran khas untuk mereka mencampur dengan simen dan perkara itu tak jadi toksik.

Tuan Pengerusi: Maksudnya sekiranya dia dilaksanakan, tak perlu benda ini ditimbun macam itu?

Puan Mashitah binti Darus: Betul.

Tuan Pengerusi: Untuk *circular economy*?

Puan Mashitah binti Darus: Ya, itulah untuk *circular economy* yang kita galakkan.

Tuan Pengerusi: Fasal apa – ada apa-apa sebab mengapa perkara itu belum dilaksanakan?

Puan Mashitah binti Darus: Saya dimaklumkan...

Tuan Pengerusi: Itu kena tanya Lynas-kah macam mana?

Puan Mashitah binti Darus: Kena tanya Lynas. Sebab kita dimaklumkan bahawa *transportation cost* oleh Lynas sebenarnya dia nak hantar kepada YTL kilang simen tetapi YTL dia kena bayar kos *transportation* itu.

Tuan Pengerusi: Itu dia punya *business* punya hallah?

Puan Mashitah binti Darus: Itu dia punya *business* tapi dialah kena usahakan.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Sebab timbul waktu lawatan kami ini dia tak timbul kilang simen ini. Dia tak timbul pun situ. Dia kata dia telah pun ambil MARDI, UPM...

Puan Mashitah binti Darus: Oh, *another option*-lah.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: ...Jabatan Pertanian dah buat kajian dan mengesahkan cuma dia kata isu ini dia maklum. Isunya ialah sisa itu NUF masih dikategorikan sebagai sisa berjadual. Kalau dibuang status sisa berjadual, dia tak ada isu. Dia boleh terus jual.

Puan Mashitah binti Darus: Oh, dia tak boleh – macam ini...

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Dia tak boleh nak keluar begitu, *kan*?

Puan Mashitah binti Darus: Dato' Sri, *special management* itu dia kena beri dokumen dan juga bukti bahawa proses seterusnya itu akan menghasilkan produk yang tidak ada *leachability of toxicity* itu daripada buangan terjadual. Sebab itu kita hanya terima untuk kilang simen. Kita tak terima untuk pertanian, untuk *soil conditioner* itu.

Tuan Pengerusi: Tidak apa, kita ada sesi selepas ini.

Puan Mashitah binti Darus: Dengan Jabatan Pertanian?

Tuan Pengerusi: Cuma setakat ini yang dalam pengetahuan jawatankuasa, kita Cuma tahu dari segi yang *conditioner*. Itu pernah dimaklumkan kepada kita. Yang berkaitan dengan kilang simen ini, saya rasa tak ada siapa yang pernah dengar sebelum ini. Yang kita tahu memang berkaitan dengan di bawah lesen yang ada, dia perlu mengusahakan supaya produk ini tak jadi radioaktif dan dikomersialkan, dan satu-satunya yang kita tahu berkaitan dengan laporan berkaitan dengan CondiSoil ini. CondiSoil, CondiSoil. Okey, terima kasih.

Dato' Ngeh Koo Ham: Boleh saya dapat lagi satu penjelasan? Kalau katakan *residue* NUF ini boleh digunakan untuk pembuatan simen tetapi mungkin tak *viable*, *not feasible* kerana tak menguntungkan, kalau kita boleh campur dalam simen, maksudnya *radioactivity* ataupun – tak ada *kan*? Itu tak ada *radioactivity*, bolehkah ia digunakan sebagai *soil* for tambakan? *Just to pave road and all that? I don't see any problem* kalau *if it is just another* sisa, yang tidak radioaktif, untuk lupuskan ini, kita buat untuk jalan raya. Apa salahnya kalau nak *clear the* sisa? Nak tanyalah.

Puan Mashitah binti Darus: Bukan sahaja kilang Lynas ini. Itu saya kata kilang stesen jana kuasa dan *steel mill* juga menggunakan bahan-bahan tersebut untuk *pavement* dan sebenarnya Jabatan Alam Sekitar bila kita bagi yang *special waste management* itu, kita mendapatkan bukti-bukti daripada pihak syarikat. Sekiranya ada bukti, tiada lagi produk itu, tiada *leachability of toxic material*.

Macam simen *kan* dia dah jadi macam aloi. Dia dah *mixed up* dan proses simen sendiri dia dah *neutralise*-kan itu menjadi tidak toksik sebab dia ada bakar dengan *lime* dan sebagainya. Jadi dia sudah jadi tak toksik. Tapi sekiranya digunakan untuk *pavement* itu kena ada kajianlah, YB. Kalau digunakan oleh negara lain dan ada *evidence* tak ada *leachability of toxic material*, then kita boleh benarkan di bawah *special waste management* itu.

Tuan Chow Yu Hui [Raub]: Boleh saya tanya?

Puan Mashitah binti Darus: Ya.

Tuan Chow Yu Hui: Kerana kami tahu Lynas perlu membina satu PDF untuk uruskan itu sisa-sisa *kan*, untuk simpan itu sisa-sisa radioaktif.

Puan Mashitah binti Darus: WLP. Radioaktif.

Tuan Chow Yu Hui: So, sekarang kerana kami diberitahu oleh Lynas dia nak jadikan sisa-sisa jadi CondiSoil, sekarang cakap nak jadi *convert* kepada simen. So, apa bermakna jika kami nak bina itu PDF? Kerana itu sisa-sisa boleh guna untuk menjadikan simen atau CondiSoil. Ini apa yang diberitahu oleh Lynaslah. Then, kenapa nak bina PDF?

Puan Mashitah binti Darus: Sebenarnya PDF itu untuk WLP, yang bersifat *radioactive*. Semalam kita dengar kalau kata dia boleh *take out the thorium to make it non-radioactive* dan tukar status sebagai buangan terjadual, maknanya PDF itu *eventually* akan jadi macam NUF punya *secured landfill*. Maknanya *secured landfill* untuk buangan terjadual *eventually* tapi *provided that they have to take out those radioactive materials* dahulu. Itulah yang saya katakan tadi. Kita pun kalau boleh tak nak dia menyimpan terlalu lama yang menjadi sebagai bukit itu, YB.

Tuan Pengerusi: Yang jadi bukit itu yang NUF?

Puan Mashitah binti Darus: Ya.

Tuan Pengerusi: Yang WLP itu yang nak tanam itu?

Puan Mashitah binti Darus: Sama sebenarnya dia...

Tuan Pengerusi: Benda yang sama?

Puan Mashitah binti Darus: Dia pun menggunakan *secured landfill* punya konsep juga *design* dia.

Seorang Ahli: [Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara] ...benda yang sama.

Tuan Chow Yu Hui: So, sekarang itu bukit, WLP dan NUF pun letak sama-sama?

Puan Mashitah binti Darus: Sebelah-sebelah. Yang tadi itu – tunjuk sedikit. *[Merujuk kepada slaid pembentangan]* Tunjuk sedikit *layout* dia. *Aerial view* tadi. Yang *aerial view* tadi.

Tuan Pengerusi: NUF ini dia tak radioaktif?

Puan Mashitah binti Darus: Tidak, tidak.

Tuan Pengerusi: Yang WLP yang radioaktif.

Puan Mashitah binti Darus: Ya. WLP yang radioaktif.

Tuan Pengerusi: Okey.

Puan Mashitah binti Darus: Mana tadi? Ini, ini. *[Merujuk kepada slaid pembentangan]* Sebelah kiri itu adalah yang WLP, yang ini operator dia adalah Gading Senggara, yang sebelah kiri itu.

■1310

Manakala yang NUF itu di belakang dia itu. Dekat sana tapak kosong itu. *[Merujuk kepada slaid pembentangan]* Buat masa sekarang dia ada – yang nampak macam bukit dekat tengah ini. Jadi *kan*, kalau kata WLP ini berupaya diturunkan dia punya radioaktif dia dan tidak ada lagi bersifat radioaktif, maka kawasan itu juga akan menjadi kawasan *disposal* untuk NUF dan juga buangan terjadual WLP yang tak radioaktiflah.

Tuan Pengerusi: Fasal WLP saya rasa lebih baik ditujukan kepada MOSTI...

Puan Mashitah binti Darus: Jabatan Tenaga.

Tuan Pengerusi: Sebab yang ini NUF punya *kan*.

Puan Mashitah binti Darus: Ya, *atomic*.

Tuan Pengerusi: Okey.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Dia punya bahan dia lain tak? Dia punya itu – bentuk?

Puan Mashitah binti Darus: Tanah sahaja. Sama saja. Dia sebenarnya...

Tuan Pengerusi: Habis macam mana dibezakan? *[Ketawa]*

Puan Mashitah binti Darus: Ambillah *lanthanide concentrate* itu, *press*, *press*, *press*. Lama-lama jadi tanah. Ambil jadi serbuk sahaja nanti itu *lanthanide product* itu *kan*. Itu saya kata *waste* dia terlalu banyak.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Waktu kita pergi itu dia maklum, dia ambil daripada dalam letakkan sebelah. Kita rasa, “*Eh...*”

Puan Mashitah binti Darus: Macam mana?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Dia ambil daripada NUF. Sekarang ini tengah pindahkan ke WLP. Jadi, kita kata rasa, "*Eh...*" kan?

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*
Existing...[Tidak jelas]

Puan Mashitah binti Darus: Oh, *existing*.

Tuan Pengerusi: Kali terakhir kita buat bacaan *reading* berhubung dengan kadar radioaktif untuk kawasan itu bila?

Puan Mashitah binti Darus: Kita tak buat. *[Ketawa]*

Tuan Pengerusi: Tak, bukan. Bukan bawah alam sekitar? Oh ya, ini...

Puan Mashitah binti Darus: Jabatan JTA. Tenaga atom.

Tuan Pengerusi: Tapi dari segi – makna setakat saya tengok di bawah Jabatan Alam Sekitar, *you* punya kesimpulan secara keseluruhan dari pemantauan JAS, status terkini projek Lynas adalah telah mematuhi perundangan.

Puan Mashitah binti Darus: Ya.

Dato' Ngeh Koo Ham: Jabatan Atom ada di sini?

Dr. Noraisah binti Spahat [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik), Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI)]: Tak ada.

Dato' Ngeh Koo Ham: Tak ada ya.

Puan Mashitah binti Darus: Oh, tak jemput.

Dato' Ngeh Koo Ham: Dari?

Dr. Noraisah binti Spahat: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*
Saya dari MOSTI.

Dato' Ngeh Koo Ham: Oh, MOSTI. Kerana saya ada satu soalan tambahan yang tidak – *not directly related* kerana semasa *briefing* yang diberikan oleh Lynas, dikatakan torium sekarang ini boleh digunakan untuk *nuclear energy*. Bukan macam dahulu guna uranium. Jadi, soalan saya ialah di Perak ini kita ada simpanan banyak. Torium yang dahulu *Asia Rare Earth* yang disimpan, dikatakan perlu disimpan di sana berpuluh-puluh ribu tahun. Bolehkah kita korekkan torium di sana untuk dijual? Kalau dia mempunyai harga yang baiklah dan kita pun selesaikan masalah simpanan torium ini di Perak. Sesat isu. *Sorry*. Kalau ada jawapan.

Tuan Pengerusi: Kita hendak selepas selesai dengan soalan dengan alam sekitar, kita hendak taklimat dahulu oleh Jabatan Kimia ataupun kemudian kita perbincangan bersekalikah macam mana? Kita selesaikan taklimat Jabatan Kimia. Kemudian, lepas itu barangkali – okey.

Saya minta Jabatan Kimia bagi taklimat. Senang macam itu. Sebab saya nampak bercampur-campur ada soalan yang nak ditujukan sini ada. Ya, okey.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim [Pengarah Bahagian (Bahagian Kualiti Alam Sekitar) Jabatan Kimia]: Yang Berhormat Datuk Haji Ahmad Amzad Mohamed Hashim, Pengerusi jawatankuasa pilihan khas Parlimen. Yang Berhormat-Yang Berhormat sekalian. *Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh* dan salam sejahtera semua. Nama saya Nazarudin. Bersama saya ialah Puan KP saya, Puan Halimah. Tentang taklimat pengurusan sisa Lynas ini saya akan berikan perspektif kimia – yang berkaitan dengan kimialah.

[Merujuk kepada slaid pembentangan] Next. Ini peranan Jabatan Kimia, saya rasa saya boleh *skip* yang ini.

Next. Ini pengiktirafan kimia, saya boleh *skip*.

Kemudian, inilah Bahagian Kualiti Alam Sekitar di bawah Jabatan Kimia. Kami ada Seksyen Sebatian Organik, Seksyen Kualiti Udara, Seksyen Logam Surihan, Seksyen Tumpahan Minyak dan Buangan Terjadual dan Seksyen Air Alam Sekitar.

Next. Okey, ini saya rasa peranan, fungsi alam sekitar. Kami menganalisis bahan-bahan daripada – berkaitan dengan kes alam sekitar untuk tujuan mahkamah dan juga untuk pemantauan.

Next. Okey, kami punya pelanggan. Yang Jabatan Alam Sekitar (JAS) itu yang sangat berkaitan dengan kes kita kali inilah.

Next. Okey, ini *test methods* yang kami gunakan di Bahagian Kualiti Alam Sekitar.

Next. Ini adalah ringkasan tentang prosedur penerimaan sampel. Bila kami terima sampel, kami tidak tahu sampel itu dari mana. Kalau kes pengurusan. Itu memang polisi JAS. JAS merahsiakan pelanggan dia. So, kami pun tidak tahu. Kes itu dari Lynaskah, kita tidak tahu. Kami hanya tahu kes itu daripada Lynas bila masuk mahkamah sahaja. *[Ketawa]* Bila datang mahkamah, “Oh, ini kes kilang ini. Kilang itu.” Sebelum ini kita tidak tahu kes kilang mana.

Kemudian, *next*. Ini adalah jenis-jenis sampel yang biasa kami terima. Kes yang kami terima yang kami tahu hanya daripada pemantauan iaitu kita tahu sungai mana.

Next. Okey, berkaitan dengan isu Lynas ini, perkara yang saya rasa yang boleh kami kemukakan ialah kita tidak tahu kilang mana yang dihantar. Jadi, kita tidak boleh nak nyatakan efluen mana satu.

Yang kedua yang kita boleh katakan berkaitan dengan industri ini ialah daripada Kawasan Perindustrian Gebeng iaitu Sungai Balok dan air bawah tanah. Ini saya akan bentangkan sekejap lagi.

Next. Ini adalah kes daripada Sungai Balok yang kami terima daripada JAS, daripada 2014 hingga ke 2023. Itu yang saya tunjukkan, dan paparan yang sebelah kanan ialah parameter yang kami analisis. Tuan-tuan boleh tengok di sana *heavy metal* dan tidak ada torium di situ ya. [Ketawa] Tidak ada torium. Hanya *heavy metal* yang biasalah dan pelaporan ini semua kita dah bagi kepada JAS. JAS *compile* dan yang Puan Mashitah telah bentang tadi ialah dia punya status sungai tersebut.

Kami juga terima sampel air bawah tanah yang kami rasa ini berkaitan dengan Lynaslah sebab tadi dia kata daripada Kawasan Perindustrian Gebeng. So, ini adalah bilangan kes untuk mikrobiologi yang kami terima daripada garisan warna hijau itu, daripada 2013 hingga 2022 dan sebelah kanan itu parameter kimia. Tidak banyak dan tidak ada – yang kami buat ini untuk tujuan air bawah tanah. Di sana tidak ada *heavy metal*. Sebab tidak diminta oleh pihak JAS.

Tuan Pengerusi: Ini angka-angka kes. Bukan kes berkaitan dengan Lynas sahaja? Berkaitan dengan kawasan itu.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Ya, kawasan itu.

Tuan Pengerusi: Yang kawasan itu bukan Lynas sahaja yang ada. Okey.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Yang disebutkanlah. *Next.* Okey, cuma ada satu kes yang berkaitan sangat *direct* dengan Lynaslah. Saya yang terima kes tersebut pada – kita ada terima satu kajian. Bagaimana kajian itu dibuat, bagaimana jawatankuasa itu – saya tidak terlibat. Saya hanya satu *portion* kecil daripada kajian itu iaitu dia minta analisis tanah yang dibuat berkaitan – saya difahamkan oleh – yang hantar itu MARDI, dia kata tanah ini ialah JAS minta Kementerian Pertanian buat kajian terhadap adalah macam-macam kajian dia. Salah satu kajian tersebut adalah kesan *leaching* ataupun *heavy metal* daripada Lynas terhadap tanah.

Jadi, pihak MARDI telah ambil sampel. MARDI pemantau, Lynaslah yang ambil sampel semua dan mereka telah hantar sampel tersebut ke Jabatan Kimia. Kami punya fungsi hanyalah analisis apakah kandungan logam berat dalam tanah tersebut. So, ada 10 logam berat telah dibuat; arsenik, kadmium, kobalt, kromium, molibdenum, nikel, plumbum, selenium, zink dan raksa. Tidak ada torium di situ. Saya difahamkan tanah tersebut telah digunakan Lynas sebagai baja. Melalui kajian inilah. Dihantar ke MARDI. MARDI telah hantar ke Jabatan Kimia dan kami telah buat analisis tersebut.

Next. Ini adalah ringkasan daripada kajian tersebut. Sebenarnya dalam setiap satu D1 hingga D2 itu semua ada nilai-nilainya. Saya hanya tunjukkan ringkasannya sahaja. Di antara beberapa – dan saya hadir dalam mesyuarat pembentangan tersebut. Antara isu yang dibentangkan adalah satu data itu kena di-*synchronise*-lah.

Sebab, kita ada tiga entiti buat. Satu UPM, satu lagi Jabatan Pertanian dan satu lagi Jabatan Kimia. So, data itu perlu dibuat penjelasanlah sama ada buat *average* dan sebagainya.

Keduanya adalah mesyuarat itu tidak boleh hendak katakan adakah tanah ini tercemar atau tidak. Sebab tidak ada standard. Kalau kita kata air tercemar, kita ada standard. Kita ada standard kebangsaan untuk air mentah dan air terawat. Kita boleh bandingkan. Tapi kalau untuk tanah tercemar ini saya pun difahamkan waktu itu JAS semua ada wakil di dalam itu, kita tidak ada. Yang kita hanya boleh tunjukkan dekat sini hanyalah *guideline* daripada JAS. Ini hanya *guideline* yang kita ada *land – soil*. Jadi, ini hanya sebagai *guideline* yang kita boleh tunjukkan.

Antara isu lain yang dalam itu ialah tentang mungkin kajian lanjut perlu dilakukan termasuk ambil sampel *blank* yang lebih *representative* nak bandingkan nilai tanah itu yang memang tidak pernah kena baja *compare* dengan tanah yang dah ada kena baja Lynas dari segi *heavy metal*. Kajian tersebut kami masih tunggu, masih tidak terima lagi. Mungkin pihak Jabatan Pertanian mungkin dia *proceed* dengan UPM-kah ataupun MARDI seterusnya. Cuma, kimia memang tidak terima lagi lepas itulah.

Tuan Pengerusi: Tidak ada kesimpulan apa-apa lagi?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Tidak ada dia punya sampel lanjutan.

Tuan Pengerusi: Itu yang ditunjukkan ini adalah bacaan, kemudian lepas itu *guideline*?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Sebelah itu *guideline*.

Tuan Pengerusi: Tidak ada kesimpulan dari segi itu?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Tidak ada kesimpulan. Sebab mesyuarat pun tidak memutuskan adakah ia tercemar atau tidak dalam mesyuarat tersebut.

Tuan Pengerusi: Okey. *All right*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] Isunya, tidak ada standard... [*Tidak jelas*]. Jadi, payah nak ukurlah.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Yes, tanah tercemar.

Puan Mashitah binti Darus: Sebenarnya YB, Jabatan Alam Sekitar kita pun menggunakan standard antarabangsa lagi untuk tanah tercemar ini. Inilah standard yang kita minta...

Tuan Pengerusi: Antarabangsa. Dari segi dengan standard antarabangsa itu sebenarnya okey *kan*?

Puan Mashitah binti Darus: Boleh diguna pakai. Kebanyakannya kita guna, U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) punya standard.

Tuan Pengerusi: Maksud saya, dari segi berdasarkan standard antarabangsa tanah itu...

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Tidak tercermarlah.

■1320

Tuan Pengerusi: Ha, ayat mudahnya kita ini rakyat biasa nak tahu bahayakah tak saja.

Puan Mashitah binti Darus: Ya.

Tuan Pengerusi: Kalau benda itu selamat tidak ada masalahlah.

Puan Mashitah binti Darus: Kalau kita tengok di sini kobalt dengan kromium itu memang tinggilah daripada – *out of range*.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Tinggilah.

Tuan Pengerusi: Okey, okey, okey. Ini sampel tanah betul-betul di Lynas?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Saya dapat – saya tak tahu di mana *port* itu dibuat. Yang kami terima tanah saja.

Tuan Pengerusi: Okey, okey. *All right*.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Jadi, kita tak tahu di mana dia ambil, macam mana dia punya *experiment design* dia.

Tuan Pengerusi: Okey, okey.

Beberapa Ahli: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*]

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: MARDI, MARDI. MARDI.

Tuan Pengerusi: Okey. Ini *page* terakhir *kan*?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Ya, dah tak ada apa dah.

Tuan Pengerusi: Ada soalan? Saya nak buka pada soalan pula ini.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Boleh saya jawab.

Tuan Pengerusi: Ada *page* – *page* akhir tak? *Page* lain?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: *Next*. Ada, *next*.

Tuan Pengerusi: Okey.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Inilah yang kita dapat daripada siaran – siaran media. *Next*, kita tidak ada lagilah. *Next*. Itu saja.

Tuan Pengerusi: Okey, kita boleh buka soalan.

Dato' Ngeh Koo Ham: Tapi soalan tadi saya tentang torium, mungkin bukan kepada pihak yang sesuai di sini ya. Ada yang ada pengetahuan tentang torium tak?

Puan Mashitah binti Darus: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] Itu JTA, *kan*?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Atomlah. JTA.

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Nanti kita bincang luar. Kita jawab – saya jawablah.

Dato' Ngeh Koo Ham: Okey ya. Terima kasih, *thank you, thank you.*

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: *[Ketawa]*

Tuan Pengerusi: Nak jadi tauke torium sebenarnya. *[Ketawa]* Ya, ya, ya, ya.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma, cuma, saya nak – sebab kalau kita tengok analisa data yang ada sampel ini, yang disebut tadi kobalt dan kromium yang agak tinggi, sejauh mana ia bahaya kepada kesihatan?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Tadi itu – okey.

Puan Mashitah binti Darus: *[Merujuk kepada slaid pembentangan]* Sebelum. *Second last. Second last.*

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: *Second last. Cobalt and chromium.*

Tuan Pengerusi: *Second last. Second, second which?*

Beberapa Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Okey, tanah ini dia – kromium yang kami tunjukkan *total chromium*. Maknanya bukan *chromium(III)* atau *chromium(VI)*. Sebenarnya tanah yang kita – yang ada kita ini, dia memang berbagai-bagai dia punya *level*, satu.

Yang keduanya, kalau *nak* tahu apa ini, dia punya *effect* yang – adakah *effect* atau tidak, mungkin kita kena tengok balik struktur unsur lain. Sama ada *uptake* kepada tumbuhan, *compound*-nya adakah tidak. Ada *effect*-kah tidak dari segi *uptake*? Itu kena buat kajian yang lainlah.

Yang ketiganya, mungkin saya kalau – mungkin puan ya, *leaching*-kah?

Puan Mashitah binti Darus: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Ya, *leaching*.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: Ya, faktor *leaching*. *Leachability*.

Puan Mashitah binti Darus: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Kalau Jabatan Alam Sekitar, YB – Yang Berhormat, kalau kita tengok katalah kromium itu dia *leach out* dan dia bertindak balas dengan air ya, ia akan memberikan kesan ketara terutamanya – *chromium(VI)*-kah (III)?

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: (VI). *Chromium(VI)*.

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* (VI).

Puan Mashitah binti Darus: (VI) ya? *Chromium (VI)*. Ia adalah sangat toksik.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Oh.

Puan Mashitah binti Darus: Jadi, itulah. Tetapi itulah, kita belum *establish* lagi kita punya *guidelines*. Oleh sebab itu, Jabatan Alam Sekitar (JAS) meminta supaya MARDI buat kajian itu. Tapi betul, sampel-sampel yang kita hantar kepada Jabatan Kimia memang kita tak bubuh nama apa-apa untuk mengelakkan prejudis.

Tuan Pengerusi: Ya, yalah elak prejudis.

Dr. Nazarudin bin Mohamed @ Ibrahim: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] Neutral, neutral. Kami neutral.

Puan Mashitah binti Darus: Mana-mana pun premis, kita memang tidak ada *bubuh* nama supaya – ini memang perahsiaan di bawah seksyen 40 – Eh, seksyen 50 apa, Akta Kualiti Alam Sekeliling.

Tuan Pengerusi: Saya nak tanya Jabatan Alam Sekitar. Ini Lynas dah berapa tahun dah? Apa dia, 12, 12 tahunkah berapa? 2000 — 12 tahun ya?

Puan Mashitah binti Darus: 10. Ia menghasilkan buangan dalam tahun 2013.

Tuan Pengerusi: Okey.

Puan Mashitah binti Darus: Beroperasi dalam tahun 2012.

Tuan Pengerusi: Okey, setakat apa ini, sepanjang tempoh itu, adakah terdapat sebarang laporan daripada orang awam, aduan daripada orang awam yang dikemukakan kepada Jabatan Alam Sekitar berkaitan dengan impak negatif kepada alam sekitar sama ada dari segi kesihatan, pencemaran semenjak Lynas beroperasi? Ada laporan apa-apa?

Puan Mashitah binti Darus: Tak ada yang kita terima. Sama ada baukah apa, semua tidak ada. Yang ada daripada kilang lain adalah, kilang dekat Gebeng. *So, far* Lynas *tak* ada. Tapi, adalah NGO, sentimen sajalah, radioaktif sajalah. Ya.

Tuan Pengerusi: Tapi, tak ada laporan spesifik...

Puan Mashitah binti Darus: Tidak ada...

Tuan Pengerusi: ...apa isunya.

Puan Mashitah binti Darus: Tidak ada. Tidak ada. Tidak ada baukah, airkah, tidak ada. Sebab kita pun memang sentiasa memantau status kualiti alam sekitar itu. Dari segi *reporting*.

Tuan Pengerusi: Tadi, yang disebut tadi ada lapan orang khusus untuk apa ini pemantauan alam sekitar, khusus untuk Lynas saja?

Puan Mashitah binti Darus: Bukan, kita punya pejabat cawangan Gebeng.

Tuan Pengerusi: Gebeng?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Dia memantau semua kawasan.

Tuan Pengerusi: Dia memantau semua kawasan.

Puan Mashitah binti Darus: Masa kita diberikan kelulusan oleh JPA untuk tubuhkan itu, kita bagi kita – objektif kita memang untuk pantau Lynas dan yang lain itu, kawasan seluruh kawasan perindustrian Gebeng.

Tuan Pengerusi: Maknanya memang yang dari segi pengkhususan...

Puan Mashitah binti Darus: Yang *prime* dia adalah Lynas, ya.

Tuan Pengerusi: Yang *prime* adalah – Maknanya Lynas ini sentiasa dalam...

Puan Mashitah binti Darus: Lynas. Ya pemantauan Jabatan Alam Sekitar.

[Ketawa] Radar pemantauan kita.

Tuan Pengerusi: Okey, dalam radar. Okey, prioriti. Okey. Terima kasih.

Puan Mashitah binti Darus: Bukan prioriti, memang radar pemantauan Jabatan Alam Sekitar. *[Ketawa]*

Tuan Pengerusi: Okey, okey, okey. Okey, saya rasa apa ini ada soalan-soalan lain?

[Pembesar suara dimatikan]

[Mesyuarat ditangguhkan pada pukul 1.25 petang]



MALAYSIA

DEWAN RAKYAT

LAPORAN PROSIDING

JAWATANKUASA PILIHAN KHAS

ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN

Taklimat dan sesi perbincangan mengenai penyelidikan dan pengkomersialan Water Leached Purification (WLP) dan Neutralisation Underflow (NUF) daripada Lynas Malaysia oleh:

- I. Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI)**
 - II. Universiti Putra Malaysia (UPM)**
 - III. Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)**
-

BIL. 9

RABU, 25 OKTOBER 2023

PARLIMEN KELIMA BELAS, PENGGAL KEDUA

**MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN
BIL. 9**

**BILIK JAWATANKUASA 2, BLOK UTAMA
BANGUNAN PARLIMEN, PARLIMEN MALAYSIA**

RABU, 25 OKTOBER 2023

AHLI-AHLI JAWATANKUASA

Hadir

YB. Datuk Haji Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim
[Kuala Terengganu]

- Pengerusi

YB. Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man [Kubang Kerian]

YB. Tuan Chow Yu Hui [Raub]

YB. Dato' Ngeh Koo Ham [Beruas]

YB. Dato' Azman bin Nasrudin [Padang Serai]

Tidak Hadir [Dengan Maaf]

YB. Puan Vivian Wong Shir Yee [Sandakan]

YB. Puan Rodiyah binti Sapiee [Batang Sadong]

YB. Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien [Julau]

YB. Tuan Kesavan a/l Subramaniam [Sungai Siput]

URUS SETIA

Encik Mohd Sukri bin Busro [Ketua Penolong Setiausaha, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Puan Siti Mastura binti Oyop [Pegawai Penyelidik, Seksyen Sains, Teknologi dan Pembangunan (Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan), Parlimen Malaysia]

Puan Khairil Liza binti Mohd Salleh [Pegawai Penyelidik, Seksyen Ekonomi dan Perdagangan (Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan), Parlimen Malaysia]

Dr. Siti Aisyah binti Che Osmi [Pegawai Penyelidik Sosial, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas, Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Encik Mohamad Faizal bin Lan [Pegawai Penyelidik Sosial, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas, Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Encik Muhammad Zuhair bin Mohd Zubir [Pegawai Penyelidik Sosial, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas, Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

HADIR BERSAMA

Ex Officio

Kementerian Perlindungan dan Komoditi

Dr. Pubadi a/l Govindasamy [Setiausaha Bahagian Kanan (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa)]

Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi

Dr. Noraisah binti Spahat [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik)]

Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim

YBrs. Tuan Mohd Faizal bin Harun [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa (BPSA))]

JEMPUTAN

Institut Penyelidikan Dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI)

YBhg. Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani [Ketua Pengarah]

Puan Faridah binti Manaf [Pegawai Penyelidik Kanan]

Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM)

YBrs. Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail [Pensyarah Kanan, Fakulti Sains dan Teknologi, Jabatan Fizik dan Sains Gunaan]

YBrs. Dr. Wan Mohd Razi Idris [Pensyarah, Fakulti Sains dan Teknologi, Jabatan Sains Bumi dan Alam Sekitar]

Puan Dr. Eli Syafiqah Binti Aziman [Penyelidik Pasca Doktorat Jabatan Fizik Gunaan]

Cik Batari Toja Binti Iskandar [Penyelidik, Fakulti Sains dan Teknologi, UKM]

Universiti Putra Malaysia (UPM)

YBrs. Prof. Dr. Shamsuddin Jusop [Profesor, Fakulti Pertanian]

YBrs. Dr. Mohd Firdaus Mohd Anuar [Pensyarah, Fakulti Pertanian]

YBrs. Dr. Mohd Shafar Jefri Mokhatar [Pensyarah, Fakulti Pertanian]

LAPORAN PROSIDING

MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN BIL. 9

BILIK JAWATANKUASA 2, BLOK UTAMA BANGUNAN PARLIMEN, PARLIMEN MALAYSIA

RABU, 25 OKTOBER 2023

Mesyuarat dimulakan pada pukul 2.49 tengah hari

*[Yang Berhormat Datuk Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim
mempengerusikan Mesyuarat]*

Tuan Pengerusi: Semua dah ada ya. Dah ada ya. Agensi dah ada? Okey. Kita kuorum tiga. Dah boleh ya. Okey. *Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.* Kita yang beragama Islam kita mulakan dengan al-Fatihah. *[Membaca al-Fatihah]*

Ahli-ahli Yang Berhormat, terlebih dahulu saya mengucapkan terima kasih kepada Ahli Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perlindungan dan wakil-wakil tetap, ex-officio yang hadir pada hari ini. Saya tak pasti sama ada senarai semua jawatankuasa ini ada dengan semua ke termasuk tetamu kita? Tidak ada ya. Kalau tidak saya kena baca sekali lagi untuk memperkenalkan. *[Ketawa]*

Cuma yang ada di depan kita ini adalah pertama saya Ahmad Amzad Hashim Ahli Parlimen Kuala Terengganu yang mempengerusikan jawatankuasa ini. Kemudian di sebelah kanan saya Yang Berhormat Dato' Sri Tuan Ibrahim Tuan Man, Ahli Parlimen Kubang Kerian. Di sebelah kiri saya Yang Berhormat Dato' Ngeh Koo Ham, Ahli Parlimen Beruas dan sebelah beliau adalah Yang Berhormat Dato' Azman bin Nasrudin, Ahli Parlimen Padang Serai. Selain daripada Ahli-ahli Yang Berhormat, jawatankuasa yang hadir pada hari ini ada beberapa lagi Ahli Yang Berhormat mungkin akan datang menyusul selepas ini, akan tiba.

Walau bagaimanapun, saya rasa kita telah cukup kuorum untuk saya memulakan mesyuarat jawatankuasa pada hari ini. Untuk petang ini adalah agenda utama untuk mendengar taklimat dan perbincangan berkenaan dengan penyelidikan dan pengkomersialan sisa *Water Leached Purification* (WLP) dan *Neutralization Under Flow* (NUF) oleh— ada Lynas Malaysia ada? Lynas Malaysia dan isu-isu berbangkit berkenaan sisa-sisa tersebut daripada MARDI, UPM dan UKM.

Untuk itu saya mengalu-alukan kedatangan wakil daripada Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI). Siapa yang hadir? Dekat sini ya? Ada nama sini, saya *check* sekejap.

Encik Mohd Sukri bin Busro [Ketua Penolong Setiausaha (Jawatankuasa Pilihan Khas, Dewan Rakyat): *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Tuan Pengerusi: Mana? Okey, okey. Minta maaf ya. Yang Berbahagia Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani. Terima kasih datang Ketua Pengarah ya. Puan Faridah binti Manaf, Pegawai Penyelidik Kanan. Daripada Universiti Kebangsaan Malaysia, Yang Berusaha Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail, Pensyarah Kanan, Fakulti Sains dan Teknologi, Jabatan Fizik dan Sains Gunaan. Saya UKM dahulu. *[Ketawa]* Yang Berusaha Dr. Wan Mohd Razi Idris, Pensyarah, Fakulti Sains dan Teknologi, Jabatan Sains Bumi dan Alam Sekitar.

Kemudian kita ada wakil daripada Universiti Putra Malaysia, Yang Berusaha Prof. Dr. Shamsuddin Jusop, Profesor, Fakulti Pertanian. Orang lama. *[Ketawa]* Kemudian Yang Berusaha Prof. Dr. Mohamed Hanafi Musa, Profesor Institut Pertanian Tropika, tidak hadir hari ini saya difahamkan. Yang Berusaha Dr. Mohd Firdaus Mohd Anuar, Pensyarah, Fakulti Pertanian. Yang Berusaha Dr. Mohd Shafar Jefri Mokhatar, Pensyarah, Fakulti Pertanian.

Saya ingin mengingatkan semua ahli mesyuarat bahawa mesyuarat ini—sementara tadi Ahli Yang Berhormat daripada Raub, Parlimen Raub, Yang Berhormat Tuan Chow Yu Hui, beliau adalah ahli jawatankuasa. Saya ingin mengingatkan ahli mesyuarat bahawa peraturan ini tertakluk di bawah Peraturan Mesyuarat 85, Peraturan-peraturan Majlis Mesyuarat Dewan Rakyat dan Ahli Majlis Parlimen (Keistimewaan dan Kuasa) 1952 (Akta 347) di mana sebarang kenyataan atau dokumen yang dibentangkan di hadapan jawatankuasa ini tidak boleh disiarkan sehinggalah jawatankuasa membentangkan penyata di Dewan Rakyat.

Oleh itu, saya tidak mahu memanjangkan lagi ucapan pendahuluan saya. Kita terus kepada *business* kita hari ini. Untuk agenda pertama untuk taklimat dan perbincangan berkenaan dengan penyelidikan dan pengkomersialan sisa WLP dan NUF oleh MARDI. Saya persilakan.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani [Ketua Pengarah]: Terima kasih Yang Berhormat Datuk Haji Ahmad Amzad, Pengerusi jawatankuasa. *Bismillahir Rahmanir Rahim. Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh* dan semua ahli jawatankuasa dan penyelidik-penyelidik sekalian. Sebelum saya memulakan pembentangan secara agak detil tentang apa yang di laku dan dilaksanakan oleh MARDI, sebenarnya apa yang dibuat oleh MARDI adalah satu

kontrak *research* yang diamanahkan oleh pihak Lynas untuk melihat kesan sisa daripada kilang Lynas itu sendiri atau loji Lynas itu sendiri ke atas status tanah, kesuburan tanah di Cherating untuk melihat bagaimana sama ada bahan itu memberi potensi untuk sebagai perapi tanah dan sebagainya.

Jadi tajuk yang kita– projek yang kita laksanakan itu adalah penilaian CondiSoil sebagai bahan perapi tanah iaitu bahan sampingan daripada Lynas Malaysia lah. *Next*. Jadi, sikit latar belakang tentang pembentangan saya petang ini. Satu, tentang latar belakang penilaian tentang CondiSoil di MARDI. Kedua, kajian keberkesanan CondiSoil terhadap kesuburan tanah dan tanaman dari segi keputusannya. Juga, kita juga ada juga sedikit kajian tentang peningkatan skala pengeluaran jagung bijian menggunakan CondiSoil. Akhir sekali, saya akan selesaikan dengan ulasan daripada kajian tersebutlah. *Next, next*.

Jadi, sebagaimana yang saya katakan tadi MARDI telah menjalankan kajian tentang keberkesanan penggunaan CondiSoil iaitu campuran daripada NUF, WLP dan juga *filter-filter* lain yang dalam daripada hasil kilang Lynas itu sendiri. Kemudian, untuk makluman juga MARDI tidak pernah menjalankan kajian penggunaan NUF dan juga WLP sebagai aplikasi pertanian. MARDI cuma membuat kajian tentang CondiSoil itu sendiri sahaja.

Sebagaimana saya katakan tadi skop kajian MARDI adalah untuk melihat kesan produk CondiSoil di lapangan dan analisis komponen tanah dan juga tanaman dari segi *agronomy*-nya. Kedua, menjalankan kajian peningkatan skala pengeluaran jagung bijian menggunakan CondiSoil dan juga kita melihat potensi dari segi hasil pengeluarannya. *Next, next*.

Jadi, kajian keberkesanan CondiSoil terhadap kesuburan tanah dan tanaman, kita telah laksanakan dalam tempoh dari tahun 2015 hingga 2017 iaitu dalam masa dua tahun yang mana lokasi penyelidikan kita adalah di MARDI Cherating, Pahang yang mana sebagaimana yang kita sedia maklum mungkin di Cherating ini adalah tanah pasir sebenarnya, tanah BRIS kita boleh panggil tanah BRIS. Dia kalau sebab di sebelah Pantai Timur daripada Cherating sampai ke Kuala Terengganu dan seterusnya, itu banyak tanah BRIS.

Keluasan kajian adalah 12 ekar. Kita melihat kepada empat jenis tanaman iaitu jagung manis, kenaf, *napier* dan juga kelapa. *Next*. Ini adalah kaedah pelaksanaan projek tersebut. *Next*. Kita mempunyai keluasan tanah 12 ekar yang kita bahagikan kepada empat tanaman itu tadi. Kemudian kita ada tiga pusingan penanaman untuk tiga tanaman jagung manis, kenaf dan *napier* dan kita mempunyai data untuk setiap bulan bagi tanaman kelapa. Tanaman kelapa ini adalah tanaman kelapa yang sedia ada di MARDI Cherating. Bukan tanaman yang barulah.

Siri tanah yang ada di Cherating sebagaimana saya maklumkan adalah tanah BRIS yang terdiri daripada Siri Baging dan Siri Rudua. Varieti tanaman— jagung manis kita gunakan varieti Hibrimas. Kenaf, V36. *Napier*, *Indian Napier* dan kelapa ialah *auran Ceylon*. *Next*.

Jadi kita ini rawatan-rawatan untuk kajian itulah, formula-formula untuk rawatan itu. Berapa banyak *conditioner* kena guna, berapa banyak NPK yang kena guna. Ini rawatan-rawatan yang kita gunalah. Saya rasa saya tidak perlu *detail*-kan jenis rawatan itu sebab dia setiap rawatan akan berikan keputusan yang berbeza. Cuma, inilah bentuk rawatan yang kita beri, yang kita ada untuk jagung manis, kenaf dan *napier* kita ada enam *treatment* termasuk kontrol dan juga untuk kelapa kita ada lima *treatment*. *Next*.

Ini antara parameter yang kita nilai untuk tanah dari segi pH-nya, CEC dan macam-macam. Kita buat analisa. *Next*. Juga untuk penilaian tanaman, kita lihat dari segi fisiologi pokok itu dari segi tinggi pokok, bilangan daun dan sebagainya. *Next*, so hasil daripada kajian yang kita laksanakan itu ataupun *experiment* kita lakukan, kita dapati semua *treatment* ataupun tanaman kita bagi dengan *treatment* CondiSoil ini memberikan nilai peningkatan kepada pH tanah yang mana kadar CondiSoil yang kita *apply* untuk meningkatkan pH *line*, tanah 30 tan per hektar. Nilai pH meningkat daripada nilai awal— kalau kita lihat daripada 4.77 kepada nilai optimum 5.5 hingga 6.5 pada semua plot tanaman hujan.

■1500

Bermakna secara tidak langsung kita boleh simpulkan dekat sini, CondiSoil itu sendiri berupaya untuk meningkatkan pH tanah kepada keadaan daripada keadaan berasid kepada keadaan lebih neutral dan juga berakali. *Okay, next*.

Dari segi penelitian ataupun kualiti tanah, peningkatan kandungan karbon tanah yang sedemikian menggunakan CondiSoil pada kadar 20 tan per hektar. Kandungan karbon meningkat dari nilai awal iaitu 0.5 peratus kepada nilai optimum lebih daripada tiga peratus. Ini sekali lagi kita melihat bahawa CondiSoil mempunyai potensi untuk meningkatkan kandungan karbon di dalam tanah. *Next*.

Juga dari segi peningkatan kandungan fosforus tersedia tanah ataupun *available-P* yang signifikan menggunakan CondiSoil pada kadar 30 tan per hektar yang mana kandungan fosforus tersedia meningkat daripada nilai awal sebanyak 12 mikrogram per gram kepada nilai optimum lebih pada 30. Jadi sekali lagi, kita melihat bahawa CondiSoil juga berpotensi untuk meningkatkan *available-P* di dalam tanah. *Next*.

Tuan Pengerusi: Dato' sekejap.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Ya, saya.

Tuan Pengerusi: Pertama saya kena bagi tahu kita semua bukan saintis ya. [Ketawa]. Kemudian, yang kedua saya nak tanya sikit yang selepas aplikasi CondiSoil, kemudian yang satu lagi selepas aplikasi— GML ini apa dia? GML.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Kapur.

Seorang Ahli: Pengapuran.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Pengapuran.

Puan Faridah binti Manaf [Pegawai Penyelidik Kanan]: *Ground Magnesium Lime*. Itu adalah *current practice* di tanah BRIS.

Tuan Pengerusi: Ya, okey, okey.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Okey, saya sambung. Dari segi kandungan nutrien tumbuhan kita dapati nitrogen di dalam tumbuhan itu juga meningkat apabila menggunakan CondiSoil. *Next*.

Pertumbuhannya secara keseluruhan saya boleh katakan di sini kalau kita pergi satu-satu akan lihat trend yang sama. Maknanya dengan kita *apply* CondiSoil akan berlaku peningkatan kepada ciri-ciri pokok itu sendiri dari segi ketinggiannya, dari segi lebar daun dan sebagainya. Ini makna saintifik punya *measurement*-lah.

Seorang Ahli: [Berucap tanpa menggunakan pembesar suara]

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Ya. *Okay, next*. Sama juga dengan hasil. Hasil tanaman setanding dengan amalan biasa menggunakan CondiSoil pada kadar 40 tan per hektar bagi semua jenis tanaman. *Next*.

Sebagai kesimpulan daripada analisis yang kita buat, kajian tentang kesan CondiSoil dari segi kualiti tanah berlaku peningkatan parameter untuk pH tanah, kandungan karbon dan juga fosforus tersedia atau *available-P*. Dari segi fizikal tanah pula, berlaku kadar penyusupan perlahan. Ini *infiltration* 43 hingga 75 peratus, larut resap yang rendah dan kapasiti pegangan nutrien tanah meningkat. Dari segi pertumbuhan dan hasil tanaman, kualiti adalah setanding dengan amalan biasa bagi keseluruhan tanaman ujian yang mana jumlah kandungan nutrien tumbuhan sama kadar— tumbuhan sama dan juga hasil pengeluaran sama dengan amalan biasa. *Next*.

Kemudian kita— itu habis yang pertama Yang Berhormat untuk skala kecil. Kemudian kita satu kajian tentang peningkatan skala pengeluaran jagung bijian menggunakan CondiSoil. Atau Yang Berhormat ada nak soalan untuk yang pertama dulu-kah atau saya boleh teruskan?

Dato' Ngeh Koo Ham [Beruas]: Terima kasih Datuk Pengerusi. Dato' saya nak tanya, CondiSoil ini disediakan oleh Lynas atau pihak UPM yang menyediakan CondiSoil ini dengan sisa-sisa yang telah dibekalkan oleh Lynas?

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Ini dari Lynas sendiri.

Dato' Ngeh Koo Ham: Jadi, maksudnya ada masalah sedikit tentang objektiviti kajian ini. Nombor satu, tadi dikatakan ini satu kajian kontrak oleh Lynas kepada UPM.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: MARDI.

Dato' Ngeh Koo Ham: MARDI. *Sorry*. Sini sekarang dari MARDI, mohon maaf. Jadi maksudnya ini— *there is conflict of interest*-lah. Maksudnya, kalau saya memohon kepada mana-mana pihak untuk membuat kajian saya ada matlamatnya saya sendiri untuk mencapai satu laporan yang saya hendak. Jadi kalau saya sediakan CondiSoil ini — ia disediakan oleh saya, saya pun tahu apa kandungan dalam CondiSoil ini dan saya akan pasti mendapat *result* (keputusan) yang memihak kepada saya.

Jadi yang kita hari ini, kita mahu pastikan kita nak tahu kandungan dua jenis sisa yang...

Seorang Ahli: NUF...

Dato' Ngeh Koo Ham:...sisa dari NUF dan WLP itu. Jadi kalau begini, kajian ini tak menolong kitalah kalau melainkan MARDI juga membuat kajian tentang kandungan CondiSoil ini. Berapa peratusan daripada sisa NUF dan juga berapa peratusan WLP ini? Adakah lain-lain *soil* ataupun tanah yang dicampurkan kepada dua-dua bahan ini atau tidak? Atau CondiSoil ini hanya dari dua bahan ini sahaja?

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Okey, terima kasih Yang Berhormat. Sebenarnya kita ada *report* lengkap tentang hasil daripada kajian kita. Memang kita buat analisis, apakah kandungan yang ada— bahan yang dia bagi dekat MARDI itu? Jadi kita buat analisis kimia dekat situ apa kandungan N ia berapa, P ia berapa, K ia berapa?

Kemudian— sebenarnya kontrak *research* ini pada saya ia tidak memberi *conflict of interest* sebab syarikat ia kena dengar cakap MARDI. MARDI kata *you* punya barang bagus, bagus. Kalau contoh baja kan untuk padi. Mungkin Yang Berhormat Dato' Nasrudin masa di Kedah dulu, kita buat *test* baja untuk padi, *company* suruh. Kalau baja itu bagus, MARDI akan kata bagus. Kalau baja itu tak bagus, MARDI kata tak bagus. Ia tak boleh masuk kontrak kerajaan kan.

So, sama juga dengan ini. Dia bagi dekat kita bahan. Kita buat analisis kimia. Berapa dalam *full report* ini ada. Mungkin nanti kita boleh bagi *full report* ini kepada pihak jawatankuasa kemudian. Bermakna kita nilai betul tak. Kalau kata contoh— kalau contoh di sini contoh kandungan K dia ada 14 peratus dalam bahan itu. Jadi ia sesuai tak atau boleh memberi impak kepada tanaman tak. Jadi— manakala dia tak

elok, kita kata tak elok. Kalau dia kata bagus, kita kata bagus. Itu sahaja ia punya *conclusion* dia.

Dato' Ngeh Koo Ham: Maksud saya, CondiSoil ini dibekalkan...

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Ya.

Dato' Ngeh Koo Ham:...oleh Lynas.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Yes.

Dato' Ngeh Koo Ham: Bukan MARDI yang ambil dua-dua barang ini campurkan jadi CondiSoil.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Tak. Tidak, tidak.

Dato' Ngeh Koo Ham: Sebab itu, kalau saya bekalkan sesuatu CondiSoil ini...

Dato' Azman bin Nasrudin: Saya itu Lynas lah?

Dato' Ngeh Koo Ham: Saya ini. Saya sudah pun campur. Saya pun tahu apa kandungannya. Kalau saya sudah tahu apa kandungannya bagi kepada MARDI, MARDI akan bagi keputusan yang sama daripada barang yang saya berikan kepada MARDI.

Sebab itu yang kita tak pasti sekarang ialah *source*. Adakah CondiSoil yang dia dapat ini hanya daripada dua barangan iaitu dari sisa WLP dan juga sisa NUF?

Juga saya nampak dalam eksperimen yang dilaksanakan, dikatakan CondiSoil *plus NPK*. Jadi NPK ini campuran daripada MARDI bukan? Jadi itu pun— maksud saya ini, saya pun petanilah. Jadi maksud saya ini dengan adanya NPK tanpa CondiSoil ini, kita pun akan dapat hasil tanaman yang lebih baik daripada tanpa baja NPK ini (*Nitrogen, Phosphorus, Potassium*). Jadi itu keraguan sayalah kerana *source* ia bukan di dapat oleh MARDI daripada sisa-sisa itu.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man [Kubang Kerian]: Sedikit penjelasan dari segi— kita tengah buat keputusan di pihak kerajaanlah untuk cadangkan ke Parlimen. Isunya sekarang Lynas ia dah bertimbun, ada beratus tan ia pun NUF ia. Apakah NUF ini sesuai kita jadikan *fertilizer* untuk pertanian? Jadi Jawatankuasa Khas ini mempertimbangkan. Kalau sekiranya dapatan daripada MARDI itu dari segi hasil saya rasa okey. Cuma yang dibincangkan oleh Dato' Ngeh itu tadi ialah apakah sepenuhnya daripada NUF sebab NUF sebenarnya ia ada— ia punya radioaktif.

Okey, yang keduanya ialah apakah hasil daripada MARDI itu telah disahkan oleh pihak *by* keselamatan negara. Boleh makan, tak ada *effect* kesihatan dan sebagainya.

■1510

Dua aspek itu yang jawatankuasa beri fokus lah untuk taklimat petang ini. Jadi, sebab itu, Tuan Pengerusi kata tadi, kalau sekiranya bahan itu disediakan oleh Lynas, kita khuatir dia dah ada elemen-elemen yang bukan *solid* daripada NUF yang

dihantar kepada Lynas. Itulah, kebimbangan kita di situlah sebab kita nak *suggest* kepada pihak kerajaan ini, kita kena dapat data yang selamatlah untuk *public* dan untuk alam sekitar. Itu objektif sikitlah, Dato'.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Terima kasih, Yang Berhormat. Saya hendak tambah sikit. Memang daripada kita mula buat eksperimen itu, memang Lynas ini, dia tak bagi kita sendiri, saintis itu yang ambil. Dia yang akan bawa bahan itu keluar, kan. Dia ada syarat-syarat dia lah dalam mendahulukan keselamatan.

Saya pun tak tahu. Dia yang hantar dekat kita. Kita yang buat ujian apa kandungan dalam campuran itu tadi, kan? Yang NUF dengan semua itu, kan? Apa dia punya, dia yang hantar dekat kita. Jadi, kita uji benda itu, apa kandungan asal dia. Kemudian kita buat ialah *treatment* tadi kan. Kita ambil 30 tan ini, campur dengan ini, itu *treatment* dia dengan *control* dia, NPK tadi.

MPK itu sebagai *control*-lah. Jadi, kita *compare*-kan antara *treatment-treatment* itu tadi. Daripada lima *treatment* itu tadi, kita nampak ada kebaikan di situ dari segi penambahan kepada beberapa aspek ciri-ciri tanah itu jugalah, dan juga kepada ciri-ciri tanaman yang kita kaji.

Tuan Chow Yu Hui [Raub]: *Means that* semua bahan yang kamu kaji adalah dibekalkan oleh Lynas, berdasarkan apa yang Lynas bagilah? Okey.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Satu lagi, dari segi apakah hasil tadi telah disahkan selamat oleh *by* keselamatan?

Puan Faridah binti Manaf: Okey. Kalau saya dapat menambah sedikit Yang Berhormat, okey. Untuk penggunaan CondiSoil sebenarnya, Lynas ini memang terikat dengan syarat yang diberikan oleh Jabatan Alam Sekitar di mana, campuran NUF/WLP dan *organic filler* yang dihasilkan itu memang tidak boleh bawa keluar ke lapangan.

Maksud saya, di MARDI Cherating semua pencampuran mengikut nisbah-nisbah yang telah diformulasi sebelum itu perlu dilakukan, memang di Lynas. Di kawasan yang telah ditentukan oleh pihak Jabatan Alam Sekitar di mana, MARDI sendiri, memang kita yang perlu tentukan berapa kadar yang kita perlukan untuk jalankan bagi tiga pusingan penanaman dan jumlah itu sahaja yang dibenarkan dikeluarkan daripada pihak Lynas lah.

Dari segi dia punya perjalanan lori yang membawa ke MARDI pun, semua itu perlu dilaporkan kepada pihak Jabatan Alam Sekitar. Memang NUF dan WLP atau *organic filler* yang digunakan dalam formulasi itu tidak dibenarkan dibuat pencampuran di MARDI. Kita hanya menerima CondiSoil yang telah dicampur di pihak Lynas.

Ini sebab adalah syarat daripada pihak Jabatan Alam Sekitar sendirilah. Juga, apa nama— dari segi CondiSoil yang kita terima itu, bila kita terima CondiSoil, pihak Lynas telah membekalkan kita dengan kita panggil *certificate of analysis* daripada SIRIM, dari segi *toxicology*, daripada *safety*. Dia dah bekalkan kita semua maklumat itu.

Jadi, di pihak kita, walaupun kita dah ada *certificate of analysis*, memang *that's our protocol*. Kita akan jalankan juga dia punya *physical chemical properties* untuk CondiSoil itu. Bila sampai di MARDI, kita akan *test* untuk dari segi dia punya *acceptable value to be used as a soil amendment* lah.

CondiSoil ini sebab dia bukan baja. Dia adalah bahan perapi di mana kita gunakan bahan untuk merawat tanah BRIS yang merupakan salah satu tanah bermasalah dekat Malaysia inilah. Jadi, NPK itu memang kita perlu gunakan sebab dia adalah *standard practice* untuk penanaman lah.

Throughout the planting season, memang kita akan gunakan NPK yang digunakan dalam *current practice* lah. Jadi, CondiSoil ini kita guna hanya peringkat masa *land preparation* sahaja. So, perbandingan dia adalah kepada GML lah. Kapur yang merupakan *current practice* di tanah BRIS.

Jadi, bila kita buat dia punya *physical chemical properties* itu, memang kita dapati ada kriteria yang kita hendak tengok kepada *soil amendment* ini, CondiSoil ini memenuhi syarat-syarat itulah. Dia ada *accepted values*. Pertama, yang kita tengok kalau untuk *soil amendment* dari segi pH dia, dari segi kandungan CEC dan juga kandungan karbon dan *moisture* dia lah.

So, dari segi kandungan pH, dia memang melepasi syarat untuk menjadi *soil amendment* di mana dia 7.1. So, dari segi CEC juga, dia melepasi *value* melebihi 20. Jadi, syarat-syarat itu, kita bila dah buat *physical chemical properties*, kita tengok syarat dia melepasi, baru kita *proceed* untuk digunakan sebagai *soil amendment* lah.

Sekiranya syarat itu tidak melepasi, kita akan maklumkan dia yang produk yang dia hantar CondiSoil ini, dari segi *physical chemical properties* pun kita nampak dia dah tak memenuhi syarat. So, kita memang akan bagi tahu Lynas yang benda ini memang tak ada potensi sebagai *soil amendment* sendiri. Itu saja.

Dato' Ngeh Koo Ham: Datuk Pengerusi, saya hendak tanya. Jadi, dalam kajian ini pihak MARDI gunakan CondiSoil ini sebagai *substitute* kepada GML, kapur peladang. Biasanya, GML ini, niatnya satu saja. Untuk memastikan tanah itu tidak *acidic*. Kalau ia terlalu *acidic*, kita beli GML kapur itu untuk pastikan tanah akan lebih kepada *alkaline* sedikit supaya dia sesuai untuk tanaman.

Jadi, CondiSoil ini dengan sendirinya, dalam kajian ini, bukannya sebagai baja, tetapi sebagai GML lah, lebih kurang. Tetapi, dalam taklimat yang kita diberikan itu

hari, dikatakan kandungan sisa ini adalah baja sendiri, adalah mempunyai *phospate* yang tinggi. Jadi, daripada kajian ini, adakah CondiSoil ini mempunyai kandungan *phosphorus*, atau *phosphate* yang tinggi? Betul atau tidak?

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Proses, UPM yang buat, yang ini kan? Yang untuk *chemical* punya analisis untuk potensi?

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop [Profesor, Fakulti Pertanian]: Sebenarnya, *condisoil* ini dibuat oleh Profesor Hanafi tetapi dia tidak ada hari ini. Dia yang formula, berapa NUF, berapa WLP, berapa *organic matter*. Dia yang buat formula itu tetapi hari ini dia ada masalah. Tak boleh datang.

Tuan Pengerusi: Prof. Hanafi?

Prof. Dewan Rakyat. Shamsuddin Jusop: Prof. Hanafi daripada UPM. Kontrak itu bukan Lynas yang buat. Lynas tolong *transmute*. Yang buat, Profesor Hanafi.

Tuan Pengerusi: Sebab saya pun, apa ini sebelum ini kita diberi gambaran bahawa apa yang kita simpan di dalam WLP ini adalah *phosphate* dan dalam masa yang sama, kita diberi gambaran, kita selama ini terpaksa import banyak *phosphate* untuk baja. Jadi, pasal apa kita hendak simpan dalam tanah? Jadi, itu saya perlukan pengesahan.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Sebenarnya, saya hendak cerita dalam presentasi saya sekejap lagi, NUF dengan...

Tuan Pengerusi: Tak apa, kita boleh tunggu. Okey. Cuma, tadi sekali lagi, saya jadi keliru sedikit. Dari segi sampel bahan yang dibawa kepada MARDI, yang ini dengan pengawasan Jabatan Alam Sekitar?

Seorang Ahli: Jabatan Alam Sekitar.

Tuan Pengerusi: Okey.

Dato' Ngeh Koo Ham: [Berucap tanpa menggunakan pembesar suara] Sisa berjadual. Soalannya ialah tadi kita mungkin tak timbul lah. Kita mesti tanya Jabatan Alam Sekitar sama ada dalam penyediaan sampel CondiSoil ini, adakah mereka mengawasi bahan itu disediakan sebelum hantar ke MARDI lah?

Tuan Pengerusi: Yang tadi, yang tadi nisbah-nisbah *you* disebut tadi, nisbah diawasi oleh siapa?

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Yang buat nisbah itu, kajian Profesor Hanafi. Dia yang dapat kontrak itu. UPM, tetapi dia tak ada hari ini.

[Ahli-ahli berbincang sesama sendiri]

Tuan Pengerusi: Jadi, saya rasa kita—supaya lebih menyeluruh kita punya ini, kita bagi yang taklimat yang seterusnya. Boleh? Okey, okey. UPM ke? Ya, sila. Sila.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Tetapi, MARDI ada satu lagi, Tuan Pengerusi.

Tuan Pengerusi: MARDI ada satu lagi *paper*?

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Yang ini sama saja. Cuma, kita *upscaling*-kan kepada jagung bijian. Sama saja dia punya *approach* dia sama. Kita hendak uji keberkesanan CondiSoil kepada tanaman jagung bijian di skala yang besar. Itu saja. Dia punya *approach* sama dengan yang *small scale* tadi.

Tuan Pengerusi: Okey.

Tuan Chow Yu Hui: Ada foto kah? Boleh tengok, *before-after*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma, ulasan kajian itu, saya rasa kena— boleh bentang tak?

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Okey. *Next* [Merujuk kepada *slaid*]

Tuan Pengerusi: Boleh. Pendek saja, saya tengok ini.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Okey. Yang ini, kita ada buat 30 ekar untuk tanaman jagung bijian. *Next*. Sama di lokasi, di Cherating. *Next, next*. Ini daripada *treatment* kita lah. *Treatment* kita kalau contoh, kawalan kita tanpa menggunakan CondiSoil. Kita gunakan NPK biasa di kawasan Cherating itu, kita dapat hasil 0.14 tan per hektar.

Kita guna tahi ayam sahaja, 0.24 tan. CondiSoil, ini *treatment* dialah. CondiSoil di Blok A, kita dapat 0.28 tan. Sebab itu, kita boleh simpulkan di sini, seperti macam yang YB kata tadi, dia ini *soil conditioner*, bukan baja. Sebab itu, hasilnya baru— dia *soil conditioner* sahaja, bukan baja. Perapi sahaja.

Jadi, maknanya peningkatan hasil itu pun tak nampak banyak. Ya lah, kurang daripada satu tan per hektar. *Next*, dan sebagai kesimpulan, daripada apa yang kita dapat, tiada peningkatan hasil yang signifikan berbanding dengan amalan yang biasa. Kalau kita tak guna CondiSoil ini pun, hasilnya macam itu juga. Lebih kurang— tak signifikanlah. Mungkin ada perbezaan tetapi tak signifikan.

■1520

Dan dari segi ekonominya tidak menunjukkan daya maju, dari segi ekonomi berdasarkan kos pengeluaran. Itulah...

Tuan Pengerusi: Maknanya kalau dia hendak jual pun tak boleh.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Ya.

Tuan Pengerusi: Tak laku.

Seorang Ahli: GML ini sangat murah.

Tuan Pengerusi: Tak untunglah. Tetapi dari segi *CondiSoil* sendiri dia bahaya kah? Tak bahaya.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Saya ingat bila sudah ada *certificate* daripada yang alam sekitar itu tadi, dari segi *toxicity*-nya tidak membahayakan. Dia tak ada bahayalah kan.

Tuan Pengerusi: Okey.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Boleh makan. *[Ketawa]*

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail [Pensyarah Kanan, Fakulti Sains dan Teknologi (Jabatan Fizik dan Sains Gunaan UKM): Saya minta maaf. Bahagian yang risiko itu pihak UKM yang analisis.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Okey, okey.

Tuan Pengerusi: Okey. So selesai yang MARDI?

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Ya.

Tuan Pengerusi: Saya minta— *You* nak tanya?

Tuan Chow Yu Hui: Saya nak tanya sikit. So, adakah ini praktikal? Saya hendak tanya.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Dari segi praktikal atau tak praktikal maknanya tak signifikan. Kita nak tambah benda memerlukan kos ekstra. Jadi saya rasa tak ekonomiklah kita guna.

Tuan Pengerusi: Ya, ya. Saya minta UPM. Boleh.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: *Bismillahir Rahmanir Rahim. Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh* tuan-tuan dan puan-puan sekalian, YB. Sekarang saya nak bentangkan penyelidikan yang saya buat. Ini dah lama sudah 2015, 2017. Tiga tahun. Saya yang pertama yang dijemput oleh Dato' Mashal, Lynas supaya buat analisis mengenai NUF ini. Saya buat untuk tanaman kelapa sawit dan getah. Jadi, saya ada dua lagi yang nama di sini. Dr. Firdaus yang buat kerja dengan saya. Kemudian, pada peringkat awal tak ada. Yang kedua Dr. Safar, dia ini pakar getah. Jadi kalau hendak tanya mengenai getah, NUF ini boleh tanya dia sekejap lagi. *Okay, next.*

Kilang kimia Lynas ini mengeluarkan dua *by-products* iaitu *Water Leached Purification* (WLP) dan *Neutralisation Underflow* (NUF). Nama yang diberi itu bukan nama saintifik, tetapi *I think* nama difikirkan pada masa itu adalah proses. Jadi, nama itu tak apa lah. So, kita sekarang ini WLP dan NUF. Yang saya buat ialah mengenai yang nombor dua. Saya tak buat analisis mengenai WLP tapi NUF yang saya buat *research*. *Okay, next.*

Daripada kajian saya yang tiga tahun itu dan dicampur lagi setahun lagi untuk ekstra, saya telah *published* tiga kertas kerja yang *di-published* dalam jurnal terkemuka. So, yang pertama itu— *paper* yang pertama ialah di terbit dalam *Science*

of *Total Environment*, which is a very good journal. Kajian ini dibuat bersama UPM dan UKM. Artikel yang pertama proses hibrid dia pakar *environment*. Saya dan Prof. Fauziah pakar kimia. *Wan Razi is here, UKM*. Itu mengenai *environment*. Kita dapati laporan ini *the details paper* saya dah bagi kat Datuk Setiausaha, ada ya? *Detail* dekat situ.

Tuan Pengerusi: Saya rasa dalam fail masing-masing.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Okey, yang kedua itu *agronomic practice* yang mengenai NUF dan kelapa sawit itu tadi. Di sini kita nama *Mg-rich gypsum* sebenarnya gipsum. NUF itu nama kalau kita tengok *Mg-gypsum*. Itu *published* dalam jurnal itu yang baik juga. Yang ketiga dibuat oleh pelajar-pelajar *Masters* saya masa itu dan kita juga ada pelajar PhD yang buat mengenai getah. Dia punya *result* getah itu pun *published*. Jadi, ini *detail* semua ini ada saya dah bagi. *Okay, next*.

Ini yang pertama itu telah menunjukkan kan *paper* yang terbaik dalam kajian ini ialah mengenai *environment*. Saya akan bagi sedikit lagi secara *detail*. Kajian ini menunjukkan tidak ada masalah dari segi *environment*. *Application of NUF* ini tidak jadi masalah kepada *environment*, tidak ada tanah yang tercemar dan sebagainya. Kualiti minyak kelapa sawit tidak terjejas. Kita kaji dalam dua tahun. *Detail* dia ada dalam *paper* yang ini. *Okay, next*.

Okey, itu dia gambar NUF yang ada di Lynas. Banyak dalam—saya ingat lebih satu juta tan. Banyak dah dia kumpul dan tidak dibenarkan. Kami hendak guna untuk tanaman pun, dia kata tak boleh. Jadi saya—tidak ada apalah, saya setakat kajian sahajalah. Itu dia. *Okay, next*.

Ini fasal dah lama, saya pun dah—saya kerja UPM sudah 50 tahun. Saya kerja tahun 1972. Umur sekarang dah 50 tahun. Saya dah 76, saya dah pencen. Tetapi kerja UPM sebagai voluntari sahaja. Walaupun diberi gelaran profesor, saya tak ada gaji. Tetapi saya dah tak ingat. Jadi, saya kena minta kawan saya daripada Lynas berilah definisi apa dia punya *composition* semua ini dan saya dapat itu. Ini telah di-*present* kepada KSU tahun 2020 masa Lynas dijemput oleh KSU. Dia bagi dekat saya. Saya tunjuk sekali lagi. Macam manalah NUF dia keluar dan WLP—asalnya daripada Australia dia bawa sana dan dia buat proses *cracking*. Ada *detail* situ dan pertama yang keluar ialah WLP iaitu sedikit radioaktif. Nanti Dr. Aznan akan beritahu bab bahagian radioaktif. Saya tak berapa faham sangat dan buat lagi analisis. Akhir sekali dia keluar NUF. Itu yang saya buat NUF. Okey dia *flowchart*. *Okay, next*.

Ini *chemical analysis* yang dibuat oleh satu syarikat yang terkemuka Australia yang pertama sekali buat analisis sisa ini. NUF itu sebenarnya *magnesium-rich gypsum*. *It is a calcium sulphate plus Mg*. Saya *explain* sekejap lagi. Dia ada *Mg hydroxide*. Dia ada *calcium hydroxide*, *calcium carbonate*. Oleh itu, pH dia sampai

lapan. Jadi, itu dia boleh buat *CandiSoil* fasal pH dia— *product itself* itu memang ada macam *lime*-lah. Saya cerita sedikitlah fasal WLP. Cerita fasal komposisi sahaja, ada situ. Dia ada *ion phosphate*. *Ion phosphate* itu ada P. So, tertinggi, berapa peratus. Lepas itu dia ada *calcium carbonate*, pH dia naik sikit. Dia ada *phosphogypsum*, P juga dan yang bawah itu sikit ada uranium. Itu nanti Dr. Aznan akan ceritakan bahagian itu. Jadi saya nak panjang itu saya tak berapa faham sangat *because* saya tak buat analisis itu. Tak buat penyelidikan mengenai WLP. *Okay, next.*

Okay, the first analysis dibuat oleh satu syarikat yang nama *Golder Associates Report*. *Well-known* syarikat. Mereka telah menghasilkan satu *report*, adakan Lynas ada tulis dekat situ. Mengikut mereka, ini tak ada masalah NUF ini. Tak ada masalah dari segi *health risk* semua. Mengikut DOE, dinamakan SW205. Nama produk itu. *It does not necessarily impact the environment* kata itulah. *Okay, next.*

Dibuat oleh SIRIM juga analisis ini. 2014, 2018. Mereka kata ini tak ada masalah. *Report* ada situ. Boleh minta pada Lynas atau SIRIM boleh bagi. *No explosive, corrosive*. Tak ada masalah. Jadi, maknanya boleh gunalah. *Okay, next.*

Ini saya nak bagi ringkasan mengenai NUF ini. Dia mengandungi beberapa mineral termasuk gipsum. Gipsum itu *calcium sulphate*. *Calcium sulphate* makna kalsium dan sulfur. Dia ada diperkayakan dengan magnesium. Dia ada tiga elemen nutrien yang diperlukan dengan banyak oleh tanaman termasuk kelapa sawit dan getah. Penggunaan NUF ini dia naik pH tanah. Tadi Datuk dah tegur ya. So, pH ini perlu naik. Tanah kita biasa di Malaysia ini antara empat dengan lima. Itu asidlah. Ada tanaman yang tak hidup kalau pH dia macam itu. Tetapi getah, kelapa sawit boleh tumbuh fasal *acid tolerance*. Tetapi kalau naikkan pH sikit, kelapa sawit dan getah dia tumbuh dengan lebih baik. Saya ada *result* nak tunjuk. *Okay, next.*

Saya ada buat kajian kami ialah kajian rumah kaca dan kajian Bera mengenai kelapa sawit. Itu dibuat oleh dua *research assistant*, PhD dan seorang *Masters student*. Tanah dia di Bera, Pahang. Akhir sekali *student* yang buat *Masters* itu dia buat PhD. Dia sambung getah. Itu kajian *research* dibayar oleh UPM. Bajet Lynas dah habis. So, tak ada duit situ. So, dia pun dah habis dalam itu— PhD, *result* dia ada, saya cerita sekejap lagi.

■1530

Okey, *next*. Itu tanah yang merah itu di Bera. Kita panggil dia *Ultisols, highly weathered soil*. Memang kalsium, magnesium, *potassium*, Mg dia rendah. So, ada pokok kelapa sawit yang kita sewa dua tahun setengah, Lynas bayarlah dekat petani tanah berapa ekar itu. Luaslah kita buat ini. Dua tahun setengah dekat LADA. Tanah untuk *glasshouse* kita guna tanah inilah sama. Okey, *next*.

Okey, soalan pada masa itu kita hendak jawab ialah bolehkah NUF ini *calcium sulphate plus Mg* ganti *kieserite*? *Kieserite* ini *Mg sulphate*. Kelapa sawit perlu *kieserite* ini. Kita beli mahal harga pada Jerman. Semasa baru ini 2021 harga *Mg* dah naik tinggi dan kita kata boleh tak dia ganti itu? *Instead of* guna *magnesium sulphate kieserite* kita guna NUF. *That is the question. To be or not to be* ya. [Ketawa] So, next. Okey, ini kajian di...

Dato' Ngeh Koo Ham: Boleh tanya Prof. Nak tanya, niat untuk NUF ini saya nampak sini *calcium sulphate* dan *magnesium* ganti *kieserite magnesium sulphate*. Jadi, niatnya ialah untuk menggantikan elemen *magnesium* dan *sulphate*?

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Nak ganti *kieserite*. *Kieserite* itu nama baja. Nak ganti *kieserite*. Boleh tak, itu soalan dia.

Seorang Ahli: [Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: *Magnesium sulphate* itu mahal. Harga satu tan RM1,000 ke berapa. Saya ingat begitu. Sekarang lagi mahal.

Dato' Ngeh Koo Ham: Tapi dari...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Tapi kelapa sawit perlukan *magnesium sulphate* ini.

Dato' Ngeh Koo Ham: Tapi dari segi tanaman, *magnesium* dan *sulphate* ini dia kira minor elemen lah.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: No, *major* elemen. *Major. Magnesium, major element*. Dia perlukan untuk menjadi hijau daun. Kalau tidak pokok tidak tumbuh.

Dato' Ngeh Koo Ham: Biasa kita yang *major* dalam baja NPK. Nitrogen...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Dia ada enam, enam.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Nitrogen, potassium and phosphorus*.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Dia ada enam. NPK, *calcium, magnesium, sulfur. Major minerals, micronutrient*.

Dato' Ngeh Koo Ham: Biasa kalau saya nampak formula baja di Malaysia, NPK ini mungkin 15:15:12 kemudian *magnesium 2.5* ke. Maksudnya dari segi peratusan dia, dia kecil lah. Betul ya?

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Dia kemudian. Sulfur, *magnesium* kemudian. Sulfur, kalsium, *magnesium* dia perlu baja lain. Untuk baja NPK, dia *separate*.

Dato' Ngeh Koo Ham: Ya, *I know*. Setiap elemen...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya, tapi enam itu memang perlu enam.

Dato' Ngeh Koo Ham: Ya, itu tanaman perlu semua nutrien.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Enam. Nutrien ya.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Major portion* biasanya NPK lah.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: NPK memang dia perlu banyak tetapi kalsium, magnesium, sulfur pun banyak juga. Itu makronutrien ada enam. Tapi dia baja lainlah. Dia...

Dato' Ngeh Koo Ham: Dari segi peratusan dengan NPK dia...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Kurang sikit.

Dato' Ngeh Koo Ham: Kuranglah.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Thank you.*

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: So, saya sambung. Jadi, dalam proses ini *glasshouse* kalau kita bubuh lebih banyak NUF, pH dia bertambah tinggi. Memang betul. Apabila pH bertambah tinggi— graf saya itu menunjukkan pokok anak DG, ini *glasshouse* dia punya anak kelapa sawit itu lebih bagus. Maknanya, walaupun kita kata kelapa sawit ini boleh tahan *acidity*, tetapi kalau pH naik sikit dia lebih bagus. So, itu *and then* kita *publish* ini dalam *paper* nombor dua tadi, *PLOS one*. Okey, *next*.

So, saya pendekkan sikit. Kelapa sawit tumbuh dengan lebih baik jika pH tanah naik sedikit. Naik sedikit lebih baik walaupun kelapa sawit tahan keasidan tanah pH, ianya tumbuh dengan lebih baik jika pH melebihi lima. Tanah kita biasanya pH *four to five*. Kita naik lebih sikit daripada lima. Sebab apa, dalam tanah itu dia ada racun, *aluminum 3+* dan *iron 2+*. Apabila pH naik kepada lima, dia akan *precipitate* dan tidak lagi racun. So, *that is the good thing about this*. *That means* kalau biasa kita kapurlah. *But* kapur mahal. Satu tan sahaja RM160 setan. *But* ini, NUF ini murahkan. Mungkin *free* boleh dapat. Okey, *next*.

NUF ini *calcium sulfate*. So, lagi banyak kita bubuh dalam tanah lagi banyak kalsium bertambah. Mengikut graf ini, apabila kalsium bertambah anak biji kelapa sawit bertambah baik. Jadi, dia ada kesan. Lagi banyak kalsium lagi *better* dia *growth*. Ha, itu maksud dia. Jadi, kita boleh selesaikan ini dengan *apply* kapur GML, *calcium, magnesium, carbonate*. Tapi dengan guna ini harga lebih murah dan kesan dia lebih kurang sama. Itu kebaikan dia. Okey, *next, next*.

Okey, kelapa sawit tumbuh dengan lebih baik dengan pertambahan kalsium dalam tanah. *Then*, dia ada *critical level*. Dalam kajian ini, saya *calculate critical level* dia perlukan 0.9 cmolc/kg. *That is the* nilai unit kita bagi. Di dalam tanah kita di Malaysia kebanyakan lebih kurang 0.5 sahaja dia ada kalsium. Jadi, kita perlu kalsium banyak. So, boleh ditambah kapur kalau kita perlu tetapi ia mahal. Tapi guna ini murah sikit. Ha, itu. Okey, *next*.

Dalam kajian *paper* nombor satu tadi mengenai *environment*, kita— ini orangnya dia buat analisis, doktor kita ini. Dia pergi ambil sampel. Kita tak *miss*— sungai ke parit, di skala kawasan kita buat *research* itu dan *result* itu ada dalam *paper* yang

pertama tadilah. Kita dapati tidak ada masalah dari segi *environment*, dari segi *heavy metals*. Saya ada bagi pendeklah sikit lagi secara *detail* sikit. Okey, *next*.

Okey, kesan NUF ke atas kelapa sawit dan alam sekitar. *So, just brief*. Mineral berat dalam tanah, air dan tisu kelapa sawit lebih rendah daripada nilai *critical standard*. Profesor Sahibin ini dia pakar *environment*. Anak murid dia, ini anak murid dia sini. Profesor Sahibin ada dekat Sarawak. Dia yang buat ini. Lebih rendah daripada *critical standard*. Kita *compare* dengan standard yang ada. Tiada pertambahan mineral berat. Yang kita takut nak guna sisa ini kita takut ada *lead and cadmium*. Itu racun kepada orang. Kalau ada itu jadi masalah. Tapi kajian dengan NUF dia tidak ada masalah dari segi penambahan itu. Dalam masa dua tahun kami buat.

Then, environmental risk analysis. Ini dibuat oleh Sahibin, kumpulan dia dekat UKM dan Profesor Fauziah dekat UPM. Dia kata menunjukkan tanah kawasan kajian tidak tercemar, *having low contamination factor with low pollution load index*. *So, definition* itu *if you can explain— bantu*, okey.

So, berdasarkan kepada keputusan kajian kami dapati serta percaya bahawa penggunaan NUF ini sebagai baja, baja dia kalsium, magnesium dan sulfur dan pembaik tanah untuk kelapa sawit adalah selamat dan berkesan. *So, let me see*. Magnesium perlukan untuk jadi hijau daun daripada fotosintesis. Sulfur digunakan perlu sangat untuk dapatkan minyak dalam kelapa sawit. Tak ada sulfur tak ada minyak. Itu maksud dia. Okey, *next*.

Okey, saya untuk kelapa sawit ini kesimpulan dia NUF mengandungi Mg, sulfur dan S yang diperlukan dengan banyak oleh kelapa sawit dalam estet. Untuk menaikkan pengeluaran buah, *see* kalau kita gunakan dengan cara lama-kelamaan kita dapati kalsium dan magnesium akan bertambah tinggi dan juga sulfur. Dia akan memberi kesan positif terhadap hasil kelapa sawit. *That is what we think*. Dalam tiga, dalam *paper* yang saya tulis itu ada tiga itu semua ini cerita ada *detail* ada situ.

So, nilai pH sebenarnya lapan. Saya tadi lebih daripada tujuh. Jadi makna dia macam kapur, kita letak dalam tanah dia akan naik, dia akan *stabilize*, pH tanah akan naik. Sebab kalau yang naik lebih pada lima. Kalau lebih pada lima dia akan menjadi tanah yang baik.

Okey, dan oleh yang demikian NUF ini adalah dalam asid kelapa sawit, memberikan kesan positif terhadap kesuburan tanah, satu. pH dia bawa naik, kan. Pertumbuhan kelapa sawit serta pengeluaran buah sawit. Dengan itu, NUF boleh ganti *kieserite* sebagai sumber nutrien Mg dan atau sulfur. *So*, ini *conclusion* dalam *paper* yang nombor dua yang saya bagi tadi. *So*, dalam keadaan yang susah ini ya sekarang ini 2021, 2022 harga baja naik. Ada yang dua kali ganda, tiga kali ganda.

■1540

So, dalam keadaan susah ini kita boleh guna NUF ini untuk kelapa sawitlah. Itu pada pandangan kami. *I could be wrong. Okay, next.*

Tuan Pengerusi: Ini NUF ini, as *it is* yang ada sekarang ini kah? Seperti mana yang ada sekarang tanpa proses sekarang...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya, ya, yang ada sekarang — yang telah tunjuk gambar itu, yang itu.

Tuan Pengerusi: Dan aplikasi yang disebut ini tanpa kita proses apa...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Tak ada, tak ada, tak ada.

Tuan Pengerusi: Maknanya NUF yang ada di sana *actually safe*...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ah, NUF yang ada itu tumbuh.

Tuan Pengerusi:...selamat tak ada apa.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Selamat.

Tuan Pengerusi: Okey.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ia ada banyak dekat gambar yang saya tunjuk tadi selamat. Okey, mengikut...

Tuan Pengerusi: Ia kalau perbezaan dari segi yang kaedah biasa yang kata pakai kapur tadi dengan ini dari segi kos.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Kapur ini ialah kalsium, magnesium, karbonat. Kalau pH tanah kita kurang daripada lima, ada tanaman tak boleh tumbuh. Macam sayur-sayur atau koko kah. Kalau koko ia perlu pH ia 5.5. So, kita guna kapur. Kapur itu ia bekalkan kalsium, ia bekalkan magnesium dan ia naikan pH. pH ia bergantung lagi banyak kita *bubuh* kapur, lagi banyak pH-lah.

Biasa dulu saya buat *research* ini 20, 30 tahun banyak. Apabila pH nak tanam jagung, pH ia kurang 5.5, ia tak tumbuh. Hasil tak ada. Mesti guna kapur. Sekarang ini kita ada alternatif. Guna kapur atau guna ini tetapi ini perlukan masa lama sikitlah. Ia larutannya lambat sikit. Kapur larutannya cepat.

Kita ada Dr. Firdaus dah buat dana bagi duit sikit untuk nak membuat — NUF ini lebih cepat larut. Kita ada *result*, nanti Dr. Firdaus akan *tell* sekejap lagi kalau perlu. Ia lambat sikitlah larut.

Okey sambung. *Next one*, nak habis sudah, getah — ke atas kelapa sawit. [Merujuk kepada slaid]. *Okay, next one.* [Merujuk kepada slaid] No, no, atas lagi. Fasal getah tadi. Okey.

Untuk getah ini satu yang saya dapat bagus — rupanya PhD *student* ini dia buat satu *leaching column*. Saya *first supervisor* tetapi saya dah pencen tahun 2020 dan saya masa itu umur 73, saya dah tak boleh jadi *supervisor*-lah ganti kepada

Firdaus ini, gantilah. So, dia buat *leaching column*. So, *leaching column* ini dia letak NUF di atas dan didapati memang *available*, kalsium and sulfur memang *available*.

Yang kedua dia kata, ia dapat turun pada tanah bawah. Kalau ia dekat atas sahaja ada, ia dapat memperbaiki tanah bahagian atas sahaja. Tetapi kalau turun ke bawah, maknanya bahagian bawah pun ia akan jadi baik.

So, maknanya *apply* NUF ia akan jadi begitu. Ini saya ada buat kajian 20 tahun dahulu. Saya guna kapur sahaja dan kapur itu pH bahagian atas tanah sahaja ia bagus, bawah tak boleh. Maknanya di bawah itu masih asid, akar masalah dan apabila...

Dato' Azman bin Nasrudin: Prof, nak tanya sikitlah.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya.

Dato' Azman bin Nasrudin: Berkaitan dengan Prof sebut di lapisan atas dan bawah, yang mungkin berkaitan dengan kejadian tanah jerlus bendang-bendang padi di Kedah itu?

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Itu bukan, itu tak ada.

Dato' Azman bin Nasrudin: Tak ada kena mengena sebab...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Yang masalah tanah itu, saya ingat proses lain bukan yang ini.

Saya nak cerita ia turun itu, benda ini bagus ia boleh turun. Jadi maknanya kalau guna kapur saya campur satu lagi dengan gipsum yang saya beli biasa bukan gipsum ini. Ia boleh turun bawah. Jadi dan saya *published* dalam *American Journal of Soil Science*, *very good journal* tahun 1995 lagi.

Sekarang kita ada satu benda lain— NUF boleh guna tak payah campur kapur lagi, ia guna NUF sahaja ia boleh turun ke bawah. Atas dan bawah ia boleh membaiki kebaikan tanah ini. Ini kebaikan NUF ini, terus dikeluarkan PhD tesis ini.

Nombor dua dia kata, ini saya baca dia punya tesis dia dua, tiga hari lepaslah. Dia kata kita guna NUF ini ia boleh naikan— fasal ia *glasshouse*. Cepatkan pertumbuhan anak getah. Jadi dia guna anak benih getah. So, ia boleh cepat tumbuh. Dia boleh besar dan lebih besar. Panjang akar bertambah. Jadi ia membaiki keseluruhan tanah. Selain itu, membaiki kesuburan tanah seterusnya kesuburan getah, anak getahlah bukan pokok getah. Anak getah fasal dia buat *glasshouse experiment* dalam masa setahun dia buat eksperimen itu. So, ini kebaikan NUF ini. *Okay, next*.

Habislah ini cuma ringkasan sahaja. So, pada pandangan kami NUF ini mengandungi pelbagai mineral termasuk gipsum dan sebagainya yang ada Mg. So, macam magnesium sulfatlah ada Mg.

Ini menunjukkan bahawa sumber makro nutrien penting seperti magnesium, sulfur dan kalsium yang sangat diperlukan terutama ada dalam itu. NUF mempunyai potensi besar dalam pertanian terutama sebagai sumber nutrien Mg and S — Mg, S, kalsium memang ia perlu banyak oleh tanaman getah, kelapa sawit dan juga tanaman lain. Penggunaan NUF untuk pertanian akan meningkatkan kesuburan tanah melalui penyediaan ini serta meningkatkan pH tanah sebagai pembaik tanah.

The last one, penggunaan NUF tiada impak negatif terhadap alam sekitar dan kualiti minyak kelapa sawit. Itulah hasil yang telah kami dapat daripada kajian kelapa sawit dan getah dalam masa tiga tahun campur yang setahun lagi dengan *PhD student* tadi. Itulah dia yang kami dapat. Terima kasih.

Tuan Pengerusi: Terima kasih. Soalan?

Dato' Ngeh Koo Ham: Pengerusi, saya ada dua soalan. Bagi kita yang tidak tahu apa GML ini sebenarnya perkataannya ialah *Ground Magnesium Limestone*. Jadi kandungannya ialah magnesium dengan kalsium yang kebanyakannya dan dalam bentuk *magnesium oxide* dan kalsiumlah.

Jadi soalan saya ialah tadi dikatakan sisa NUF ini ada elemen-elemen ini tetapi untuk kita dapat gambaran yang betul, ini sebenarnya dikatakan— tadi kata boleh jadi baja, tetapi nilai baja ini GML ini ataupun NUF ini nilai ia dengan nilai baja biasa NPK ini memang hanya lebih kurang 10 peratus sahaja, kalau betul. Tadi dikatakan mungkin RM180 satu metrik tan.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Harga dia.

Dato' Ngeh Koo Ham: Harga NPK sekarang di pasaran ialah lebih kurang RM2,000 lebih. Jadi dari segi kos untuk menjadikan ia sebagai baja ini ia tidak boleh menggantikan NPK yang mahal.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya, tidak boleh.

Dato' Ngeh Koo Ham: Tetapi boleh menggantikan...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Kalsium ada sulfur.

Dato' Ngeh Koo Ham:...mungkin GML tadi *as a conditioner*, bukan sebagai baja asasnya. Soalan saya yang kedua ialah kita nak tengok— tadi dikatakan NUF ini tidak mengandungi fosfat yang tinggi tetapi WLP ini...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: WLP ini saya tak kaji.

Dato' Ngeh Koo Ham: Daripada slaid...

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ah, slaid.

Dato' Ngeh Koo Ham: Slaid tadi memang fosfatnya tinggi.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya, ya.

Dato' Ngeh Koo Ham: Jadi, *iron phosphate* 25 kepada 50 peratus, *calcium carbonate* 5 ke 25 peratus, *phosphogypsum* satu ke 10 percent, *uranium oxide* kurang daripada 0.01 dan *thorium hydroxide* kurang daripada 0.2.

Jadi, maksudnya kalau WLP itu, sisa WLP itu yang kita kata ada radioaktif itu. Kalau diumumkan baru-baru ini Lynas kata dia nak mengeluarkan *thorium* yang radioaktif itu. Bakinya boleh jadi baja *iron phosphate* yang baik. Betulkah?

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Yes, yes. Kalau kita mengeluarkan radioaktif itu, kalau radioaktif sudah kurang, *then it can be used as a fertilizer*.

Dato' Ngeh Koo Ham: So, boleh jadi *fertilizer* itu — sisa WLP itu. Itulah yang saya ingat dalam *briefing* daripada Lynas.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya, boleh jadi baja, kita banyak.

Dato' Ngeh Koo Ham: Terima kasih. So, *it can be used as a fertilizer if you take out the thorium element*. Thank you.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Sebenarnya masa 2022, baja P ini terlalu mahal, tiga kali ganda. Jadi kita ada *1.6 million tan*. Kalau kita keluar, *remove or* kurangkan sikit radioaktif itu, ada proses nanti Dr. Aznan *will tell you*. Then, kita boleh guna sebagai baja.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma satu lagi Prof. Saya rasa kita punya kesimpulan daripada *research* ini sangat-sangat penting sebabkan data ini yang ada, saya rasa pihak— ia menjadi satu perkara yang penting bagi kerajaan buat keputusan sebab kalau tak ada kesan kepada alam sekitar, meningkatkan hasil. Saya rasa tak ada sebab kerajaan untuk *block* NUF untuk ini.

Cuma saya nak dapat pengesahan, sama ada pengesahan daripada UPM ini telah pun dihantar kepada pihak kementerian, dapatan-dapatan ini bagi mengesahkan NUF tak bahaya dan tak ada risiko kepada alam sekitar. Ada tak?

■1550

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Banyak kali kita *present* dekat DOE tetapi dia diam sajalah. Kami hendak guna pun, sekarang pun tidak boleh lagi. Dia kata, masih dikawal. Itulah, habis situ saja.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Tadi, pagi tadi kita panggil Jabatan Alam Sekitar sebab benda yang sama dipetik, dibangkitkan oleh Lynas. Dapatan— sebab dia dalam perjanjian dia, waktu nak buat kilang, dia kena buat satu *percent* daripada hasil dia untuk *research* dan dia telah pun buat.

Dia telah memenuhi semua. Tiba-tiba, ada halangan untuk mengeluarkan daripada sisa berjadual NUF ini menyebabkan dia tak boleh *commercialize*-kan.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Betul. *Right*, betul.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Sedangkan, hasil dia sangat bagus.

Prof. Dr. Shamsuddin Jusop: Ya.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Jadi, saya rasa kita kena ada tanggungjawablah di jawatankuasa ini. Ada tanggungjawab, dari segi dapatan hasil daripada pembentangan petang ini untuk kita minta Jabatan Alam Sekitar dan pihak kerajaan untuk apa lagi yang perlu. Data-data sudah ada, dapatan kajian pun sudah ada dan tidak perlu kita bimbang sepatutnya. Okey, terima kasih Prof.

Dr. Pubadi a/l Govindasamy [Setiausaha Bahagian Kanan (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa)]: Saya daripada Kementerian Perladangan dan Komoditi. *Just* hendak berikan maklumat tambahan sedikit, ya. Yang tadi, Dato' Sri bangkit tentang baja itu, tak silap saya, *I think* Kementerian Pertanian dan Keterjaminan Makanan sekarang dalam proses untuk menetapkan Akta Baja dan kawal selia baja ini, dari segi aktanya, belum ada lagi.

Itu perkara pertama kita perlu ambil kira. Yang kedua, saya setuju dengan Dato' Sri tadi, sebab *even* sektor sawit kan. Memang *after* pandemik ini, memang import pertanian telah meningkat. Kalau katakan penemuan UPM ini kita boleh *legalize*-kan dan saya rasa kita boleh kurangkan import pertanian, kos import pertanian. *It's very important*, Dato' Sri.

Perkara yang ketiga, *I think* Ahli-ahli Yang Berhormat perlu ambil maklum juga, berkaitan dengan isu kemapanan yang sedang dihadapi oleh negara kita, *especially* di Eropah, Amerika dan penemuan ini, macam Dato' Sri tadi bangkitkan, kita kena ada *the third party* punya *verification and* dia kena liabiliti dia.

So, jangan nanti itu pula jadi satu isu. Dia kata, *you* hasilkan kelapa sawit, dengan katakan, sisa-sisa yang boleh membawa kesan buruk kepada pemakanan, benda macam itu. So, saya rasa *it's good* tapi perkara-perkara yang ini perlu diambil kira dan juga perlu dikawal selia melalui akta yang *proper* lah. Itu pandangan saya daripada kementerian. Terima kasih.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Can I make one remark?* Memandangkan GML ini, dia boleh dihasilkan dengan mudah dan disimpan pula di Perak ini, batu-batu itu *you* angkat, *grind it* jadi *powder form*, ia sudah jadi baja. Jadi, sebab itu, untuk kita nak katakan mengutamakan NUF ini, kalau dia melalui proses yang susah ataupun pengangkutan, nilai dia rendah, mungkin pun tak *competitive* lah dengan GML yang senang didapati.

Maksud saya, di Perak ini, *this lime stone* kita boleh, apa kata, menjadikan dia *powder form*, ambil saja. So, ini bukan baja yang susah, boleh— *conditioner* yang kata susah dapat dihasilkan.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Kita bangkit isu yang berlaku di Lynas ialah sekarang ini, di kerajaan, sambung lesen dia sampai 2026 dan kita boleh

bayangkan dia punya timbunan akan datang, NUF ini. Jadi, apa penyelesaian kepada— kita bukan hendak tolong Lynas tetapi dalam konteks fakta saintifik. Kalau sudah ada, saya rasa dia salah *quote* ini.

Dr. Mohd Firdaus Mohd Anuar [Pensyarah, Fakulti Pertanian]: Tuan Pengerusi, boleh saya tambah sikit?

Tuan Pengerusi: Ya, sila. Daripada mana ini?

Dr. Mohd Firdaus Mohd Anuar: Saya Dr. Mohd Firdaus daripada UPM lah. Berkaitan dengan NUF dan juga WLP ini, *actually* kita tak boleh ada satu stigma yang kata NUF ini hendak ganti NPK. Itu salahlah *because NPK is a must. Nitrogen, phosphorus, potassium is a must* lah. *And then*, kita guna NUF ini, *because NUF*, dia ada kalsium, dia ada magnesium dan juga dia ada sulfur.

So, by comparing NUF dengan GML semata-mata, kita tahu GML ini dia ada kalsium dan juga magnesium, okey dan dia juga melalui proses *refinery* dan sebagainya lah. *So*, kalau kita guna NUF, kita boleh dapat dua atau tiga perkara dalam satu. Kita boleh naik pH, dia boleh *supply* kalsium, dia boleh *supply* magnesium, dia juga boleh *supply* sulfur.

Sulfur ini, seperti mana yang telah dimaklumkan oleh Prof. Shamsuddin, amat penting untuk tumbuhan (*crops*) yang menghasilkan minyak, terutama kelapa sawit. Kalau kita bau sulfur pun, berbau kan. *So*, durian pun guna banyak sulfur. Untuk baja organik, dia banyak *formulate* dengan sulfur.

So, pada pendapat kami lah, *instead of* kita hendak kata yang NUF ini tak boleh digunakan dalam pertanian, pada saya itu kurang tepat kerana data yang kami sediakan, *research* yang kami peruntukkan masa itu, adalah data saintifik yang mana tidak ada kita ubah-ubah data ke apa, tak ada. *We speak for the truth* lah.

Pada pendapat kami juga, kami sudah *finalize*-kan, mengatakan yang NUF ini *can be an alternative* untuk menggantikan baja *kieserite* tadi. *Kieserite* ini kita dapat daripada Jerman, kita boleh dapat daripada China, tetapi *the highest quality is from Jerman* sebab dia memang *pure* punya *refinery process*.

If we take kieserite from China itself, dia adalah *byproduct* kepada *refinery*. *So, it can be cheaper, okay? It can be cheaper* tetapi kualiti. *Since* kita masih lagi tak ada Akta Baja, *it is a problem for us* lah *because we don't know what coming from outside*. *We just dump everything on our land* lah.

So, at the moment, apa yang kita ada sekarang ini, NUF memang pada pihak UPM, pihak UKM dan juga MARDI, kita bersetuju dengan data-data tadi. Tidak ada *impact* kepada *environment*. *So*, pada saya, NUF ini sepatutnya boleh digunakan lah, terutama sekali sekiranya kalau kita hendak mengkomersialkan, *why not we take*, orang kata, *non-food crop first? Non-food crop*. Getah, tak ada siapa yang

makan getah. Kelapa sawit pun kita tak makan kelapa sawit. Cuma, mungkin 0.5 percent kita ambil sebab dalam sos, sos tomato kita apa, dia ada *ingredient* daripada minyak kelapa sawit, CPO (*crude palm oil*).

Kita juga boleh gunakan ini sebagai alternatif kepada *company-company* yang hendak keluaran baja ataupun *source of fertilizer, in terms of* pokok landskap. Kita tak makan pokok landskap. So, pada saya itu boleh digunakan lah. Kalau nak kita sembang *detail* pun boleh, tak ada masalah. *Publication* pun kita dah ada.

Cuma, stigma yang kita kata, NUF ini untuk ganti NPK itu kurang tepat. NPK perlu dan NUF ini adalah dia punya– dia adalah *amendment* lah. Kita tambah baik kepada tumbuhan dan juga tanah di Malaysia ini. Terima kasih, Tuan Pengerusi.

Tuan Pengerusi: Baik, terima kasih. Sila, sila.

Dato' Dr. Mohamad Zabawi bin Abdul Ghani: Kebetulan, Dr. Pubadi tadi ada mengatakan tentang Akta Baja. Sebenarnya, kalau kata kita hendak tunggu, kalau kita hendak gunakan atas nama baja, memang akan makan masa lah. Tetapi, kalau atas nama *soil conditioner*, dia tak perlukan– tersekat oleh akta.

Jadi, kita tak tahu sama ada Lynas ini, dia hendak kategorikan produk ini sebagai baja atau sebagai *conditioner*. Kalau sebagai baja, kita kena tunggu Akta Baja itu ada, baru boleh ini tetapi kalau sebagai *conditioner*, *I think is we can go* seterusnya. Itu saya punya ini. Terima kasih.

Tuan Pengerusi: Baik, terima kasih. Kita ada satu lagi, kan? Yang UKM punya. Boleh, sila.

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail [Pensyarah Kanan, Fakulti Sains dan Teknologi, Jabatan Fizik dan Sains Gunaan]: Assalamualaikum dan selamat petang. Terima kasih kepada Dato' Pengerusi Majlis. Pada petang ini, kumpulan kami dari UKM akan membentangkan berkenaan penyelidikan dan pengkomersialan WLP (*Water Leached Purification*) dan *Neutralization Underflow*.

Jadi, bersama saya hari ini adalah Dr. Wan Mohd Razi. Saya adalah dari segi *analysis radiological impact assessment* dan juga pengekstrakan *thorium*. Manakala Dr. Wan Razi adalah dari segi *environmental impact assessment*. Jadi, kedua-dua kami dan kumpulan kami akan menganalisis risiko penggunaan CondiSoil. Baik, *next slide*.

Jadi, kandungan pembentangan saya petang ini ada dua kajian yang kita akan bentangkan yang telah dilakukan oleh UKM. Pertama adalah lebih kepada CondiSoil. Saya akan jelaskan berkenaan CondiSoil. Kemudian, penyelidikan pengekstrakan *thorium* yang kita lakukan sejak daripada 2017 sampailah sehingga kini lah. Baik, seterusnya.

Okey, *next*. Baik. Kalau kita lihat, saya mungkin sebut sedikit. Kenapa kita nak guna CondiSoil? Kenapa nak guna WLP? Adakah ini adalah tindakan yang benar? Kenapa kita nak guna *low level residue* sebagai bahan dalam CondiSoil? Di peringkat IEA antarabangsa, salah satu kaedah *nuclear radioactive waste management*, sisa radioaktif adalah melalui kaedah konsep cair dan sebar, seperti yang saya *highlight*-kan di sinilah.

Cair dan sebar ataupun *dilute and dispersed*. Dia ada tiga konsep, *dilute and disperse, delay and decay*, kemudian *concentrate and contain*.

■1600

Dia adalah salah satu cara. So, kalau kita lihat daripada WLP itu, kandungan WLP kita ambil 10 peratus. Kita akan campurkan dengan 20 peratus NUF dan juga selebihnya adalah 70 percent adalah *organic filling, organic*. So, siapa yang buat campuran ini, ini adalah daripada Profesor Hanafi daripada UPM yang mencadangkan komposisi ini berdasarkan kesesuaian tanaman. Jadi pihak UKM akan menganalisis risiko dia. Jadi, ini kalau dapat lihat dari segi gambar ini dengan menggunakan konsep ini kita dapat menggunakan balik, mengurangkan *residue*. Ini adalah kaedah yang amalan antarabangsa yang dilakukan. Baik, seterusnya *next slide*.

Secara umumnya, data terlalu banyak. Saya cuba ringkaskanlah data yang ada untuk saya petang ini. Jadi kalau dapat dilihat gambar *bar chart* yang pertama WLP itu, kita dapat lihat *thorium* yang warna kelabu itu adalah melepasi garisan merah. Garisan merah itu adalah limit yang dibenarkan di negara ini di mana 1,000 Bq/kg ataupun 1,000 Bq/g nilai dia. Jadi bila kita campurkan dalamnya WLP itu dan menjadikan CondiSoil kita ambil 10 portions dia akan *reduced by* 10 kali ganda. So, sekarang bila kita campur dalam CondiSoil dia telah berada di bawah nilai lebih kurang saya tak ingat lah, dalam 500 macam itulah, dah rendah. *Which is* benda itu adalah dari bawah lepasan kita. Jadi kepekatan *thorium* dalam *residue* dalam WLP melebihi nilai 1,000 Bq/kg yang ditetapkan oleh Jabatan Tenaga Atom.

Manakala bila kita dah guna konsep cair dan sebar ini, kepekatan *thorium* dalam CondiSoil telah direndahkan kepada limit 1,000 Bq/kg. Itu purata bacaan sekitar 539. Ini yang puratalah daripada banyak sampel kita. jadi bila dia dah rendah ini, dia tak ada lagi isu sebagai *low level radioactive*. Okay, *next slide*.

Seperti saya kata tadi data ada banyak. Saya cuba *simplify* kan, tetapi mungkin saya boleh tunjuk sikitlah. Kita dalam kajian yang kita buat, kita telah uji ada beberapa jenis tumbuhan. Dalam pembentangan petang ini, saya cuma ambil tiga yang utama iaitu padi, jagung dan kenaf.

Yang pertama padi. Padi kita lakukan di tiga kawasan iaitu di Penaga Pulau Pinang, Merbok dan juga Alor Puduk. So, kalau dilihat ini adalah kawasan kajian kita dekat Penaga. Kita tengok yang atas sekali. Warna biru adalah pada kitaran satu musim pertama penanaman. Lepas itu kita *harvest* pada yang warna hitam itu adalah musim kedua penanaman.

Kalau kita lihat uranium yang atas itu uranium, yang bawah dia *thorium*. Jadi kalau kita tengok dua-dua lah. Kalau uranium itu, nilai sebelum kawalan itu maknanya sebelum kita letak CondiSoil. Apabila kita letak CondiSoil, kita ambil bacaan dia sekitar 108. Kemudian selepas kita letak CondiSoil, bacaan dia jadi kepada 109.6. *Within* orang kata tidak signifikan. Lebih kurang orang kata nilai latar belakang. Kemudian sama juga seperti *thorium*. Apabila kita—sebelum kita letak kita dapat sekitar 60. Lepas kita letak, kita dapat sekitar 63. Manakala pada musim kedua pun kita dapat sekitar 63. Kita ambil *background* dia. Kemudian selepas kita letak kita dapat 81. So, nilai-nilai ini adalah jauh lebih rendah daripada nilai 1,000 yang dibenarkan oleh Jabatan Tenaga Atom. Nilai dia limit dia 1,000 kita dapat sekitar 80. Ini kawasan pertama.

Kemudian dari segi *heavy metal* ataupun nilai elemen lain seperti arsenik, kadmium, dan led kromium dan seterusnya itu adalah semua lebih rendah daripada nilai yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar. So, ada dua kita bandingkan dekat sini iaitu limit yang dibenarkan oleh Jabatan Tenaga Atom bagi bahan radioaktif. Manakala bagi unsur had logam berat, kita bandingkan dengan had yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar. *Okay, next slide.*

So, ini kawasan kedua penanaman. Ini kawasan Merbok. Merbok pun sama. Kalau kita lihat tiada penambahan yang signifikan ataupun boleh kata nilainya sangat rendah dengan dua musim penanaman padi yang kita lakukan. Tiada—nak kata *accumulation* pun, kita tak boleh buat andaian itu sebab dalam tempoh dua musim kita buat penanaman. Tetapi kalau tengok, memang tiada *accumulation*-lah kita boleh kata. *Okay, next slide.*

Ini kawasan Alor Puduk. Alor Puduk pun sama. Kalau kita lihat bacaan *background* kalau tengok untuk uranium contohnya. Musim pertama kita ambil bacaan kawalan 91.8 tetapi lepas aplikasi kita dapat 85.8. Inilah saya kata *variation* yang kita dapat. So, nilai pertambahan itu tidak signifikan. Seterusnya *thorium* 69.4, 70.6, samalah. Tak signifikan. Pertambahan dia itu *within the fluctuation* itu, tetapi apa yang kita perlu *highlight* di sini nilai ini adalah jauh lebih rendah daripada nilai 1,000. Lain-lain unsur *heavy metal* juga lebih rendah daripada nilai had yang dibenarkan.

Seterusnya, ini saya *skip*. Ini samalah data yang saya *compile*-kan nak bandingkan dengan negara lain. *Okay, next slide*. Seterusnya adalah ini logam berat dalam padi. Fokus kepada dalam padi. Sama juga pada musim pertama dan musim kedua kita bandingkan. Kita boleh katakan bahawa tiada pertambahan atau *accumulation* yang signifikan, tak berlaku pun sebenarnya. Kita juga boleh katakan semua nilai-nilai adalah lebih rendah daripada nilai had yang dibenarkan oleh Jabatan Alam Sekitar ataupun Akta Makanan yang kita bandingkan untuk padi.

Seterusnya Merbok pun sama, lagi? Alor Puduk pun sama. Keadaan dia sama untuk logam berat. *Okay, next*. Ini seterusnya adalah data bagi untuk kawasan kajian kita di MARDI Cherating seperti yang dibentangkan oleh MARDI tadi. Kawasan yang kita buat adalah di kawasan MARDI Cherating. Kalau kita lihat kepekatan aktiviti uranium, *thorium* dan K-40. *Potassium 40*. Sama juga kalau kita letak musim satu, kawalan 16.9. Lepas itu musim dua, musim satu kita ada 15. So, dia pertambahan ataupun dia tak bertambah dia *within the fluctuation*, dia berlaku itu. Sama juga seperti logam berat.

Okey, seterusnya. Ini untuk bagi dalam jagung, dalam bijirin jagung. Kita pun ambil *measure* dalam bijirin jagung. Kita hendak tengok bijirin jagung dan kalau tengok kepekatan dia memang amat rendah. Jadi, sangat rendahlah. Tak sampai satu pun nilai dia, contohnya itu. Kalau untuk uranium dan *thorium* 1.1 dalam rendah. Memang amat rendahlah. Okey seterusnya. Kenaf pun dalam kes yang sama...

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Sekejap, logam berat. Sebab saya baca komentar daripada pihak tadi. Dia kata isunya logam berat tetapi tengok tak adapun. Berapa had limit yang dibenar logam berat dalam makanan?

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Sebentar lagi saya minta bantuan Dr. Razi sebab dia bahagian EIA, bahagian logam berat. Nanti dia mungkin boleh *explain* dari segi limit.

Baik seterusnya. Sama juga seperti kenaf kita buat untuk dua musim juga di Kenaf. Kita analisis daripada batang dan daun. Keadaan dia pun sama, tiada akumulasi ataupun pertambahan yang signifikan. Tak berlaku pertambahan dalam tanah.

Seterusnya. Ini rumusan yang dapat kita buat daripada semua kajian itu. Kalau kita lihat kepada rumusan dari segi kita tengok baris yang kedua untuk radio aktiviti uranium 238, *thorium* 232, radium 226, radium 228 dan juga K-40, kita bandingkan dengan nilai yang dicadangkan oleh antarabangsa UNSCEAR dan juga kajian-kajian terdahulu. Kita dapati nilai yang kita dapati adalah sama dengan kajian sebelumnya *within background level* atau nilai kajian lain.

Manakala dari segi untuk pencemaran air, permukaan air, kalau kita lihat tadi unsur sitotoksik dan juga unsur fitotoksik, dia juga mendapati garis panduan untuk minuman dan berada di bawah had yang dibenarkan. Pengambilan dari segi— orang kata *uptake* dari segi untuk tumbuhan untuk *heavy metal* juga kita dapati pengambilan adalah dalam keadaan normal dan di bawah had yang dibenarkan. So, kalau secara umumnya tiada pencemaran ke atas tanah dan tiada pengambilan yang dapat dicerap pada penanaman padi. Ini bagi padi.

Seterusnya, untuk penanaman jagung secara kita simpulkan juga. Kesemua ini sama dalam kategori semua berada di bawah nilai had yang dibenarkan. Bacaan untuk bahan unsur radioaktif juga adalah sama dengan kajian yang sebelumnya ataupun sekitar nilai latar belakang ataupun *background level*. Untuk seterusnya. Kenaf pun dalam keadaan yang sama. Ini yang kita buat kajian untuk tiga-tiga tanaman.

Okey, seterusnya. Okey sebelum saya masuk kepada pengekstrakan *thorium*. Itu untuk CondiSoil. Saya nak kongsi beberapa gambar tetapi saya tak masukkan dalam ini. Saya minta urus setia dapat kongsi gambar. Kita buat kajian ini sekitar daripada 2016 sehingga 2018. Sehingga kita diarahkan untuk menghentikan kajian. MOSTI pada tahun 2018 ada membentuk satu jawatankuasa khas dan ada laporan. Kalau ikut kita baca laporan itu pun dia kata tiada risiko. Laporan itu semua positif kalau kita baca laporan yang dilantik oleh MOSTI.

Tetapi pada tahun lepas, saya menganggotai satu jawatankuasa khas untuk menilai pengurusan *residue* ini. Kita pergi balik *revisit* kawasan MARDI Cherating, kawasan yang kita buat kajian skala besar ini selepas tiga tahun kita tinggal. Saya nak tunjuk gambar kalau boleh urus setia boleh tunjuk gambar.

■1610

Kawasan asalnya adalah kawasan tanah BRIS, tanah pasir. Tetapi selepas tiga tahun saya tidak *expect*— saya tunjuk, mungkin kita ada gambar. Kejap, gambar. Fasal dia hendak tunjuk gambar. Okey. Okey, kalau boleh lihat ini adalah bekas tempat kita buat kajian. Sebelum kita buat kajian, mungkin boleh tunjuk gambar lain. Ini kawasan kajian, *next* gambar, *next* gambar.

Okey, ini kawasan kajian. Kawasan yang kita pernah letak CondiSoil. Sebelum kita buat kajian— ini boleh *confirm* dengan pihak MARDI Cherating, kawasan ini tidak sebegini. Dia kawasan tanah BRIS, tanah yang tidak subur. Saya bukanlah pakar tanah. Jadi, saya kata tanah BRIS ini tanah pasirlah untuk saya, dia tidak boleh pegang nutrien, dia tidak boleh pegang air. Tapi selepas tiga tahun kita tinggal, kawasan ini memang jadi subur. Saya pergi kawasan ini disebabkan saya menganggotai jawatankuasa bersama dengan Jabatan Tenaga Atom yang dilantik

oleh MOSTI. Saya pergi dengan dua orang kakitangan Jabatan Tenaga Atom untuk kita pantau balik *radiation* kawasan itu, sekiranya ada. Memang tak ada lah, dia *background level*. Tetapi kita *suprised* kita tengok kawasan ini.

Ini gambar mungkin boleh *share* gambar-gambar lain, gambar-gambar lain. So, ini contoh gambar kawasan MARDI Cherating yang tempat *after* tiga tahun kita tinggal. Saya tak menjangkakan kawasan macam ini kita pergi balik dengan Jabatan Tenaga Atom masa itu untuk *measure* balik *radiation*. Sebab kita hendak pastikan orang kata aplikasi CondiSoil itu tidak menyebabkan pertambahan kepada *background radiation*. Ini kawasan dia sekarang. Sekarang saya tidak tahulah kawasan ini kalau dah ditolak bersih. Kena tanya pihak MARDI.

Mungkin boleh tunjuk gambar yang *last*, gambar yang saya berdiri itu. Saya hendak tunjuk tinggi rumput dia macam mana. Okey, tenggelam.

Tuan Pengerusi: Saya pergi Lynas pun bukan itu sahaja, orang pun besar-besar juga. *[Ketawa]*

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Sama macam saya kata saya bukanlah pakar nutrien dalam tanah tapi tujuan saya pergi itu adalah nak tengok kandungan radioaktif dia, hendak *measure, in situ remeasurement*. Tapi dia *equal to by the background level* tak ada isulah maksudnya. Tapi yang saya *suprised* adalah kawasan ini dah jadi subur selepas tiga tahun kita tinggal sebab tiga tahun kita diarahkan menghentikan kajian daripada 2018. Tahun lepaslah tahun ini, hujung tahun.

Okey, seterusnya saya sambung pembentangan saya. Okey, dalam masa yang sama pihak UKM juga sejak daripada tahun 2016, 2017 itu kita melakukan kajian pengurusan *residue*. Macam mana kita hendak menguruskan *thorium— a part of my research interest* adalah untuk mengekstrak *thorium*. So, saya akan— ada banyak kajian. So, daripada kajian-kajian yang kita lakukan ini, saya boleh katakan sepanjang daripada 2017 hingga sekarang kumpulan kami, kumpulan saya di UKM telah menerbitkan sekitar daripada lebih daripada 45 jurnal berimpak tinggi. Lebih 45 saya boleh tunjuk. Okey, *next slide*.

So, ini adalah ringkasan kalau saya tunjukkan kajian yang kita buat sebab ini ada kaitan dengan apa yang kita hendak tunjuk. So, kalau yang biru itu nampak kita mulakan kajian ini adalah berkenaan dengan *thorium extraction and economy analysis*. Pada masa ini, Malaysia pada tahun 2013 kita *embark* untuk *localize*-kan *few fabrication* untuk *thorium* daripada *monazite*. Kita nak *localize*-kan.

Tapi bila saya melakukan kajian ini kita lihat kepada potensi untuk dapat daripada WLP dan juga *lanthanide concentrate* (LC) daripada Lynas. Sebab *monazite* di Malaysia tak banyak. *Monazite* di Malaysia ada sekitar 10,000 tan sebab

kita dah tidak ada industri *tin-tailing* yang aktif. Jadi, longgokkan amang kita ada tapi begitulah, sebab tidak ada industri utama dia tin itu.

Kemudian daripada ekstrak *thorium* itu kita aplikasi *thorium* yang kita ekstrak itu dalam *renewable energy application* untuk kita *improved solar water system*— kita nak *generate hydrogen*. So, kita dah *improved generate* hidrogen. Daripada *thorium extraction* itu, kumpulan kami telah berjaya patenkan. Kita ada paten, pengekstrakan *thorium* itu. *Nuclear grade thorium*. Sehingga kemudian kita kepada *advanced reactor design and analysis*. Ini pun kita dah failkan dua paten.

Seterusnya yang bawah kemudian kita ada lakukan juga kumpulan kami buat *thorium remediation and radioactive waste management* ini, kita bangunkan sehinggakan kepada prototaip— kalau nampak gambar yang kuning yang ada label itu, kita bangunkan konsep *electrosorption*. Yang ini pun kita baru dapat sedikit dana daripada KPT untuk buat PLGS untuk buat *study* untuk buat prototaip. Kita bangunkan prototaip untuk *absorb thorium*, maksudnya *residue* yang dihasilkan daripada industri seperti Lynas ini kita boleh *absorb* secara terus. Ini ada kaedah yang lain.

Kemudian dalam masa yang sama kumpulan kami juga membuat kajian berkenaan dengan amang *radiological*— penilaian impak radiologi kilang amang di Perak. Kita buat kajian sehingga lapan buah kilang amang daripada tahun 2019 sehinggalah tamat awal tahun lepas. Hasil kajian kita itu telah digunakan untuk membatalkan Akta Perintah Pengecualian Kilang Amang Kecil (Akta 304) pada tahun lepas.

So, saya tidak masukkan *detail*. *Every part* dalam kajian kalau kita lihat dekat kuning itu ada yang *publication*. yang ini pun tidak *update*. Saya *update* sampai awal tahun hari itu. So, sekarang *that is why* saya tidak pertambahan dari segi itu. Yang merah-merah itu semua *ongoing research*. So, saya tidak masukkan data banyak, saya kata. Jadi, kalau ada orang kata *request* ataupun permintaan nak tahu lebih lanjut, saya *willing to share* tidak ada masalah.

Seterusnya, dan seperti yang saya kata tadi melalui ekstrak *thorium* yang kita buat itu kita pihak UKM juga telah berkomunikasi dengan satu syarikat Raed. Pihak Inovasi UKM telah bersetuju untuk melesenkan tiga produk yang dibuat daripada kajian kumpulan kami untuk dikomersialkan oleh pihak Raed. Kalau lihat di situ ada tiga kaedah situ *modified zeolite*, kaedah elektro, serapan elektro, *flow through electrosorption system*, dan juga *thorium extraction* yang kita buat. Yang satu itu saya letak *certificate of pattern*. Kita paten untuk dapatkan *thorium tetrafluoride*, so *nuclear grade thorium*. Kita hasilkan ThO_2 , *thorium oxide* pada *purity 98.6 around that*

nuclear grade. Kemudian yang ini kita pun hasilkan dalam 98.7 lebih kurang dalam nilai itu *which is that nuclear grade* yang kita hasilkan.

So, dari segi pengkomersialan secara umumnya yang saya boleh simpulkan kita boleh simpulkan pertama, penggunaan CondiSoil. Ia dapat membantu masalah tanah tidak subur. Kalau kita pergi di negeri Pantai Timur terutamanya banyak tanah BRIS. Saya— berapa Dr. Razi tanah BRIS?

Dr. Wan Mohd Razi Idris: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Lebih 200,000.

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Lebih daripada 200,000 hektar kalau ikut dia. Saya tidak ada nilai itu tapi kalau ikutkan Dr. Razi lebih 200,000 hektar tanah BRIS. So, kalau kita boleh gunakan CondiSoil ini ia dapat membantu ramai penduduk di sebelah sana.

Tuan Pengerusi: Macam di Setiu tanah pasir.

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Betul, Setiu kita buat. Setiu kita buat kenaf. Merang, Setiu kita buat kenaf.

Tuan Pengerusi: Sebab sana ada yang satu tanam kelapa sawit tengah pasir itu. Saya tengok tidak berbuah pun ada. *[Ketawa]*

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Kalau saya, kita dapat...

Tuan Pengerusi: Yang di cerita saya dengar tauke dia kata dia pergi ke negara Arab, pergi ke Mekah sana dia tengok pokok kurma ini macam pokok itu. Dia tengok elok sahaja tengah pasir. *[Ketawa]* Tapi tidak tahulah.

Dr. Noraisah binti Spahat [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik)]: Ini untuk yang sebab pengumuman daripada Menteri MOSTI dia bagi dua tahun sebab saya difahamkan *thorium* punya *extraction* ini dalam peringkat *lab* kemudian baru dekat *field* and then baru *commercialization*. So, yang dipatenkan ini saya percaya masih peringkat *lab* lagi. Macam mana dia punya, adakah mencukupi untuk tempoh itu?

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Okey, terima kasih Dr. Saya salah seorang yang terlibat dalam kajian itulah. So, dalam kajian itu yang pihak yang terlibat sekarang adalah yang antara yang terlibat UKM dan Agensi Nuklear Malaysia. So, kalau dari segi *technology readiness level*, kita UKM dah sampai kepada TRL 5 *which is* kepada prototaip. *The next* adalah *pilot* kemudian *commercialization*.

So, kita bukan tidak mahu buat kepada *pilot*, kita tak ada duit. *Honest* saya kata sebab bila kita hendak *come out* kepada *pilot*, kita perlukan dana yang besar untuk *pilot*-kan benda itu. Sampai prototaip, kita dapat geran prototaip dia paling baik. Jadi, dengan kajian yang baru ini kita akan buat sampai kepada TRL 5 tapi Agensi Nuklear

sebelumnya saya sebut tadi kita buat fasal *localize*-kan *thorium fuel* daripada 2013. Agensi Nuklear dia ada satu *pilot* untuk *extract rare earth* dan juga *thorium* yang dibuat sebelumnya. Tapi sekarang tidak boleh berfungsi, perlu ditambah baik.

Dr. Noraisah binti Spahat: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Tapi dengan apa yang kita buat dalam tempoh dua tahun, kita yakin kita boleh bekerjasama dengan Agensi Nuklear untuk memberi maklumat supaya mereka boleh mengoperasikan sampai kepada *pilot* dalam tempoh dua tahun, yang itu kita bincangkan.

■1620

Maksudnya dalam tempoh dua tahun itu bila kepada *pilot* termasuk semualah kita akan buat *economic analysis*, *live-second analysis* dan semuanya. Pengkomersialan adalah tanggungjawab— maksudnya perlu di-*take over* oleh pihak Lynas lah, industri.

Tetapi, kalau dilihat macam saya kata ini untuk— dah ada industri *waiting* sudi, nak guna, dah ada. Bukan Lynas sahajalah. Dah ada industri lain.

Beberapa Ahli: *[Berbincang sesama ahli tanpa menggunakan pembesar suara]*

Dato' Ngeh Koo Ham: Stok simpanan di negeri Perak dari— baki dari Bukit Merah, *Asian Rare Earth* dulu. Boleh kita keluarkan untuk dijualkah?

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Okey, malangnya apa yang disimpan di Bukit Merah adalah dalam bentuk dia dah campur dengan konkrit. Boleh kita ekstrak balik tetapi kos ia mungkin tinggi.

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Boleh, sebab saya itu kata boleh tetapi mungkin peringkat ini perlu kita buat *economy analysis*. Kita ekstrak dan kita buat *economy analysis*. Apa yang ada di Lynas itu dalam bentuk yang kita boleh *direct* guna, yang ini kita ada pengasingan.

Saya pernah pergi mukim— depositori ia berada di Mukim Belanja, Perak. Saya pernah pergi tempat dia, pernah tengok, pernah *discussed* dengan dia punya RPO. Saya juga ada *interest* nak ekstrak, nak cuba, nak tengok.

Dato' Ngeh Koo Ham: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Sebab *concentration* ia *10 times higher at least— thorium*. *That's why* kalau kita pergi di Mukim Belanja itu, mereka simpan sekitar lebih 10 meter dalam tanah— saya tak ingat 15 meter, berapa meter. Kemudian mereka simpan dalam bentuk tong. Mereka konkritkan tong itu simpan. Kemudian mereka *to attenuate radiation*, untuk merendahkan *radiation* mereka letak batu lagi.

Jadi macam kuburlah. Kubur dalam batu itu. *That* cara pengurusan *residue* itu. Maksudnya ia tinggi. kalau Lynas ini, kalau kita pergi WLP, kita ambil *survey meter* itu tak ada apa pun. *In fact*, kilang amang di Perak jauh lebih tinggi. Kalau saya boleh bagi nombor, *scale* nombor. Kalau WLP di Lynas bacaannya sekitar empat hingga lima. Unitnya dalam *micro sieverts per hour*. Tapi di kilang amang nilainya boleh mencecah 270 *micro sieverts per hour*.

Dr. Noraisah binti Spahat: Cara penyimpanannya memang—

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Di Lynas memang mereka ikut IEA.

Dr. Noraisah binti Spahat: Di amang Perak?

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Oh, tidak. Mereka memang *open*. Kita ada hantar beberapa laporan kepada pihak MOSTI sendiri tetapi saya— ada slaid kalau nak tengok hasil kajian amang. Saya ada— yang kita bentang kepada Jabatan Tenaga Atom dan juga MOSTI lah sebelum ini ada. Saya ada buat tetapi...

Tuan Pengerusi: Berbanding dengan Perak dari segi Lynas ini tak— sangat rendahlah.

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Oh, kalau banding itu memang sangat rendah. Apa yang ada di Perak kilang amang jauh lebih tinggi.

Dato' Ngeh Koo Ham: Jadi, kalau kita melombong dari tanah di mana dulu *Asian Rare Earth* melombong itu. Kalau kita tak ambil yang telah disimpan. Tanah-tanah di situ mesti ada *thorium* yang tinggi. Jadi, bolehkah ia jadi satu industri yang kita boleh pelopori? Maksudnya dulu *Asian Rare Earth* dari Jepun ia datang. Kemudian kerana radioaktif tinggi, ia terpaksa ditutup selepas bantahan. Jadi, kalau di tempat kawasan yang sama mesti ada *thorium* yang sama tinggi nilainya. Adakah ia satu ada cadangan ia boleh diusahakan?

Sebelum itu, lagi satu soalanlah tambahan tentang komposisi CondiSoil tadi dikatakan cadangan yang dibuat ialah 20 *percent* sisa NUF, 10 *percent* WLP dan yang baki 70 *percent organic*. Kita tahu susah untuk dapat organiklah. Kalau sepenuhnya organik ini barangannya boleh reput. Jadi, kalau kita gunakan tanah yang ada biasa kita campur, boleh guna tak? Kalau hanya organik ini kita susah untuk mendapat jumlah yang begitu tinggi untuk dicampur sebelum jadi CondiSoil-lah.

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Untuk dari segi campuran itu. Saya tiada jawapan saintifik sebab saya bukanlah pakar dalam bidang itu. Cuma saya boleh katakan dalam kita campurkan organik yang saya sebut— contohnya kita pakai POME juga daripada waste-lah.

So, kita sebenarnya mewujudkan satu *circular* (kitaran) balik penggunaan *waste* kepada *waste to wealth*. Kita ambil POME, kita ambil NUF *residue*, kita ambil

WLP juga *residue*. Hasilkan *another product*. Dari segi komposisi boleh atau tidak ganti kepada contoh ganti *soil*, saya kata itu bergantung pada nutriennya, saya tak ada jawapan itu.

Tuan Chow Yu Hui: Boleh saya tanya?

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Satu, saya jawab soalan satu lagi. Maaf.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Thorium*.

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: *Thorium*. Saya tak pernah ada akses ke kawasan tersebut tetapi kalau dia dah letak 10 kali ganda itu, saya yakin kawasan itu tinggi tetapi kalau dapat kumpulan saya pergi kawasan itu ambil sampel, *then, I can do*. Saya akan buat. Kita akan buat.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Bukan hasil daripada proses tak? Memang...

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Ia *Asian Rare Earth*. Okey. Untuk *rare earth* biasanya tinggi daripada *mineral monazite*. So, saya ambil contoh di amang di Perak. Amang adalah campuran mineral. Dalam amang ini, amang ini kotorlah, bahan kotor. Dalam amang ini ada *monazite*, ada *ilmenite*, *zircon*, macam-macam.

So, *purity*-nya bergantung ada rendah, ada tinggi. So, kita untuk *Asian Rare Earth* di ekstrak dari *monazite*. So, kalau *monazite*, *monazite* ia ada *rare earth* dan juga *thorium*. Uranium ia wujud bersama sebatian fosfat *PO4*.

So, bila proses ini ia melakukan— apa yang sama dilakukan oleh Lynas *cracking and leaching*. Dia *crack* dan dia *leach* guna kaedah biasa sulfat asid untuk bagi ia *mobile*-kan. Mereka syarikat-syarikat nadir bumi ini dia *interest* dia adalah kepada *rare earth*-lah. Dia akan ambil *rare earth* dan dia akan hasilkan *residue*, *thorium residue* ataupun *concentrate residue with thorium*.

So, *that's why* saya kata ia melalui proses tetapi sumber ia lombong asalnya *Asian Rare Earth* itu di Bukit Merah itu, daripada kawasan itu ia sepatutnya mungkin kawasan itu ada kandungannya tetapi saya tak ada jawapan saintifik sekarang.

Tuan Chow Yu Hui: Boleh saya tanya dalam seluruh proses nak dikeluarkan itu sisa-sisa dari Lynas dan jadikan CondiSoil jadikan baja. Adakah semua proses ini boleh dijamin adalah selamat daripada radioaktif?

Soalan yang kedua adalah kerana kami sekarang tahu dalam Lynas yang sisa-sisa radioaktif ada sebanyak— sudah mencecah satu juta tan metrik...

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: 1.2 juta tan

Tuan Chow Yu Hui: Satu poin?

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: 1.2 juta.

Tuan Chow Yu Hui: Dua juta tan metrik. Skala yang sebegitu besar ini kami macam mana nak lepaskan *restriction* untuk bagi mereka jadikan CondiSoil dan ambil keluar untuk jadikan baja kepada tanaman-tanaman itu? Sekian, terima kasih.

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Untuk kata ia selamat atau tak, saya buat perbandingan tak ada orang mati dekat Perak akibat kilang amang tadi yang jauh lebih tinggi. So, dari segi sekadar perbandingan apa yang ada kandungan radioaktif dalam WLP itu rendahlah berbanding amang. Amang ini tak dikawal, dikecualikan daripada Akta Pelesenan Tenaga Atom sehinggalah tahun lepas. So, kilang amang jarak rumah orang biasanya kurang 10 meter, *less than* 10 meter, kurang 10 meter.

So, dari segi selamat atau tidak proses itu ia dikawal selia oleh Jabatan Tenaga Atom. Tadi saya tambah jawapan daripada MARDI, siapa yang bancuh, siapa buat keluar itu? Kenapa Lynas kena buat benda itu, sebab ia melibatkan bahan radioaktif. CondiSoil nak bawa ke tempat kejadian, ke tempat kawasan kajian perlulah mendapat kebenaran daripada Jabatan Alam Sekitar dan Jabatan Tenaga Atom. Dia kena tahu berapa keluar, berapa tan yang dia keluarkan?

So, *that process* selamat atau tidak kalau saya buat perbandingan dengan amang tadi, ia tak ada apalah. Saya rasa amat risiko— saya tak boleh kata ia selamat sebab dalam *risk analysis* kita tak ada istilah selamat atau tidak selamat. Kita ada istilah risiko tinggi atau risiko rendah. Saya boleh katakan bahawa risiko berada di paras yang rendah. Manakala kalau amang tadi, risiko tinggi.

Tetapi, risiko tinggi ini yang kita kecualikan lesen daripada tahun 1993 sehinggalah tahun lepas. Kita lesenkan balik, kilang yang tinggi ini. Tetapi kilang yang rendah ini kita memang *stringent the license* yang kita kawal sekarang. Itu yang saya mungkin boleh jawab dari segi itu atau menjawab tak?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Bermakna amang sekarang ini dah diletakkan di bawah akta bawah tenaga atom-lah sekarang?

Dr. Noraisah binti Spahat: *[Berucap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Memang amang *roughly, ranging* ia lebih daripada satu sehingga 30, 40 *Bq per gram* ataupun 40,000 *lah*, jauh lebih tinggi amang ini. Amang memang tinggi. Tinggi.

■1630

Tuan Chow Yu Hui: So, kalau kami sudah buktikan, ya. Okey, untuk CondiSoil untuk tanaman, macam mana kami hendak lepaskan *restriction* untuk Lynas kepada sisa-sisa ini?

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Okey. Bila kita campurkan WLP dengan NUF dan juga *organic filler* tadi, dia nilai sudah rendah daripada 1,000. Dia bukan

lagi kategori bahan radioaktif, sisa bahan radioaktif aras rendah. Bukan lagi. Dia adalah bahan biasa. NUF mungkin masih lagi di-consider sebagai *scheduled waste*. Mungkin masih lagi tapi WLP itu *is no longer radioactive residue*. Dia bawah pada limit.

Ini adalah konsep yang diguna pakai di negara-negara lain. Konsep pengurusan sisa radioaktif, *dilute and disperse*. Ini konsep dia.

Tuan Pengerusi: Baik. Ada soalan lain lagi?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Saya rasa, tak ada apa yang— kita dah menjawab banyak perkara yang kita, jawatankuasa khas lah untuk dapat maklum balas.

Tuan Pengerusi: Ada wakil daripada Lynas kan tadi? Siapa wakil dia?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Tak ada, tak ada. Lynas tak ada.

Tuan Pengerusi: Okey, okey. Kalau tak, saya nak....

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Kalau ada, mesti dia bangun sokong.
[Ketawa]

Tuan Pengerusi: Kalau tak, saya nak tanya. *You punya land commercial you*, apa dia? *You* nak buat macam mana?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma, itulah. Isunya, kami— campuran itu kena buat dalam kilang Lynas sebelum keluar daripada kilang. Barulah, dia boleh...

Prof. Madya Dr. Aznan Fazli Ismail: Berkenaan dengan campuran, kalau boleh saya sebut. Kalau lihat dalam dokumen Laporan Jawatankuasa Khas 2018— soalan kami, mereka yang temu ramah kami lah. *Interview* kami dan laporan itu menyatakan bahawa, penyelidik meminta supaya kajian diteruskan pada masa itu. Kita buat dua musim, ada sesetengah itu ada tiga musim.

Kita sebagai penyelidik, kita tidak boleh buat untuk dua musim. Kita dapat bacaan A, bacaan B. Kita tak *satisfied*. Kita nak tengok, *at least few trend* dia macam mana. *That first* kita minta. Kedua, apa tadi, *Subhanallah*, hilang. Saya tak ingat, minta maaf. Saya— hilang. *Astaghfirullah*.

Tuan Pengerusi: Tak, saya rasa memang sudah hilang. Okey, okey. Saya ucap terima kasih kepada semua, kalau tak ada soalan ini. Saya ucap terima kasih kepada semua yang hadir dan apa ini, pembentangan dan soal jawab yang telah diberikan tadi. Saya rasa tak ada soalan lain. Saya rasa kita boleh tutup dekat sinilah. Terima kasih. *Assalamualaikum. It's good, very good.*

[Mesyuarat ditangguhkan pada jam 4.39 petang]



MALAYSIA

DEWAN RAKYAT

LAPORAN PROSIDING

JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN

MESYUARAT MEMBINCANGKAN PERMIT
YANG DIKELUARKAN KEPADA LYNAS
MALAYSIA DAN ISU-ISU BERBANGKIT

BIL. 7

RABU, 29 NOVEMBER 2023

PENGGAL KEDUA, PARLIMEN KELIMA BELAS

**MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS
ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN**

**BILIK JAWATANKUASA 2, BLOK UTAMA
BANGUNAN PARLIMEN, PARLIMEN MALAYSIA**

RABU, 29 NOVEMBER 2023

AHLI-AHLI JAWATANKUASA

Hadir

YB. Datuk Haji Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim

- *Pengerusi*

YB. Dato' Ngeh Koo Ham [Beruas]

YB. Puan Rodiyah binti Sapiee [Batang Sadong]

YB. Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien [Julau]

YB. Tuan Kesavan a/l Subramaniam [Sungai Siput]

YB. Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man [Kubang Kerian]

YB. Dato' Azman bin Nasrudin [Padang Serai]

Tidak Hadir [*Dengan Maaf*]

YB. Puan Vivian Wong Shir Yee [Sandakan]

YB. Tuan Chow Yu Hui [Raub]

URUS SETIA

Encik Mohd Sukri bin Busro [Ketua Penolong Setiausaha, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Puan Siti Mastura binti Oyop [Pegawai Penyelidik, Seksyen Sains, Teknologi dan Pembangunan (Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan), Parlimen Malaysia]

Puan Khairil Liza binti Mohd Salleh [Pegawai Penyelidik, Seksyen Ekonomi dan Perdagangan (Bahagian Penyelidikan dan Perpustakaan), Parlimen Malaysia]

Dr. Siti 'Ai'syah binti Che Osmi [Pegawai Penyelidik Sosial, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Encik Mohamad Faizal bin Lan [Pegawai Penyelidik Sosial, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

Encik Muhammad Zuhair bin Mohd Zubir [Pegawai Penyelidik Sosial, Seksyen Jawatankuasa Pilihan Khas (Bahagian Pengurusan Dewan Rakyat), Parlimen Malaysia]

HADIR BERSAMA

Ex Officio

YBrs. Dr. Noraisah binti Spahat [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa), Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi]

YBrs. Tuan Mohd Faizal bin Harun [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa), Kementerian Sumber Asli, Alam Sekitar dan Perubahan Iklim]

Encik Ne'ryez Singh Randhawa [Penolong Setiausaha, Unit Penyelarasan dan Statistik (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa), Kementerian Perlindungan dan Komoditi]

Kementerian Perdagangan Dalam Negeri dan Kos Sara Hidup

YB. Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh [Timbalan Menteri]

Jabatan Tenaga Atom

YBrs. Ts. Dr. Mohamad Annuar Assadat Husain [Ketua Penolong Pengarah]

LAPORAN PROSIDING

MESYUARAT JAWATANKUASA PILIHAN KHAS ALAM SEKITAR, SAINS DAN PERLADANGAN

BILIK JAWATANKUASA 2, BLOK UTAMA BANGUNAN PARLIMEN, PARLIMEN MALAYSIA

RABU, 29 NOVEMBER 2023

Mesyyuarat dimulakan pada pukul 2.59 petang

*[Yang Berhormat Datuk Haji Ahmad Amzad bin Mohamed @ Hashim
mempengerusikan Mesyyuarat]*

Tuan Pengerusi: *Bismillahi Rahmani Rahim. Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh. Salam sejahtera. Untuk yang Islam, kita mulakan dengan al-Fatihah. [Membaca Surah al-Fatihah].* Ahli-ahli Yang Berhormat, terlebih dahulu saya mengucapkan terima kasih kepada ahli-ahli Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perlindungan, wakil-wakil tetap ex officio yang hadir pada hari ini. Saya rasa dalam senarai ada semua ada nama, saya tak payah ulang. Setiap kali mesyyuarat biasa saya akan ulang, sebut satu-satu. Saya rasa panjang. Okey. *[Ketawa]*

Saya ingin mengalu-alukan kehadiran Yang Berhormat Senator Puan Hajah Fuziah binti Salleh, Timbalan Menteri Kementerian Perdagangan Dalam Negeri dan Kos Sara Hidup, mantan Ahli Parlimen Kuantan yang banyak membangkitkan soalan-soalan berkaitan dengan Lynas sebelum ini. Terima kasih datang. Jadi, untuk perbincangan pada hari ini dalam rangka untuk kita melengkapkan penyata jawatankuasa berhubung dengan isu pengurusan sisa Lynas Malaysia.

Jadi, Ahli-ahli Yang Berhormat, kalau ikut kepada agenda kita, selepas daripada ini kita akan ada – saya dahulukan apa ini – perbincangan dengan Senator Puan Hajah Fuziah terlebih dahulu walaupun dalam agenda ini kemudian. Jadi, kita selesaikan yang ini dulu. Kemudian, barulah kita berbincang perkara-perkara lain berhubung dengan penyata-penyata yang kita akan sediakan dan juga agenda berkaitan dengan lawatan ya.

Jadi, saya dengan segala hormatnya – sebelum daripada itu, perbincangan hari ini adalah berkenaan dengan permit yang telah dikeluarkan oleh Lynas Malaysia dan juga isu-isu yang berbangkit yang mana kita buka kepada terlebih dahulu. Mungkin YB Fuziah dulu mungkin boleh memberikan apa yang ingin dibangkitkan. Kemudian, saya ingin mengingatkan ahli-ahli mesyyuarat bahawa mesyyuarat ini

tertakluk kepada Peraturan Mesyuarat 85, Peraturan Majlis Mesyuarat Dewan Rakyat dan Akta Majlis Parlimen (Keistimewaan dan Kuasa) 1952 [Akta 347], di mana sebarang kenyataan atau dokumen yang dibentangkan di hadapan jawatankuasa ini tidak boleh disiarkan sehingga jawatankuasa membentangkan penyata di Dewan Rakyat.

Saya dengan segala hormatnya mempersilakan Yang Berhormat Senator Puan Hajah Fuziah untuk membentangkan. Terima kasih.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh [Timbalan Menteri Perdagangan Dalam Negeri dan Kos Sara Hidup]: *Bismillahi Rahmani Rahim. Assalamualaikum warahmatullahi ta'ala wabarakatuh.* Salam Malaysia MADANI. Terima kasih kepada Yang Berhormat Datuk Haji Ahmad Amzad selaku Pengerusi Jawatankuasa Pilihan Khas Alam Sekitar, Sains dan Perladangan berserta dengan semua ahli jawatankuasa. Izinkan saya memberi sedikit penyampaian berkenaan dengan Lynas ini dan saya harap ianya dapat memberi perspektif yang berbeza sedikit daripada mungkin apa input-input yang ahli jawatankuasa dah ada. Berapa minit saya ada masa?

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Tak apa, boleh.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya, okey. *[Ketawa]*

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Jangan satu hari, satu malam pula.

[Ketawa]

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Terima kasih kepada ahli-ahli jawatankuasa. Saya nak imbau kembali pada slaid yang seterusnya berkenaan dengan Lynas. Lynas ini kalau kita ingat – slaid yang sebelum tadi, sebelumnya. Okey, sepintas lalulah ya. Lynas mula datang ke Malaysia pada tahun 2007 sebenarnya. Dia – Lynas sebenarnya sudah ada lesen untuk beroperasi di Australia tetapi mereka tidak – memilih untuk tidak beroperasi di Australia. Mereka mencari negara lain untuk beroperasi.

Jadi, mereka mula membawa Lynas kilang ini nak buka kilang ini di Terengganu pada tahun 2007. Pada ketika itu, Sahabat Alam menasihati Kerajaan Negeri Terengganu dan Kerajaan Negeri Terengganu sebenarnya tak buat keputusan berkenaan dengan *proposal* daripada Lynas. Seinggalah pada tahun 2008, Lynas dijemput untuk datang ke Pahang ya. Lynas diberi izin untuk beroperasi di Pahang.

Jadi, saya menjadi Ahli Parlimen pada 8 Mac 2008, ya. Pada ketika itu, seawal – Yang Berhormat Datuk *[Mengangguk kepala]* – seawal bulan Ogos, seawal

bulan Ogos 2008, saya sudah mula didekati oleh ahli-ahli warga Gebeng ya. Warga Gebeng yang agak *concerned* berkenaan dengan kehadiran – *the prospect of Lynas* datang ke Gebeng. Itu pada Ogos 2008. Saya terima banyaklah macam memorandum daripada mereka. Pada ketika itu, saya baru jadi Ahli Parlimen. Saya tidak tahu apa itu *rare earth*. Jadi, saya buat sedikit kajian dan *the only reference* yang kita ada ketika itu hanyalah Bukit Merah, ya. *At that time, ya. At that time.*

Kemudian pada bulan Oktober, seingat saya seawal Oktober 2008, saya mula menyuarakan berkenaan dengan *rare earth* ini. Apa yang *concern* saya ialah 100 peratus daripada *ore* itu, *rare earth oxide* itu dibawa daripada Australia. Mereka ada lesen tetapi mereka tidak beroperasi di Australia. Mereka memilih untuk beroperasi di Gebeng, Kuantan. Kemudian, mereka mengeksport 100 peratus daripada bahan yang dah siap, *the rare earth element. The rare earth oxide is imported 100 percent and 100 percent of the rare earth element is exported outside Malaysia.* Mereka tidak membayar. Mereka menerima *strategic pioneer status* dan tidak membayar cukai selama 12 tahun. Mereka juga hanya menawarkan 1,000 lebih kurangnya jawatan. *So, what do we get?* Apa yang kita terima, kita terima dia punya *waste-lah, radioactive waste* ya. Itu *concern* dia.

Jadi, slaid yang seterusnya. Slaid yang seterusnya, Lynas kalau kita dengar Lynas punya *narrative is always about radiation.* Kalau kita dengar *public statements about Lynas is always about radiation. Lynas has always been silent about radioactive waste management,* ya. Isu *contention* saya ialah *the waste management* bukan *the radiation.* Saya faham bahawa *the radiation is low level. It is not gamma, it is not the same as Hiroshima, ya. It is not the same because high level* dengan *low level* tak sama tetapi *it is long-life, ya. It is a very, very long life* di mana *half-life of the water leach purification solid waste* daripada Lynas – kilang Lynas ini ialah jangka hayat separuh jangka hayatnya ialah 14 bilion tahun. *14 billion years, which Lynas don't tell you. They will tell you the hi-tech plants when you go and visit them. They never tell you about this.*

Dalam WLP ini terkandung uranium dan thorium di mana thorium ini *is a known carcinogen,* Yang Berhormat Pengerusi. Maksudnya dia boleh menyebabkan kanser. Jadi, ini *concern. This is the concern. It's not so much on the radiation as they say is low level, low level.* Dia kata dalam pasir ada *radiation.* Dia kata pencawang ada *radiation, you know. This is all their narrative* tetapi *concern* saya ialah *the waste management. Okay.*

Kemudian, *as at now,* kita sudah sampai kepada *1.2 million metric tonne radioactive waste generated. Location-nya di mana? It is in the temporary storage the RSF ya, residue storage facility, located on-site, ya. This is where it is located.*

Saya akan tunjukkan gambar. Boleh tengok slaid yang seterusnya. Ini adalah gambar-gambar di kilang Lynas yang diambil oleh – daripada udara. Ini juga saya rasa ahli-ahli jawatankuasa tak tengok gambar-gambar ini.

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ada tengok tak?

Seorang Ahli: ... *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Tapi kita tak tengok dari...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Atas.

Seorang Ahli: *Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Jadi, ini gambar yang ada terkinikah? [

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya. Dia ada gambar, ada *date-date* dia. Saya boleh bagi *the whole stack of slides* ya. *The whole* – dia punya *progress*. Saya pun dah *lost*, *lost track* dah yang mana *latest*, yang mana bulan Julai, yang mana bulan Ogos ya. Boleh teruskan.

Ini keseluruhan kawasan itulah. Ya, *it is all on open*, di tempat terbuka. RSF itu *is open*. Maksudnya cara mereka menyimpan waste ini *is residue storage facility* itu yang *temporary* yang mereka padatkan dan mereka kata pastikan bahawa ianya tidak terbang. *Dust* ya, *the dust* ya. Tetapi oleh kerana ianya – *there is no, there is no* apa orang kata, *no way to measure*-lah ya. Bagaimana sama ada dia ada terbang atau tidak ya sebab *the* – dia ada beberapa faktor yang kita risau berkenaan dengan waste ini kerana dia punya *dust*, dia punya *contamination to the ground water* dan sebagainya.

Dato' Ngeh Koo Ham [Beruas]: *Can I check? Is the waste the one with the brown – brownish thing?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya pun – dan yang kosong ini, yang besar kosong bawah ini *is the site for PDF* saya rasa.

Dato' Ngeh Koo Ham: Yang atas sana?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya rasa – saya rasa yang *kat* sana itu. Yang *brown* itu. Yang *that could be the waste*. *Let me get you the actual* – nanti ya. Saya ada *the whole stack* yang ni saya tidak sempat nak tengok *but that's the picture*.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Because* tadi punya picture looks like coincides with the other one.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Yang ini, yang ini. Yang belah kiri bawah ini. *That's the RSF*.

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Yang ada *layer-layer* ini. *That is the RSF*, ya. So, terus lagi. Okey, saya punya *concern with regards to the dust is the internal emitters versus the external emitters*.

■1510

Yang ini saya – pakar-pakar *public health*, pakar-pakar kesihatan awam, saya boleh *refer* nama pakar-pakar kesihatan awam ini sekiranya perlu, jawatankuasa perlu hendak panggil dia orang sebab mereka memang ada *inputs* berkenaan *this internal emitters versus external emitters*. *External emitters* ini dia *radiation* luar, *internal emitters* ialah radiasi dalaman di mana apabila kita menghidu debu daripada *waste* tadi, dia boleh melekat ke dalam paru-paru kita. Ini yang kita panggil *internal emitters*.

Okey, dia macam ini ya; ibarat puntung rokok apabila kita dekat luar dengan badan kita, kita tidak akan terasa panasnya sebab ia puntung rokok. Tetapi apabila ia kena dekat tangan kita, kita akan rasa panasnya. Begitulah ibarat ini – ibarat ya. Kalau *the internal emitters* itu *dust* itu melekat kepada paru-paru kita ia boleh menyebabkan kanser *because it contains that thorium* itu. Jadi, ini *concern* dari segi kesihatan, *public health* ya. Ini *one concern, internal emitters versus the external emitters*.

Saya ada berjumpa dengan seorang pakar respiratori. Dia doktor pakar di Hospital Ampang. Dia baru berpindah ke Hospital KPJ Kuantan. Dia beritahu kepada saya dia kata kenapa *cases of cancer in Kuantan, lung cancer, is very high*? Saya kata *you* di Ampang – dia kata, “*Saya di Ampang, the data is not as alarming as in Kuantan.*” *This is what he said to me*. Boleh juga, boleh panggil. Saya boleh *refer all these people ya so that kita need to know – I think* untuk *sustainability*, kita perlu buat keputusan yang tidak membebankan generasi masa hadapan.

Saya khuatir dan saya risau kalau beberapa tahun ke hadapan, berpuluh tahun ke hadapan zaman anak cucu kita, mungkin kita tidak boleh *relate directly* tetapi bila saya dengar *report* daripada beliau, saya khuatir sebab *internal emitters* ini *it goes as far as the wind blow. The dust goes as far as the wind blows. It gets inhaled, it gets inhaled into your lungs because it has been lying there*.

Of course, kalau kita kira radiasi sebab pekerja Lynas dia kena pakai *tag radiation* itu, *the radiation is low*. Kita semua tahu *radiation is low*. Kalau kita ambil ikut *tag* radiasi itu *it is low*. Tetapi *this is the worrying part about the waste. Not just the radiation and the total radiation yang exposure. As – macam mereka measure itu is the exposure*. Seterusnya.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien [Julau]: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Pengerusi, boleh kita tanya soalan lepas...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Okay, you can. As we go along.*

Tuan Pengerusi: Saya rasa senang terus tanya saja.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Boleh saya tanya satu soalan. Jadi, bila Menteri ada kata *internal – what's it you call it? Internal...*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Internal emitters.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Emitters ya. So, daripada udara, from the air, carried by the air-lah. What about from water?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Yes. Okay.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Ya, so is there – because when you say that dari Kuantan ada lebih ramai orang dapat kanser kalau banding dengan tempat-tempat lain. Tetapi how far does this dust carry? Does it dari satu kilometer radius, dua kilometer, kilometer. Ataupun if you – you said as far as the wind blows?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *As far as the wind blows. That's what experts-lah beritahu. Saya...*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Ya, tetapi itu tidak ada *measurement-lah?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *There is no measurement.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Tak ada *measurement.*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *You cannot measure sebabnya it is the dust, kan?*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Okey.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *It is the dust from the – because if you notice the residue storage facility (RSF) itu dia open air dan ia tidak ada tutup. Ia hanya memampatkan dengan menggunakan air supaya ia damp. But on hot weather, ia mungkin ada flakes and ia dry up. So, kita tidak tahu sebab nobody is allowed to go there, kan? Kita tidak tahu apa yang berlaku.*

Tuan Pengerusi: Tadi kata pakar respiratori Hospital Ampang?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ampang – KPJ.

Tuan Pengerusi: KPJ.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: KPJ Kuantan yang berpindah daripada KPJ Ampang.

Tuan Pengerusi: Okey, okey.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Dia berpindah daripada KPJ Ampang, dia pakar respiratori, dia berpindah ke Kuantan dan itulah komen dia. Dia baru lagi pindah ke Kuantan, baru berapa bulan dan dia *notice...*

Tuan Pengerusi: Ya, ya. Kita pernah ada apa-apa kajian di Kuantan oleh KKM-kah, apakah?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya pernah jumpa dengan doktor-doktor KKM di Kuantan. Mereka ada komen kepada saya, dia kata kes di Kuantan ini tinggi dia kata, kanser. Tetapi *of course* saya tak ada akses kepada data-data itu semua ya. Tetapi saya haraplah kalau boleh *select committee* ini boleh *have access* dan *select committee should have access*.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Ada lagi satu, Menteri. Kalau ada *exposure*, berapa lama baru itu jadi kanser ya?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Okey, kalau ikut kanser – *I am not a specialist and expert* tetapi daripada apa yang mereka beritahu kepada saya *there is no safe threshold*, satu. *There is no safe threshold*. *Safe threshold* maksudnya *the amount of exposure* itu kalau kena kita tidak ada *safe threshold*, kita tidak tahu siapa yang *susceptible*, dia *susceptible*.

Maksudnya kalau kita kata *amount of* – macam kalau kita kata karsinogen contoh, *amount of carcinogen* yang kita makan itu, *there is no safe threshold*. Dia tidak ada – kajian kata tidak ada *amount* yang minimumkah untuk seseorang itu kena kanser sebab *if anyone is susceptible*, dia *susceptible*. So, ini yang saya fahamlah berkenaan dengan kanser. So...

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man [Kubang Kerian]: Satu lagi, mungkin kita boleh dapat data juga tentang mereka yang kena kanser ini lokasi mana yang mereka tinggal. Apakah sekitar kawasan Lynas atau jauh daripada Lynas? Sebab ada kajian juga tentang faktor *pollen* daripada sawit juga meningkat. Jadi, salah satu opsyen yang kita kena tengok data tadi. Satu, pekerja yang duduk dalam yang tiap-tiap hari terdedah dengan debu, tiap-tiap hari sepanjang 10 tahun berapa ramai yang kena kanser.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya, yes.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Kedua, data kanser yang ada di Hospital Kuantan daripada kawasan mana, *area* mana.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Yes.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Sebab kita payah hendak *prove* sama ada punca daripada Lynas ataupun punca daripada lain.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Betul, saya setuju.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Sebab – jadi...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya setuju. Memang susah kita hendak *prove* tetapi saya ingat ada satu ketika – *my husband is from UPM-lah and then UPM is built on* bekas lombong kan? Bekas lombong. *The rate of cancer* banyak. *Even in*

his own faculty, ramai yang mati sebab kanser. Jadi, saya kata *do you think it is associated with the* amang? Sebab di dalam kawasan universiti itu amang itu memang merata, ia tidak *bury*, ia tak simpan. Ini dulu ya.

Jadi, *I don't know. There is no study*, tidak ada kajian, tidak ada apa *kan* tetapi apabila *rate* itu – *I mean in the faculty* pun kanser, kanser, kanser, *sometimes* kita *concerned*-lah. *I mean* inilah tanggungjawab kitalah pada saya untuk lihat. Memang kita susah hendak bukti tetapi pada saya *precautionary principle* itu maksudnya kita cuba elakkan sebaik mungkin ya. Okey. Nanti jawapan fasal *water* itu nanti saya jawab ya, Yang Berhormat.

So, saya hendak *refer* kepada syarat-syarat pada tahun 2019. Syarat-syarat pada tahun 2012 dulu. Pada tahun 2012, apabila Lynas diberikan lesen yang pertama iaitu – ini lesen TOL pada bulan Februari 2012. Pada ketika itu, mereka perlu mengemukakan semua aspek berkenaan dengan PDF. Ketika itu lagi mereka harus beri dia punya di mana PDF itu harus diletak. Kerana ini – mungkin Dato' Tuan boleh *confirm* kerana pada ketika itu apabila lesen diberikan dan dia punya syarat kepada Lynas ialah *first, to recycle; failing which, PDF; failing which*, baru *send back to Australia. That was the syarat at that time on 2012.*

Sebab itu, kalau kita tengok syarat yang kedua itu, pelan dan lokasi PDF perlu dikemukakan tanpa mengambil kira apakah hasil daripada penyelidikan dan pembangunan R&D kepengkomersialan, pengitaran dan penggunaan semula bahan *residue*. Sebab daripada awal lagi memang Lynas hendak *recycle* dia punya *waste*. Itu syarat pun, *they recycle, failing which* baru PDF. Sebab itu – tetapi pada 2012, kerajaan pada ketika itu meletakkan syarat mesti cari juga PDF tidak kiralah apa hasil daripada R&D tadi. Jadi atau tidak untuk dikomersialkan, masih kena cari dia punya PDF. Ini daripada 2012 lagi syarat ini telah dikenakan ke atas mereka, ya.

Jadi, kalau kita tengok seterusnya, pelan dan lokasi – nombor tiga ya. Pelan dan lokasi PDF perlu dikemukakan dan diluluskan dalam tempoh masa lesen dan tidak melebihi 10 bulan daripada tarikh pengeluaran TOL. Jadi, TOL dikeluarkan pada 1 Februari 2012 dan mereka tak *abide*-lah kepada perkara ini. Mereka perlu mematuhi jaminan kewangan yang ditetapkan di bawah undang-undang yang berkaitan dan mengikut cadangan yang dikemukakan oleh pihak syarikat Lynas ya sebanyak USD50 juta dibayar kepada Kerajaan Malaysia secara ansuran. Ini tertakluk kepada kajian semula oleh pihak lembaga jika ditetapkan kemudian.

Next slide, kita tengok nombor lima. *Next slide* ini ada nombor lima. Lembaga berhak melantik perunding bebas untuk menilai kepatuhan syarikat Lynas terhadap standard dan peraturan yang ditetapkan dan kosnya ditanggung oleh pemegang lesen.

■1520

Ini pada tahun 2012. Saya *just reflect* syarat-syarat lesen sebab saya nak tunjukkan syarat-syarat lesen itu berubah apabila kerajaan itu berubah ya. Okey.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Syarat awal ini kita tak ada – tak ada syarat untuk pulang balik ke Australia?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Dia punya syarat macam ini sebab lesen itu diberikan – yang pertama, *recycle. Failing which* – ayat dia macam itu; *failing which, PDF, failing which*, baru hantar balik Australia. *Failing which*. Tetapi dalam masa 2012 ini juga, saya terima banyak maklum balas daripada Australia. Saya terima maklum balas daripada profesor-profesor di Australia berkenaan dengan – sebab itu saya dapat salinan lesen asal itu yang di mana lesen asal itu mengatakan bahawa Lynas perlu menghantar balik dia punya *radioactive waste* itu ke lombong dalam masa beberapa hari sahaja daripada *waste* itu *generated*.

Mereka tidak boleh bina kilang itu dekat dengan manusia, dekat dengan haiwan, dekat dengan tumbuh-tumbuhan. Maksudnya mereka kena bina jauh. Kalau mereka bina jauh, mereka kena buat *rail track* untuk bawa *waste* itu balik ke lombong. Itu bermaksud kosnya terlalu tinggi. Sebab itu Lynas mencari negara ketiga yang tidak ada undang-undang berkaitan dengan *radioactive waste management*. Ketika Lynas masuk ke Malaysia, memang dalam kita punya alam sekitar – kita punya akta alam sekitar punya ini *[Disampuk]*, dalam jadual, yang tidak termasuk *radioactive waste*. *It's not even in the schedule. It's not even in the schedule*, tak masuk. Hanya kemudian baru dipinda, baru dimasukkan *radioactive waste*.

Jadi, tak ada langsung, kita tak ada langsung undang-undang, kita tak ada langsung peraturan pun di dalam undang-undang negara kita berkenaan dengan *radioactive waste management*. Jadi, mungkin kita menjadi mangsa dengan mudah apabila mereka lihat bahawa kita tidak ada undang-undang berikut. Kerajaan Pahang sedihnya menjemput mereka ke negeri Pahang untuk membina ya. Jadi, itu retrospektiflah ya. Kita tengok seterusnya, saya nak tunjuk kepada *waste quantities*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Sebelum itu saya – untuk jawatankuasa, dari segi akta alam sekitar ini, sampai sekarang kalau berlaku mana-mana *waste* daripada radioaktif, kita tak ada fasiliti. Tak ada. Yang ada ini bukannya radioaktif.

Jadi, untuk ke depan saya rasa, mungkin perlu adalah. *At least* kalau berlaku apa-apa insiden yang menyebabkan ada *radioactive waste* ini di mana kita nak *dispose*? Kita fasiliti tak ada sampai sekarang sebab kita tak jangka yang ini macam disebut tadilah. Jadi, saya rasa untuk kalau kita nak masukkan sebagai salah satu di

antara *concern* jawatankuasa ialah perlunya masa depan, perlu ada – yalah, kita tak tahu apa yang akan berlaku pada masa depan. Tetapi kalau kita tak ada langsung fasiliti itu, risikolah akan datang.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *[Merujuk kepada slaid pembentangan]* Okey, saya nak tunjuk kepada *waste quantities* ini, yang ini di dalam *Waste Management Plan 2011* yang dikeluarkan oleh Lynas sendiri. Kalau kita tengok *accumulated WLP* dekat bawah itu, dalam *row WLP, column* yang akhir 1.248, *it is to be generated after 20 years*, kalau ikut dia punya *projection*. Tetapi kalau kita tengok sekarang, 10 tahun, 12 tahun, kita dah sampai jumlah tersebut.

Jadi, ini satu soalan yang kita harus tanya kenapa banyak sangat ini? Sedangkan kalau ikut *diaorang* punya *projection* yang dikeluarkan pada tahun 2011 ini, *this is their radioactive waste management plan. This is from their own document* yang mengatakan 1.248 itu *after 20 years of operation* tetapi sekarang *half the time* pun dah sampai.

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* ...kalau ikut jadual dia itu, 608,000-lah kan?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Kalau ikut jadual dialah. Tetapi lebih kurang *doubled*. Kemudian, saya nak teruskan kepada – jadi, ini yang berlaku pada tahun 2012 dan 2012 ada juga yang mengatakan bahawa ada kenyataan daripada Menteri-menteri ketika itu yang mengatakan akan hantar balik, akan hantar balik ke Australia.

Tetapi, saya kata tadi saya terima e-mel daripada profesor-profesor yang buat kajian berkenaan dengan *contents of the lanthanide; the lanthanide* yang mereka kaji dan mereka bagi lesen macam mana Lynas kalau beroperasi di Australia. Mereka juga ada Ahli-ahli Parlimen Australia yang membawa soalan saya ke Parlimen Australia di mana dalam Parlimen Australia, *The Parliament of Western Australia*, Robin Chapple salah seorang daripada Ahli Parlimen di *Western Australia* bertanya soalan, “*Adakah Australia boleh menerima radioactive waste daripada Lynas?*”, dan jawapan daripada Dewan di *Western Australia* mengatakan, “*Tidak*”. Mereka tidak akan terima *waste* ini kerana mereka mengatakan *it belongs to Malaysia. It does not belong to Australia*. Jadi, itu jawapan dalam Parlimen Australia. *They will not accept the waste because it belongs to Malaysia*. Sebab apa? Mereka kata, “*It’s generated in Malaysia.*”

Lynas is – saya nak kata *smart* pun saya tak suka nak guna. Saya rasa *they are very cunning* sebab mereka membawa *the rare earth oxide (REO)* itu *below dangerous goods* punya ini. Jadi, *the dangerous goods* itu, dia *below*. Jadi dia boleh bawa ke sini, dia boleh eksport daripada negara dia *not as dangerous goods*. Dia *purify* itu, dia *purify* dia punya *ore* itu *just below dangerous goods* punya *line*. Jadi,

dia *export not as dangerous goods*,. Bila sampai dekat Malaysia, dia proses dan dia *generate the waste*. Jadi, bila dia dah habis dia punya proses, dia *produce the rare earth elements then they export the rare earth elements 100 per cent overseas*.

Dato' Ngeh Koo Ham: Nak tanya. Tadi Australia kata tak nak terima balik itu *waste* sebabnya, *because it is waste or because it is dangerous* or tak selamat untuk persekitaran mereka kalau dibawa balik? *So, I mean nobody wants waste-lah*. Macam kita pun tak terima plastik *waste* yang nak datang di sini untuk *recycle* pun kita tak nak. *So, what is the reason for not accepting the waste just because it is waste, nobody wants, or it is dangerous?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *It's radioactive waste. Because it is radioactive waste* dan kalau mereka bina kilang itu di Australia memang syaratnya kena hantar balik ke lombong. Itu syaratnya. Jadi, *why should they accept that burden on them* sebab *it's not generated in Australia, kan?* *So, technically* dia bukan *Australian waste*. *Waste* itu bukan *ordinary waste* because *it's water leach purification solid waste, which is classified as radioactive waste as 6.2 becquerel per gram*.

Okey, Malaysia punya standard sama macam standard antarabangsa di mana *above 1 becquerel per gram is classified as radioactive waste*. Jadi, apa yang Lynas nak buat ialah mereka nak *recycle* kerana mereka mengatakan *waste WLP* ini mengandungi *phosphate* yang tinggi. Jadi, *phosphate* ini bagus untuk baja. *It's good as fertilisers. I think Lynas is still echoing the same* pada hari ini. Tetapi, dia macam inilah, kalau kita minum kopi, kopi itu pekat. Kita nak cairkan, dia *six* – katakanlah kepekannya enam kali, kita nak cairkan kita tambah enam cawan air kosong. Jadi, dia cair tetapi bila kita minum enam cawan air kosong dengan kopi yang pekat tadi, dia cair tetapi *the amount of caffeine* dia sama. Begitu juga dengan *the radionuclides* di dalam *waste* itu. Jadi, kalau kita *dilute*, *phosphate* dia banyak tetapi *the radionuclides* tetapi sama. Jadi, saya punya kekhuatiran ialah apabila mereka *recycle* jadi *fertiliser*, kita punya *thorium* tadi akan mencari jalan masuk ke dalam industri perladangan kita, kelapa sawit kita. Ini yang akan boleh menghancurkan industri kita.

Itu kekhuatiran saya yang amat besar sebab kalau dia dah tabur, dia tabur merata dan dia atas nama *fertiliser* – memang dia banyak khasiat tetapi dia juga mengandungi *thorium* dan *the radionuclides* itu yang mempunyai *half-life of 14 billion years*. Kalau dia masuk ke dalam ekosistem kita, maka saya rasa boleh hancur kita punya industri minyak sawit yang sekarang ini dunia pun nak menentang kita punya industri ini pelbagai cara dan *it's always a lobby against our oil palm industry*.

Jadi, ini kekhuatiran yang amat sangat ia berkenaan dengan kegunaan dia sebagai baja. Sebab itu kalau kita tengok pada tahun 2019, apabila kerajaan baru mengambil alih yang pada ketika ini, apa yang kerajaan ini lakukan ialah pertama, dia syarat-syarat ini – saya rasa kita tengok dia punya syarat yang dalam *pictures* itu, *next – a few slides*.

■1530

Syarat yang pertama ialah – ini pada ketika ini Menteri Yeo Bee Yin ya. Dia kata *cracking and leaching* keluar dari Malaysia. Maksudnya, *the first part of the process* itu *is cracking and leaching*. *The first part of the process*. *The cracking* itu dia pecahkan dan *the leaching* itu dibersihkan. Di sinilah *the WLP is generated*. *The WLP is generated at this stage*. Jadi, Menteri ketika itu mengatakan bawa dia keluar daripada Malaysia, buat di Australia dan mereka harus buat di Kalgoorlie. Itu dia punya pada ketika itu. Apabila Menteri beralih, KJ ambil alih sebagai Menteri. Saya ingat KJ ada jumpa saya dan dia cakap pada saya, ini saya *quote* verbatimlah ya apa yang dia kata. Dia kata dekat saya, “*Kak, one of the best things that Yeo Bee Yin left behind is this*”, dia kata.

Dia kata, “*One of the best things that Yeo Bee Yin did was this*”. Dia kata maksudnya tak boleh lagi. *No more radioactive waste to be generated in Malaysia*. *Okey. No more*. *So, that was the syarat in 2019*. *Then*, bila dia dah *cracking and leaching*, *the waste is generated in Australia*, *the third and the fourth part* itu di mana dia proses menjadi *rare earth element* itu boleh buat di Malaysia. Itu syarat dia.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Syarat itu syarat baharulah? Bukan syarat waktu buka kilang? Syarat baharu kepada...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Tak. Syarat itu diletakkan pada tahun 2019.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: 2019. Tahun 2012 tak ada syarat itu?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: 2012 tak ada syarat itu. Tapi 2012 syaratnya PDF. 2012 syarat dia PDF.

Dato' Ngeh Koo Ham: Jadi, yang *cracking and leaching is the first process*?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Yes.

Dato' Ngeh Koo Ham: So, tak mungkinlah kalau *if* dalam tahun 2012 kalau kita syaratkan *cracking and leaching* ini, dia mesti dibuat di Australia, datang ke sini untuk *extract rare earth* sahaja. Jadi, *cracking and leaching* ini untuk proses pertama. Bukan seperti kalau kita sekarang kata *the waste*, kita nak mengeluarkan torium pun dia lebih kurang guna proses yang sama tak?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Tak.

Dato' Ngeh Koo Ham: *It's called leaching?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *No. No. No. It's a different process. Okay...*

Dato' Ngeh Koo Ham: *Okay, you can tell me...*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *The cracking and leaching ini maksudnya the ore, dia punya bahan mentah dia which is the bijihlah kita kata, kan? Dia crack, dia pecahkan, dia crack and they use very high temperature and a lot of acid. I'm sure you have visited the kilang, very high temperature and a lot of acid. Where then they crack, the byproduct-lah, the waste is the byproduct which contains the thorium and the uranium yang keluar itu and then the leach itu dia bersihkanlah, dia bersih. Then, yang dah cracked itu yang dia dah extract the rare earth itu baru dia polish-kan untuk jadi rare earth elements.*

Jadi, yang ini yang Menteri letakkan syarat. Jadi, okey, apa implikasi syarat ini? Syarat ini implikasinya, maksudnya *stop the production of the waste in Malaysia*. Ketika itu beliau bertanya dengan saya, saya kata *"If we cannot send it back, I would agree to stop producing anymore"*. Dah cukup lah, apa yang ada itu cukup lah. Jangan tambah lagi. *We have to manage itu somehow*. Sebab itu saya kata *it's PDF*. Kita perlu ada *PDF with the existing ways*. Itu strategi pada ketika itu. *Existing ways, PDF*; yang *future* itu buat dekat Australia dia punya *first part and then the downstream activity* nak *polish* jadikan *rare element* itu *is okay. It becomes an ordinary plant. Ordinary plant*. Dah tak ada – *no more danger of the generation of the radioactive waste* di situ. Okey.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Saya ada satu soalan. Mungkin soalan ini ada lari sikit tapi di Malaysia kita ada RM800 lebih bilion *you know, worth of rare earth deposit-lah*. Kalau kita buat sudah satu keputusan untuk hantar – ini *cracking and leaching* tak boleh dibuat di Malaysia, macam mana kita akan buat *cracking and leaching* untuk *rare earth* kita sendiri?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Okey. YB, saya tak *study the details of rare earth* Malaysia ya tapi saya dimaklumkan oleh pakar-pakar bahawa dia tak mengandungi elemen yang sama dengan *rare earth oxide* daripada Mount Well ini. Sebab pakar-pakar yang terlibat di dalam mengkaji, mereka kata ia tidak mengandungi – *it's not radioactive*. Ini laporan mereka. *That's why you have to study more* ya. Saya tak ada *in-depth understanding on that*. Tapi mereka kata dia tidak mengandungi sama elemen. Ya. Dia material dia lain. Dia *monazite and lanthanide* itu tak sama.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Maksudnya daripada deposit kita di Malaysia tak ada torium?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya tak tahu *details*. So, saya tak tahu *details*. *I think you have to call other experts* tapi saya contoh Prof. Maketab. Prof Maketab terlibat dengan saya di dalam kes Lynas dan beliau juga terlibat dalam kes kita punya *rare earth* yang *Malaysian* punya *deposits*. Beliau berkata kepada saya bahawa ia tidak mengandungi radioaktif. Saya tidak ada *detail* berkenaan apa dia *elements* di dalam kita punya *own deposits* ya. Jadi, okey saya berbalik kepada yang ini. Jadi, tengok yang seterusnya syarat dia. Okey. Kenal pasti PDF. *Again, is the PDF*. Sebab syarat tadi *the strategy* dia *crack and leach* di Australia tapi *the existing waste* itu kena ada PDF. Jadi, maksudnya *no more generation of new waste*. *Existing waste* kena ada PDF juga. Sebab kita kena *treat it with respect*. *It is low-level radiation but the internal emitters* yang kita risau tadi, *kan?*

Kemudian, seterusnya syarat yang ketiga. Tamatkan semua R&D. Maksudnya, ketika itu Menteri memberhentikan CondiSoil ini tadi. Yang nak jadi baja ini. Ya, dia memberhentikannya. Sebab tadi *the fear* yang tadilah, dia boleh *contaminate* kita punya industri-industri yang lain seperti perladangan, agrikultur dan sebagainya. Jadi, dia *put a stop*. *So, if you remember the syarat was "recycle, failing which PDF, failing which send it back"*. *That was the* syarat pada awal-awal. Jadi, Lynas *was working on this*. Ini yang dia kata baja ini. *But*, Menteri Yeo Bee Yin ketika itu berhentikan. Berhentikan. *Stopped*. Kemudian, dia tak bagi juga *crack and leach*. *No more generation of new waste, existing waste*, PDF. *That was the strategy at that time*.

Saya nak ke belakang sedikit. Ke belakang, ke belakang. Yang ini, yang ini. Yang ini. *[Merujuk kepada slaid pembentangan]*

Apa yang dibuat oleh Menteri oleh pada ketika itu ialah mewujudkan Jawatankuasa Eksekutif Penilaian Operasi Lynas. Saya seharusnya mempengerusikan jawatankuasa ini. Akan tetapi, Lynas memang memberikan dia punya *strong protest* sebab dia kata saya *biased*. *So, I recused myself* dan saya tarik diri daripada jadi pengerusi dan saya tidak mempengeruskannya. Jadi, saya boleh katakan bahawa laporan ini bebas daripada saya punya *influence*. *I was worried* sekiranya saya jadi pengerusi, nanti takut orang tak terima laporan ini kerana mengatakan saya ada kepentingan di dalamnya. Jadi, saya tarik diri dan ia diisi oleh yang lain ya.

Saya nak tunjuk kepada laporan ini di mana – terus boleh tak? Terus. Eh, balik, balik, balik. Ada tak – Okey, tak ada tak apa. Berhenti di sini. Saya nak cerita, di dalam laporan ini saya ada beberapa muka surat – *I can give you a copy of this*, ya. Ada beberapa muka surat yang bercakap berkenaan dengan *contamination of the ground water*. Ada. *There is the contamination of the ground water*.

Tuan Pengerusi: Dalam laporan ini?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Dalam laporan ini.

Tuan Pengerusi: Okey.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Jadi, ketika itu memang – memang...

Tuan Pengerusi: Urus setia boleh dapatkan laporan ini?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya boleh bagi. Saya ada laporan ini. Kemudian, ada lagi *findings* ya yang saya tak masukkan dekat dalam sini. Ini *contamination* ya. *Arsenic was detected in most of the monitoring wells except one or two with concentration ranging from 0.0012 to 0.0196 miligram per liter. It exceeded the tap water* ya. Jadi, saya kena ingatkan bahawa tapak Lynas di Gebeng itu ialah tapak *peat soil*. Tapak tanah gambut. Kalau kita baca EIA ataupun *preliminary EIA on Lynas plant* di awal pada tahun 2007 – saya ada salinan juga, di mana *less than one meter deep* sudah terdapat air. Air dalam tanah. Ya, *because* dia tanah gambut, dia *peat soil*, dia tepi pantai dan sebagainya.

Jadi, kita risau berkenaan dengan *contamination to the groundwater* dan adalah dalam kajian itu didapati ada lebih kurang 50 keluarga di situ masih lagi menggunakan air perigi, ya.

■1540

Ya, jadi *the concern* berkenaan *the contamination to the ground water*.

Kemudian ada lagi satu laporan, saya boleh bagi semua ini ya. Ada lagi satu EIA – saya tak masuk – saya tak sempat masuk dalam ini. Tetapi EIA ini bercakap – dibuat pada tahun 2021 sewaktu nak dibuat PDF. Saya rasa masa Dato' – masa Dato' Tuan ya. EIA ini juga mengatakan bahawa di Sungai Balok itu, *on the* apa orang kata muara Sungai Balok itu, *there are detected activities for thorium in the three species caught from the downstream of Sungai Balok*. Ya, maksudnya makanan-makanan haiwan-haiwan air, apa dipanggil... [Ketawa]

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara] Ikan, ketam..

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ikan, kerang dan sebagainya itu mengandungi torium. Mengandungi torium [Ketawa]. So, ada kajian. Dia masuk dalam EIA sebenarnya. So, *I am not talking* apa, apa ya. Saya berpandukan kepada fakta-fakta dan kajian.

Jadi, ada juga seorang profesor daripada Jepun datang ke Kuantan juga membuat kajian di muara Sungai Balok sebab *discharge from Lynas*, ini bukan *discharge* WLP tahu? Ini *discharge* yang lain. Dia ada dia punya NUP dia itu *kan*. Dia ada yang air dia itu *kan*. Dia masuk ke Sungai Balok. WLP itu cerita lain ya. Ini dia

punya *liquid waste* itu, dia masuk ke Sungai Balok dan di muara Sungai Balok itu, ada kajian-kajian dilakukan.

Yang EIA itu salah satu daripadanya yang kajian yang dilakukan. EIA juga saya ada, EIA 2021. *I can provide you with the report*. Di situ, ada torium yang doktor – *this professor from Japan* pun jumpa saya, dia kata memang ada torium, ada plumbum, ada *heavy metal*, semua dekat muara Sungai Balok itu. Jadi, kalau orang makan *seafood* itu, saya pun takut tengok kadang-kadang dia orang buat – yalah buat restoran dan sebagainya. Kuantan *is known for our seafood* kan. Ada kat muara...

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Takut nak makan *seafood* di Kuantan sekarang ini. *[Ketawa]*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *[Ketawa]* Saya tengok pun saya risaulah sebab ini data daripada kajian kita sendiri.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma satu waktu kita pergi jumpa ini, kita pergi ikut lawatan, isu yang ini dibangkitkan waktu kita pergi. Cuma, syarikat Lynas dia menganggap bahawa oleh kerana kawasan Gebeng itu semua kawasan industri, *heavy industry*, dia kata nak *confirm* daripada dia atau kilang lain. *[Ketawa]*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ini saya tahu. Saya tahu Lynas *is*...

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Jadi, itu *content* dialah, dia punya...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Lynas is very smart*. Saya tahu daripada awal memang Lynas begitu. Naratifnya begitu dan orang biasa memang mudah akan terpengaruh tetapi kilang lain tak keluarkan torium ya. Yang itu – *thorium is radioactive*. Itu lainlah. Dia punya *heavy metal* ada. *Heavy metal arsenic, heavy metal cadmium, heavy metal* itu semua, *I believe, but not thorium*.

Ada satu kajian. Saya akan cari kajian ini. Kajian yang membandingkan *the contents of thorium* – Lynas punya bahan dengan yang lain-lain. So, dia memang *very specific. It is Lynas*. Itu yang Jepun punya tu.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Menteri, ada satu lagi. *So just to be clear*. Kalau tak buat *leaching*, tak buat *cracking*, memang tak ada toriumlah? *Thorium is [Disampuk] No, no. Thorium only – it's a by-product of cracking and leaching*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Okey.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: So, kalau kita nampak tanah di bawah ya, walaupun tak buat *cracking and leaching*, torium itu tak ada, tak keluar. *Is it?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *You're talking about Malaysian deposits?*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *I am just trying to understand*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *You're talking about Malaysian deposits, or you are talking about Australian? Or...*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *But then you already clarified that Malaysian deposit doesn't have radioactive...*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Okey. Dia, dia – *that is a long list of elements in the ore*. Jadi, dia panggil *rare earths oxide (REO)* yang di-mined, yang dilombongkan di Mount Weld dekat Perth, Australia. Jadi, sebelum dia bawa ke Malaysia, dia cuci, cuci, cuci. *So, I can get you the data-lah juga. I have to dig all my files* yang saya terima daripada profesor daripada universiti di Australia yang *the contents of the lanthanide ore from Mount Weld*. Jadi, terkandung di dalamnya, banyak *other metals, heavy metals*. *But thorium of course-lah is the radioactive materials and uranium*. Okey, dia ada dua. Uranium dan torium. Yang lain itu *heavy metal* memang banyak.

Jadi, apabila dia nak buat *the process of the rare earth – extraction of the rare earth elements* itu, *rare earth elements is just a part of the ore*. Jadi ore ini ada macam-macam dalam itu. Dia macam tanah, dia macam batu, dia macam batu tanah ini, dalam itu ada *rare earth elements*. Dia nak *extract that rare earth elements* sahaja. Jadi untuk mendapatkan *rare earth elements* itu, itu yang dia kena proses menggunakan *the cracking and leaching* itu iaitu *high temperature* dan *a lot of acid*. *High temperature and acid* di mana di situ mereka – dia membersihkannya.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Because of* – oleh sebab ada *chemical reaction*, baru kita ada itu torium?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Tak. *Thorium is already there*.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *It's already there*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Not because of the chemical reaction*.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Okay*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *But it makes it worse because* sebelum dia proses, dia panggil *NORM (Normal Occurring Radioactive Material)*. Dia memang *radioactive material* tapi dia *normal occurring*. Tetapi selepas diproses *high temperature and a lot of acid*, dia jadi *TENORM (Technologically Enhanced Normal Occurring Radioactive Material)*.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Because the reason why* saya ada tanya ini soalan adalah *in the case – because* ini adalah *origin* daripada Australia dan masalah – isu kita hari ini adalah *the issue of the cancer whether it affects the people because of the exposure of this particular...*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *The cancer is one of it. The other one is underground water contamination*.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Underground water. But if thorium is already existential inside the soil and even in Australia, maybe also kita perlu tanyalah Australia, is there a lot of cancer patients or people who are exposed to cancer in Australia?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Okay, I think I can answer you with regards to that. Sebab itu Lynas, lesen yang diberikan di Australia tidak membenarkan Lynas untuk simpan di kilang. Lynas have to return the waste which contains the thorium to the mine. Even in 2007 before they come to Malaysia, dekat situ pun dah ada syarat. Mereka tak boleh simpan dekat kilang. Paling lama mereka boleh simpan hanya beberapa hari dan mereka kena hantar balik ke lombong. Lombong itu di Mount Weld, jauh daripada kilangnya. Sebab itu mungkin syarat tersebut terlalu berat untuk Lynas sebab dia terlalu mahal.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Tetapi walaupun begitu, if this particular cancer-causing agent, is already in the soil even before cracking and leaching, wouldn't the normal people be exposed to this?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *The mine is in the mountains.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *The mountains, okay, okay.*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Mount Weld. It is in Mount Weld.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Okay, sorry. Thank you.*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *It is in the mountains. So, dia macam kita pecahkan batu-batu itulah. Hah, macam itu. But as far as I know, they treat it with respect-lah.*

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *Cuma tadi kata yang syarat awal maknanya dia memang tak bagi simpan.*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Tak. Yang syarat lesen di Australia.*

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *Maknanya dia kena hantar balik ke dia?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Hantar balik ke lombong.*

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *Ke lombong. Tetapi, Ahli Parlimen dia atau kerajaan dia tak setuju?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Ahli Parlimen dia bertanya di Parliament of Western Australia, Ahli Parlimen namanya Robin Chapple di Parlimen Western Australia – saya kena carilah balik semua-semua benda ini ya. Soalannya adakah kerajaan – sebab Mount Weld ini letaknya di Perth, Western Australia. Jadi dia tanya, adakah Kerajaan Australia akan menerima waste daripada Lynas, WLP daripada Lynas. Di mana Kerajaan Australia ketika itu yang menjawab soalan Ahli Parlimen ini, dia berkata tidak. Mereka tidak akan menerima sebab mereka mengatakan itu*

bukan Australia punya [Ketawa] sebab dia kata *it's generated in Malaysia, and it belongs to Malaysia*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara] Syarat awal waktu dia letak syarat hendak eksport itu, dia sanggup terima sebab...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Lynas sanggup terima tetapi Kerajaan Malaysia punya...

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara] Lynas Australialah.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Lynas Australia – *Lynas Malaysia is 100 per cent Australia [Ketawa]. Lynas Malaysia is 100 per cent Australia*. Maksudnya dia punya *shareholders, it's a public listed company in Australia*. Dia bukan milik rakyat Malaysia.

Dato' Ngeh Koo Ham: Boleh tadi kita balik ke lagi satu slaid tentang CondiSoil itu dalam...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Next, next slide. Next slide.*

Dato' Ngeh Koo Ham: *In our last hearing, CondiSoil ini bukan daripada WLP. WLP ini yang kandungan tingginya phosphate. That is where they say – tadi katakan ada torium yang memang kalau phosphate dia, NUP ini dia membolehkan buah-buah kita membesar dengan baik. At the time of fruiting, you need to put a lot of phosphate, kita punya – sorry. [Tidak jelas] ini besar.*

■1550

Then, CondiSoil ini difahamkan the last occasion, kita difahamkan ia menggunakan Neutralisation Underflow Residue (NUF) yang maksudnya dia tidak ada we call khasiat (nutrients). Jadi, dia macam kita punya Ground Magnesium Limestone (GML). GML ni untuk – we call to bring up the acidity to a more alkaline status. Maksudnya, dia – jadi CondiSoil ini jadi hari ini kita dapati – slaid ini saya agak ada keraguan. I mean I'm a little confused. Jadi, CondiSoil ini just a conditioner to make the soil less acidic yang juga menolong buah-buah atau pokok tumbuh dengan lebih baik dan berbuah dengan lebih baik. So, I just want to clarify.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ini adalah syarat yang diletakkan oleh kementerian/kerajaan pada tahun 2019. Okay, *this slide is from MOSTI, not from me*. Jadi, jadi, CondiSoil ini *is their research at that time*. Saya tak tahu *the latest*. I don't know the latest apa yang Lynas nak guna. Kalau dia nak guna NUF, saya – kita boleh dapatkan contents of NUF. *Apart from phosphate, what else does it contain. It also contains heavy metals, ya. Okey.*

Dato' Ngeh Koo Ham: Basically NUF ini dikatakan *don't have nutrients*. So, *it just help it to be more alkaline*. Macam kita punya *limestone* tadi, Simpang Pulai, Perak ini...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Yang *phosphate* itu.

Dato' Ngeh Koo Ham: Kita jual banyak GML. Dia murahlah. Kalau *phosphate* ini, dia lebih kurang RM1,700 satu *metric tonne*. But for GML, mungkin RM200 sahaja. *Phosphate* ini *during the peak*, masa MCO dia naik sampai RM2,000 lebih. Tapi untuk GML ini, dia kapur saja. Batu kapur, dia murah. So, *I just hope the committee can be clear on this-lah*. CondiSoil ini yang dulu kita kata *we are only using from NUF* yang tidak ada *nutrient*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: So, okey saya harap – tapi *this is from that* yang 2019-lah ya yang ketika itu memang ada – Lynas *actually announced they will launch this CondiSoil* tapi saya tanya Menteri dekat dalam Dewan pada ketika itu saya rasa Tuaran – Tuaran. Siapa nama Tuaran?

Seorang Ahli: [Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara] Madius.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Madius, ya. Dia jadi Menteri ketika itu dan saya tanya adakah ia benar tapi ketika itu beliau nafikan tapi Lynas *announced*. Jadi dia memang – Lynas *always do this*. They will mendahului kerajaan, *they will make their own announcement*. Macam baru ini pun dia kata dia punya lesen nak tamat dan sebagainya tapi lepas tu, *something else happened*. So, okay. Saya nak teruskan kepada 2023. Seterusnya, syarat-syarat pelesenan Kerajaan Perpaduan.

Ini saya amat, amat *concerned* kerana pertama, keputusan ini dibuat tanpa berbincang dengan *stakeholders*, ya. Saya tak tahu apa jadi kepada Menteri. Saya harap *select committee* ini juga boleh memanggil Menteri dan bertanya apa dalam kepala dia kerana dia buat *u-turn*. Dia buat *u-turn* yang amat besar di mana *u-turn*-nya itu pada awal tahun 2023, Lynas diberi hingga bulan Julai untuk menyiapkan *the cracking and leaching facility* di Australia. Tapi kita dapat maklum balas bahawa memang di Australia memang *they did not proceed*. Lynas memang tak *proceed*. Memang mahal sebab syarat di Kalgoorlie pun kena hantar balik ke lombong. Memang mahal.

Jadi, mereka tidak *progress* dengan syarat yang dikenakan pada tahun 2019. Jadi, mereka diberikan hingga pertengahan tahun tapi mereka tidak *comply*. Kemudian, mereka diberikan sehingga bulan Disember dan sebelum bulan Disember, pada bulan Oktober, apa yang berlaku ialah *u-turn* di mana mereka dibenarkan beroperasi sehingga tahun 2026. Mereka juga dibenarkan terus untuk mengeluarkan WLP itu di Malaysia. Ini pada saya, *u-turn* yang amat, amat mengecewakan kerana *the strategy* tadi kalau you dengar *the strategies*, stop

producing the radioactive waste, build the PDF there as quickly as possible. Okay, itu strategi.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Syarat pada bulan tujuh itu, dia tak boleh import yang...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Tak boleh dah.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Tak boleh.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Dia kena buat *cracking and leaching*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Dia kena proses *cracking and leaching* di Australia.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Kemudian, dia import yang dah proses.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya, betul.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Itu syarat dia.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Yes.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Tiba-tiba boleh proses ini, boleh buat semua sampai tahun 2026.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Semua boleh. Yang itu amat mengecewakan.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Saya rasa itu...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Dan strategi 2019 yang diletakkan oleh Menteri Yeo Bee Yin ketika itu, semua seolah-olahnya dah *reversed* dan lagi satu, *extraction of thorium. It's only lab test*. Dia belum ada – dia belum ada bukti bahawa torium ini boleh kata *large scale* macam ini. Jadi, itu juga *something that worries* – maksudnya Lynas akan terus mengeluarkan WLP, PDF itu katanya akan dibina tapi saya ingat Dato' Tuan pun saya tanya kenapa buat di Gebeng, kenapa buat di...

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Berapa lama tempoh masa nak selesaikan...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Sebenarnya, tapak di Gebeng itu pun saya risau sebabnya saya katakan tadi, PDF ini mereka akan buat *above soil* sebab air di bawah tanah. Dia kalau yang paling – yang paling terbaiklah caranya hantar ke gua seperti di Bukit Merah. Kalau kita tengok Bukit Merah, dia simpan dalam gua, *kan?* Dalam bukit yang dia simenkan dan dia masukkan dan dia *sealed* betul-betul. Sebab *half-life* dia ini lama. Sampai kiamatlah, sampai kiamat. Katakanlah 50 tahun lagi dia *above soil* ya, dan katakanlah ada tsunamikah, katakanlah *crack*-kah, kalau apa-apa *earthquake*-kah, apakah, dia akan *collapse*. Then bayangkan dia *continue*

to generate, now 1.2 million metric tonne, dia akan continue to generate, saya tak tahu berapa lama lagi lesen Lynas akan beroperasi.

What if they go and leave us with that? Anak cucu kitalah yang akan menanggung risiko tersebut. Itu kerisauan sayalah. Ya, what if the – it collapsed, because it's above soil ya. Ini dia punya – sebab ada air di bawah tanah. Mereka cannot dig, mereka kena buat above ground. What if it cracks ya, concrete dan sebagainya. Ini kerisauan saya. Jadi – dan dia dua perkara itulah yang ini. Satu u-turn they continue to generate radioactive waste. PDF-nya pun tak – saya, Dato' Tuan tahu pendirian saya sebab sebelum tu mereka nak buat dekat Bukit Ketam. Kita pun ada EIA Bukit Ketam, water catchment.

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Lagi bahaya. Saya cakap dekat Dato' Tuan, “*Kenapa di Gebeng?*”. Dato' Tuan kata, “*Mana lagi?*”. So, ini masalah yang kita hadapi. *We are stuck with it. Now, kita benarkan dia generate lagi. Ini lagi masalah, ya.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Menteri, saya ada soalan ya. Apakah manfaat ya Malaysia dapat daripada Lynas ini bila kita nampak ke – *side effects*? Menjejaskan alam sekitar kita, dia tak bayar cukai 10 tahun. Selain daripada pekerja-pekerja Lynas adalah orang Malaysia, apakah lain manfaat kita dapat daripada syarikat ini?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Pekerja Lynas, *I just like to advice you that it is less than 1,000. Kurang daripada 1,000. Maksudnya, the risk versus the benefits – the risks outdo the benefits, ya. Jadi, pada pandangan saya memang tidak logiklah sebenarnya Lynas itu berada di Malaysia. Sebab itu saya tidak henti menyuarakannya dan apa yang saya rasakan ini is not political at all. Ramai yang mengatakan saya – I'm political in it. No, it's not political. So, it's my conscience betul-betul yang saya yakin ia tidak harus berada di situ dan kekhuatiran saya, kerisauan saya tentang masa depan apa kesan kepada generasi; sakit, public health, environment dan sebagainya. Jadi itu – okey. Nanti...*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Lynas itu di dalam kawasan Kuantan?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya?

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Kawasan YB – bekas YB dulu?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Gebeng ini terletaknya di kawasan Indera Mahkota. Indera Mahkota, tapi pada awal, ramai penduduk Kuantan kerja di Gebeng. *They don't stay in Gebeng. They stay in Kuantan. Ya, jadi...*

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma satu yang YB sebut tadi, isunya kita – Malaysia kita ada – kita ada *rare earths* kita sendiri dan polisi kerajaan, Perdana Menteri pun tahu kita takkan eksport keluar. Bererti kita akan proses di Malaysia. Kepakaran yang ada ialah di Lynas.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Kita tidak ada sumber kepakaran lain. Jadi, kalau polisi tak eksport keluar, kalau kita eksport dia akan balik sama kita. Negara lain pun akan timbul masalah yang sama.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya tidak – *I have no qualms with Malaysian deposits*. Ya, sebab kalau deposit Malaysia, milik kita, bahan itu daripada kita dan lepas itu kajian mengatakan *it is non-radioactive*, then mereka ada kemampuan, *I've got no qualms*. Cuma, masalahnya kenapa mereka perlu generate lagi waste yang from Australia yang kita bawa sini ini?

■1600

Itu jadi isunya, *kan*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] *Agreement* berapa tahun?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] *Agreement* dengan Australia.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ini sampai 2026 dibenarkan.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] Ini lesen. Dia *supply* dia punya...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Dia *supply as long as* mereka ada lesen, mereka boleh bawa masuk.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Menteri, kalau itu *the cost versus benefit as you mentioned – sorry, the risk versus benefit*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Risk*.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *If the risk is so high, the benefit is so low, in your personal capacity, why do you think the government actually extended the license?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ini saya sendiri tidak dapat jawapan. Saya sebenarnya panjang lebarlah juga berbincang dengan Yang Berhormat Menteri. Beliau juga tidak dapat memberi jawapan yang memuaskan hati saya. Mungkin *select committee* boleh panggil beliau dan tanya sendiri. Saya mohon maaf, saya – yalah, *I disagree*-lah dengan keputusan tersebut.

Tuan Pengerusi: Kilang ini tidak boleh apa ini buat *cracking, leaching* untuk *Malaysian* punya *rare earth*-kah?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya tanya Menteri. Menteri kata *of course*, kilang ini akan digunakan untuk *Malaysian rare earth*. Jadi, isunya *Malaysian rare earth* itu pada saya tidak ada isu ya sebab *it is our own, it's our own*. Lagi pun dia kata *is non-radioactive and then* ia akan *generate revenues for our country*. So, macam juga amang kita, bijih besi, bijih timah kita, kita punya *kan*. *In the past*, kita memang tidak *manage* pun *properly*. Itu cerita lama. Ke hadapan, kita akan pasti kita *manage properly*-lah kita punya *own*. But yang ini yang kita ambil orang punya ini kenapa? Apa kita dapat? Kita tidak dapat *tax*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara] Saya rasa kerajaan kerana inilah, kepada pada dia menganggap bahawa kadar radioaktifnya rendah dan tidak merbahaya. Standard antarabangsa masih berada pada satu *becquerel per gram*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Per gram*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Jadi, saya rasa faktor itu kerajaan menganggap bahawa tidak bahaya, kita bagi lesen terus sebab kita pun ada kita punya sendiri, kita akan proses.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Sebabnya yang memberikan lesen ialah Lembaga Perlesenan Tenaga Atom. AELB dia *deal with high level* punya *radiation*. *They deal with nuclear and so on*. So, *this is too low* kepada mereka. Tetapi perspektif alam sekitar, perspektif *public health* dan sebagainya tidak – dia lain. Perspektif *public health* itu berbeza daripada perspektif nuklear.

Jadi, inilah pada saya ada sesuatu yang saya kesal dan ralatnya Malaysia jadi mangsa macam ini dan saya kesal dan ralat sebab orang Kuantanlah ya, *my people, my children* nanti *kut* lah kalau *exposed* juga, *the future generation*, yang itu yang saya ralat sangat.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Ya Menteri, saya hendak tanya satu penjelasan ya. Mungkin awal-awal Menteri ada bagi jawapan tetapi saya hendak tanya baru. Bila Menteri bagi keputusan untuk *extend* itu *license for Lynas*, adakah ini melalui Kabinet? Ada?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya kira – *you* kena tanya Menteri sendiri. [Ketawa] *Select committee has to ask* Menteri. *I have not – if there – if it goes through Cabinet, I don't know what's in the Cabinet papers* dan sebagainya. Saya tidak tahu, saya tidak boleh – *I cannot confirm on behalf of Minister*. Okay. *I think you have to ask him to present*. Saya harap sangat bahawa *select committee* ini boleh mainkan

peranan, *checks and balances* dengan *the government because the Parliament and the government, to play checks and balances*.

Tuan Pengerusi: Ada persoalan lagi?

Dato' Ngeh Koo Ham: Ya, jadi saya hendak buat – hendak dapat penjelasanlah. Jadi Senator Puan Fuziah, tidak ada bantahan kalau Lynas terus beroperasi di sini dengan memproses *rare earth element* Malaysia. Kerana kita ada satu masalah; dalam taklimat diberikan, difahamkan 90 peratus daripada *rare earth* ini berada di negara China dan juga pemprosesan juga di sana. Di luar daripada negara China, Lynas agaknya antara satu-satunya syarikat yang mempunyai kebolehan, mungkin ada satu atau dua lagilah yang untuk memproses elemen *rare earth* ini.

Jadi, sudah menjadi polisi kita yang diumumkan oleh Perdana Menteri semua *rare earth* yang kita lombong ini kita tidak akan jual secara *raw*, mesti diproses sebelum dijual. Tetapi di negeri Perak, kita sempat menjualkan sedikit, Menteri Besar telah menjelaskan sebelum polisi ini diumumkan yang dikatakan dijual kepada Nanning, negara China.

Jadi, maksudnya kita ada satu *dilemma*. Kalau kita memberhentikan Lynas di sini, kita belum ada persiapan untuk memproses *rare earth* Malaysia ini dan Lynas pun ada lebih kurangnya bagi satu – sungguhpun dia sudah kata *as a threat*-lah.

Maksudnya dia kata dia sudah diberikan satu tawaran untuk pergi ke Amerika Syarikat di mana ada satu dana, USD1 bilion ditawarkan kepada mereka untuk membina kilang di sana kerana sekarang ini boleh dikatakan *rare earth* ini dikuasai oleh negara China dan Amerika Syarikat memerlukan banyak *rare earth* ini untuk buat *we call super magnet* untuk *electric vehicle* (EV) dan juga komponen-komponen telefon dan lain-lain, untuk teknologi tinggi.

Jadi, *I need you to know – let us know what is the position of Lynas? In fact*, kalau dalam keadaan kita tidak ada pilihan, kita mesti kalau boleh pujuk mereka terus berada di sini tetapi memproses *rare earth* Malaysia, bukan *rare earth* dari Australia. Betulkah itu langkah pendirian yang kita mesti ambillah?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *I must make it very clear. I have nothing against Lynas. I have nothing against Lynas. It's nothing personal.* Saya tidak pernah – saya sentiasa melihat perkara ini sebagai profesional. *It's not about Lynas as kilang. It's not about – I am not anti-establishment, I am not anti-development* ya, *I am just against the radioactive waste management.* Saya punya concern is the *radioactive waste management*. Itu yang saya mulakan tadi. *It's always the radioactive waste management* dan concern saya kita bawa *Australian* punya ore

dan kita *don't manage the waste properly* dan kita yang jadi mangsa. Itu saya punya *concern*. Itu yang saya paling, paling tidak boleh terima.

Sebab itu apabila Menteri Yeo Bee Yin membuat strategi begitu, dia tanya saya. Dia *consult* saya, saya kata *I can accept that. I can accept. I can accept that if they bring the ore* yang sudah tidak ada radioaktif material, torium sudah buang dekat Australia. *I can accept no more WLP generated in Malaysia. I can accept* untuk membina PDF di Malaysia. Cuma lokasi itu saya *argue* lagilah. *I can accept all of that*.

Maksudnya *it's not Lynas that I am against, kan? It's not about the technology that I am against. It's the whole process and* pada saya yang mereka *abuse their position in my people-lah*, orang-orang, keluarga saya, kawan-kawan saya di Kuantan *have to be exposed to all this*. Itu yang saya *against*. *It's not about Lynas*. Tidak ada pun.

Jadi, bila *Minister* saya – *you can check with her*, saya kata *I am okay with that. I am okay, no more*. Jangan lagi *generate*. Sebab itu, yang ini isu yang saya *concerned* sangat dengan Menteri Lih Kang ini ialah dia *reverse that*, dia *reverse that strategy* itu. *So, there will be more waste generated*. Dia tidak hentikan *the generation of the waste*. Itu yang saya *concerned*.

Kedua, torium itu *I think we should go for PDF-lah. I don't think we should go for thorium. I think we must cari a good PDF*. Carilah gunung, gua mana-mana itu, *not thorium extraction because it's not proven, baru lab test*. Kalau *scale* yang besar kita tidak tahu macam mana dan berapa lama lagi kita hendak *expose*. *In the meantime, it's still the exposure* dekat *residue storage facility (RSF)* itu akan terus. Ia terbuka macam itu. Tengok gambar yang seterusnya. [Merujuk kepada *slaid pembentangan*] Ha, ini ha gambarnya, inilah dia. *That's the situation from the – ini*.

Dato' Ngeh Koo Ham: Sebelum ini, kerana dulu torium ini tidak digunakan untuk *nuclear energy*. Sekarang ini dikatakan – dulu kita gunakan uranium. Sekarang dikatakan torium lagi selamat dan lebih sesuai untuk *nuclear energy*. Jadi, kalau kita ada bahan ini di Bumi kita, bukankah sesuatu yang boleh kita pertimbangkan untuk mengeluarkan torium daripada WLP tadi – *sorry, WLF* tadi.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: WLP.

Dato' Ngeh Koo Ham: WLP, *sorry*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: WLP.

Dato' Ngeh Koo Ham: Untuk kita gunakan sebagai bahan yang sedia ada daripada buang dalam itu *we call waste PDF*.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: YB...

■1610

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Sebelum jawab Menteri, saya ada nak tambah sedikit kerana ini ada berkaitan. Menteri ada bagi – kementerian ada bagi satu taklimat berapa minggu yang lepas dan mereka berkata sekarang ada satu teknologi untuk *separate* torium dan torium akan dieksport – ada *buyer* untuk torium ini.

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Paper by UKM ini dah lama. Dah lebih 10 tahun. Lama. But I think Lynas is just – I know them too long-lah. [Ketawa]*

So, it's never, they have – dia tak pernah produce on a large scale. It's a paper, it's a study, lab-scale. Sementara mereka produce on the big scale, we are exposed. The WLP is continued to be generated, itu isu dia. Pada saya we should proceed with the PDF. We should take the precautionary principal. Yalah, kita fikir pasal industri. Let's put people first.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Satu lagi saya *concerned* sikit sebab kita kelulusan PDF dia ini atas polisi dasar lama tahu, bahawa selepas bulan tujuh dia tak akan import lagi yang belum diproses.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Takut tak muat dah.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Takkan muat kalau sampai 2026. Jadi, ini tapak ini, tapak sampai bulan tujuh baru-baru ini. Itu yang kita – saya terlibatlah waktu pilih tapak ini sebab saya batalkan yang di Bukit Ketam. Bukit Ketam ini bila kita *check* – saya pergi sana, saya turun memang risikolah sebab dia ada alur air, akan pergi ke sungai, kita ada LRA di situ, sungai itu.

Kemudian risiko jarak jauh daripada kilang nak bawa. Kalau satu lori terbalikkah apa, risiko sangat besar *compare* dengan tempat itu. Tapi tempat ini hanya untuk bulan tujuh. Sekarang ini sampai tahun 2026. *[Merujuk kepada slaid pembentangan]* *Confirm* – saya rasa yang sebelah kiri ini yang merah ini, itu WF. Yang sebelah putih NUF. Itu mungkin yang dikata– yang kuning ini yang risiko tinggi ini tapi semua sama. Sepatutnya dia tidak – dia kena tutup. Ini *expose* dua-dua. Saya rasa kita kena tengok balikkah sebab mungkin kalau lesen sampai 2026, sekarang. Saya rasa kita kena – sebab sekarang ini boleh masuk semua. Tak ada larangan apa dah.

Kemudian, satu lagi yang dibangkitkan tadi ialah kalau ikut jadual dia sepatutnya dia kena *follow* jadual dia. Sekarang ini lebih daripada, *over* daripada – *kan?* Pengeluaran dia. Jadi, kalau keluaran dia tak dihad, saya rasa setahun lagi penuh ini.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Berkenaan dengan *rare earth deposits* di Malaysia, saya sarankanlah jawatankuasa panggil pakar-pakar yang tahu berkenaan *contents* dia dan apa risiko sekiranya diproses di Lynas. *That's a different matter*. Saya kira harus diasingkan.

Saya – *I'm not against* sebab saya kata *I'm not against the rare elements itself*. Saya hanya *against the waste* yang *generated* di situ dan tidak diuruskan dengan baik sebab dia meninggalkan banyak risiko kepada kita semua, manusia, alam sekitar dan sebagainya. Berbanding dengan *the standards that they have to follow if they are in Australia*.

Tuan Pengerusi: YB panjang lagikah, YB?

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Tak, saya dah nak habis dah ini.

Tuan Pengerusi: Okey, okey.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Pengerusi, boleh saya tanya satu soalan?

Tuan Pengerusi: Sila, soalan.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Soalan yang terakhir. Jadi, bila kita kata tadi karsinogen daripada Lynas. Kita pun ada, kalau orang hisap rokok pun ada karsinogen. Adakah bila Menteri buat *study* untuk kes ini, *is it more cancerous than other forms of cancer that we are exposed to?* Macam *secondhand smoke* ataupun *I don't know, ada exposure to radioactivity?*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *I think, I think is unfair to compare* dan – sebab pendirian saya, *I'm...*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *Like, from study? From study,* daripada Kementerian Kesihatan ataupun...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *Oh, there was no study. There was no study.*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *No study.*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Sebab pendirian saya ialah kita *should always take* daripada *precautionary principle when it comes to public health*. So, saya akan sokong macam polisi *secondhand – passive smokers* punya polisi dan saya *will stand out for my rights*. *If you remember, I think – were you there* masa tahun 2008, masa kami mula jadi Ahli Parlimen dan saya masuk ke kafe dan penuh dengan asap rokok. Ketika itu saya bercakap kepada Speaker saya kata, *"Please, kafe ini untuk semua Ahli Parlimen dan bukan untuk mereka yang hisap rokok sahaja"*. Sejak pada itu, Speaker masa itu Tan Sri Pandikar letak *sign, "No Smoking" so that – respect* benda-benda macam itu.

Jadi, *okay there is no – I don't compare, there is no study but basically for me it is abuse of us Malaysians*. Maksudnya, *why* dekat Australia dia kena ikut syarat lain, kenapa dia datang Malaysia ikut suka dia saja. Sebab kita tak ada undang-undang. Sebab kita termakan dengan apa yang dia cakap. Ini yang jadi isunya pada saya.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *I think* Pengerusi, kalau saya boleh bagi satu cadangan, saya rasa mungkin kita boleh cadang kepada Kementerian Kesihatanlah untuk buat satu *study*-lah. Kerana kita bincang-bincang benda ini, berpusing-pusing saja, *you know*. Tapi kita tak ada satu bukti, *you know*. Apakah...

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: *I don't think we need bukti because...*

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: *No, no I'm not saying – maybe I change my phrasing, sorry*. Bukan bukti tetapi kita mesti tahu apakah impak kepada kemanusiaan kita dan alam sekitar kita. Bukanlah kita cakap karsinogen saja tapi kalau kita berbanding dengan benda-benda yang lain yang pun ada karsinogen, *if it is doubled, tripled, ten times, 100 times, we need to know*. Itu yang penting. Bukan untuk jawatankuasa kita sahaja tapi untuk kerajaan kita. Jadi, siapa-siapa yang pegang projek, ya.

Tuan Pengerusi: Nanti kita bincang dalam perbincangan penyata nanti. Ya, okey.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Ya, tapi yang saya harapkan sangat ialah *don't get diverted* daripada isunya. Isunya ialah *the different standards that they have to follow*. Kalau mereka beroperasi di Australia, syaratnya berbeza berbanding mereka beroperasi di Malaysia. Mereka dibenarkan – oleh sebab kita tidak ada undang-undang yang kukuh, yang kuat untuk *protect Malaysians*. Sebab itu saya kata *don't get diverted* dan kenapa mereka pilih Malaysia? Soalannya kenapa mereka memilih Malaysia? Kenapa mereka tak buat dekat Australia? Secara logiknya, *the reserves is theirs*. Macam kita, secara logiknya *it's our reserves. Let's make money from our reserves*.

But they are making money from us. Dia tak bayar kita cukai dan sebagainya. Mereka eksport 100 peratus pun, *rare earth elements* itu. Jadi, mereka ambil semua ore daripada Australia 100 per cent, export 100 per cent, *what do they leave us? Waste, radioactive in nature*. Yang ini yang kita tengok macam ini. Jadi, itulah yang boleh saya kongsi. *I think you understand why I'm so emotional about this. So, it is not about Lynas. I got nothing about Lynas. I got nothing about development, nothing against that. I just want to share with you how I feel with that kind of attitude* di mana selama lebih *I think* 15 tahun ini, seolah-olah macam suara rakyat Kuantan itu tak

ada nilai. Seolah-olah nyawa rakyat Kuantan itu tak ada nilai dan boleh diteruskan macam itu saja. Itu dia yang saya nak terangkan. Okey, terima kasih.

Tuan Pengerusi: Terima kasih.

Dato' Ngeh Koo Ham: *Before you end*, kalau boleh Puan Senator Fuziah pernah kongsi berapa laporan pakar berkenaan dengan isu ini dan saya sudah kongsi dalam *group* kitalah. Tapi untuk melengkapkan laporan kita, *if you can supply us with the professional report* untuk pertimbangan kita. Bukannya kita boleh terima bulat-bulat.

Tuan Pengerusi: Ya, kita boleh terima, okey. Hantar laporan itu kepada kita...

Dato' Ngeh Koo Ham: Okey, ya? *At least...*

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya akan senaraikan apa yang saya akan kongsi.

Tuan Pengerusi: Sebahagian saya rasa dah dimasukkan dalam fail masing-masing. Kita dah masukkan.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Saya akan masukkan dalam ini *all that executive reports, EIA reports* dan sebagainya itu.

Dato' Ngeh Koo Ham: Supaya kita lengkaplah dalam laporan kita itu. Terima kasih.

Puan Hajah Fuziah binti Salleh: Terima kasih.

Tuan Pengerusi: Baik, saya ucapkan bagi pihak jawatankuasa kita mengucapkan terima kasih di atas apa yang dibentangkan oleh Yang Berhormat Senator Puan Hajah Fuziah dan *insya-Allah* kita akan masukkan semua input yang daripada perbincangan ini ke dalam penyata kita untuk kita bentangkan nanti. Terima kasih.

■1620

[Yang Berhormat Timbalan Menteri Perdagangan Dalam Negeri dan Kos Sara Hidup meninggalkan bilik mesyuarat]

Okey, Ahli-ahli Yang Berhormat. Seterusnya, kita nak berbincang beberapa perkara. Pertama, berkenaan dengan penyata-penyata jawatankuasa pilihan khas yang akan kita sediakan. Setakat ini kita telah – sebagai ringkasan, saya rasa ada masukkan dalam ini ataupun tidak, bilangan mesyuarat-mesyuarat yang kita telah laksanakan.

Mesyuarat bilangan kelima, kita telah mendapatkan taklimat dan perbincangan dengan Jabatan Mineral dan Galian, Jabatan Tenaga Atom, Agensi Nuklear Malaysia berkaitan dengan REE.

Mesyuarat bilangan kelapan; Jabatan Alam Sekitar, Jabatan Kimia, pengurusan sisa Lynas.

Mesyuarat kesembilan; MARDI, UPM, UKM, penyelidikan dan pengkomersialan sisa Lynas Malaysia.

Mesyuarat yang terakhir sebelum hari ini kita berkaitan dengan isu ancaman hidupan liar bersama dengan PERHILITAN. Mesyuarat pada hari ini sepatutnya bersama juga dengan kita Yang Berhormat Puan Yeo Bee Yin tetapi saya rasa memadai dengan Yang Berhormat Puan Fuziah hadir pada hari ini berkaitan dengan permit Lynas.

Kita juga telah melakukan lawatan ke Lynas Malaysia untuk mendengar berkaitan pengurusan Lynas Malaysia. Saya ingin membincangkan tentang cadangan penyata-penyata yang kita akan kemukakan di dalam Dewan. Kalau seperti mana yang disenaraikan ini, kita cadangkan supaya dipecahkan kepada tiga penyata. Walaupun kita sebenarnya boleh buat dua penyata sahaja. Satu berkaitan dengan pengurusan, berkaitan dengan REE dan dijadikan satu tajuk. Tajuk yang berasingan di dalam penyata yang sama berkaitan dengan pengurusan sisa Lynas Malaysia.

Walau bagaimanapun, isu Lynas Malaysia ini adalah satu isu yang agak spesifik. Jadi, kerana itu kalau semua boleh bersetuju, saya cadangkan kita jadikan tiga penyata seperti mana senarai-senarai yang saya cadangkan di sini. Pertama berkaitan dengan, "Pengurusan Unsur Nadir Bumi Malaysia". Yang kedua, "Penyata Pengurusan Sisa Lynas Malaysia" dan yang ketiga, "Penyata Isu Ancaman Hidupan Liar". Berkaitan dengan Penyata Pengurusan Sisa Lynas Malaysia, saya rasa kita boleh sekiranya bersetuju, kita boleh simpulkan yang ini yang terakhir.

Dato' Ngeh Koo Ham: Atau kita masukkan Lynas dalam REE kerana permulaannya kita ini bagaimana nak majukan REE kita sebenarnya. *Then*, kita bukan nak siasat Lynas.

Tuan Pengerusi: Itu. Saya sebenarnya terpulang. Ada yang...

Dato' Ngeh Koo Ham: So, niat kita kerana kita nak bagi satu – beberapa cadangan kepada kerajaan *how to move forward* dengan *rare earth element* yang kita ada. Untuk mencapai matlamat ialah dengan dapat melombong dan memproses secara selamat dan mendapat kita kata dana ataupun *income* yang lebih banyak kepada negara kitalah.

Tuan Pengerusi: So, untuk ringkaskan sama ada kita nak jadikan dua *report* ataupun satu *report*? Kalau –

Dato' Azman bin Nasrudin [Padang Serai]: Saya cadang dua. Pengurusan Sisa Lynas Malaysia ini saya ingat pandangan YB Fuziah tadi pun kita boleh ambil kira.

Dato' Ngeh Koo Ham: Kerana sasaran..

Dato' Azman bin Nasrudin: Mungkin kita punya kerja tak habis lagi maksudnya.

Dato' Ngeh Koo Ham: Kerana sasaran kita bukannya Lynas itu, *kan?* Kita bermula dengan niat bagaimana nak tolong kerajaan.

Tuan Pengerusi: Sebab saya tengok yang berkaitan dengan Unsur Nadir Bumi Malaysia ini panjang lagi cerita. Unsur nadir bumi. Yang Lynas ini dah banyak kita bincangkan. Kita boleh *conclude* dulu.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Saya rasa boleh kalau kita nak – Lynas ini nampak *part* kita besar kepada Lynas. Padahal asalnya kita untuk REE Malaysia.

Dato' Ngeh Koo Ham: Kerana kalau topik kita Lynas, macam kita nak siasat tentang Lynas. Tetapi kalau tajuk kita nak tolong kerajaan bagaimana kita kata menjana kekayaan daripada REE kita dengan Lynas sebagai rujukan sahaja, apa yang telah berlaku. *So, on subject matter* ini, bagi pandangan luar kita ini bukan siasat Lynas lagi.

Tuan Pengerusi: Ya. Cuma saya rasa kalau kita nak buat macam itu, untuk kita siapkan penyata berkaitan dengan REE ini, saya rasa masih lagi ada banyak lagi soalan-soalan lain yang kita – pihak-pihak lain yang mungkin kita perlu tanya. Macam tadi berbangkit misalnya soal berkaitan dengan fasal apa kita terikat dengan semata-mata untuk Lynas ini, pemprosesan itu mesti menggunakan sumber *rare earth* daripada Australia.

Dato' Azman bin Nasrudin: Australia. Ya.

Tuan Pengerusi: Mengapa kita tak boleh syaratkan supaya dalam tempoh tertentu mereka perlu menggunakan...

Dato' Azman bin Nasrudin: Proses REE Malaysia.

Tuan Pengerusi:...proses yang tempatan, contohnya. Dari segi logik akal pun, maknanya dari segi kos sepatutnya lagi murah untuk berbanding mereka bawa daripada sana, *kan*.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma isu dia *company – company* Australia ya, Lynas ini *company* Australia. Jadi kerajaan rasa dia tak akan sambung. Kalau nak proses Malaysia punya, kita wujudkan *company* Malaysia.

Tuan Pengerusi: *Malaysian company*.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Cuma mungkin kita tak ada teknologilah.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Cuma teknologi, kepakaran, rakyat kita dah ada. Cuma *company* saya berfikir kerajaan tak setuju untuk sambung sebab dia akan *benefit* pada *company* Australia.

Dato' Ngeh Koo Ham: Mungkin bukan secara menyeluruh untuk Lynas buat. Kita ada satu *joint venture*. Kerana kalau kepakaran mungkin ada tetapi teknologi yang ada memerlukan kita kata *investment*. Pelaburan yang RM4 bilion. Mana satu syarikat di Malaysia yang sudi tanpa pengetahuan yang sedia ada di dalam kawalan kita untuk membina kilang RM4 bilion ini? Saya rasa kalau kita – orang bagi tahu kita masa kita pergi tengok sahaja atau *step by step* setiap industri ini, rahsia yang – *the final* rahsia ini dia tak bagi tahu. Formula dia, biasa. Jadi, bukan senang kita melabur RM4 bilion, mungkin akhirnya produk yang keluar itu tidak sebersih ataupun memenuhi tahap yang diperlukan oleh industri.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Saya rasa penyata kita, kita kekal tiga.

Dato' Azman bin Nasrudin: Kita kekal tiga?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Kita rasa tukar tigalah ya. Sebab ini..

Dato' Azman bin Nasrudin: Sesuai tiga?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Kalau kita buat dua penyata dengan hanya rujukan pada Lynas, kita punya agenda *meeting* kita *towards* Lynas satu, dua, tiga, empat..

Tuan Pengerusi: Banyak, banyak.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Sekali sahaja tentang REE Malaysia.

Dato' Ngeh Koo Ham: Okey.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Jadi, saya rasa REE Malaysia satu *part*. Satu lagi..

Tuan Pengerusi: Kita tutup bukulah, satu. Yang Lynas dulu satu.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Yang Lynas satu, kemudian...

Tuan Pengerusi: Setuju ya?

Dato' Ngeh Koo Ham: Maksudnya tajuk kita pun siasatan ke atas Lynaslah?

Tuan Pengerusi: Tak perlu. Kita boleh namakan lain. Kita cadangkan tajuk lain. Jangan tajuk itu macam seolah-olah mencari salahkah apa. Jangan.

Dato' Ngeh Koo Ham: Betul, betul.

Tuan Pengerusi: Kita tujuan kita untuk bagi pandangan.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: [*Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara*] Apabila kerajaan sambung 2026 nanti, sebenarnya banyak lagi kalau kita nak sambung Lynas ini. Kita boleh panggil Menteri, fasal apa sambung? Kenapa buat *u-turn*? Apa risiko PDF dia? Dia tak boleh tampung sampai 2026. *Confirmed*. Dia tak boleh tampung. Apa penyelesaiannya? Takkan kita nak Lynas...

Tuan Pengerusi: Boleh YB? Kita setuju macam itu, tiga?

Dato' Ngeh Koo Ham: Boleh, boleh.

Dato' Azman bin Nasrudin: Tiga, tiga.

Dato' Ngeh Koo Ham: Tetapi saya rasa mula-mula kita – niat kita bukan Lynas.

Tuan Pengerusi: Ya, cuma tajuk laporan itu jangan macam siasatan, *investigative* punya ini. Bukan. Okey.

Kemudian, berhubung dengan lawatan kerja. Hari itu kita dalam perbincangan kita, kita cadangkan supaya diadakan lawatan kerja ke Nanning, China di dalam awal tahun hadapan. Selain daripada itu, ada cadangan berkaitan dengan lawatan kerja ke Brussels, Belgium. Ini sempena dengan yang UN punya persidangan itu dalam bulan Oktober, November. Jadi kedua-dua tajuk ini kita telah bersetuju. Cumanya, ada pandangan – cadangan daripada pihak Nanning, China supaya – oleh kerana katanya di dalam awal tahun hadapan maknanya dia sibuk dengan perayaankah apa, tak salah saya.

Jadi oleh kerana itu, dicadangkan supaya tarikh itu dikemudian ke Mei 2024 tetapi di peringkat kita, kita boleh masukkan dulu secepat yang mungkin.

Dato' Azman bin Nasrudin: Ya. Kita *booking* dulu.

Tuan Pengerusi: *Booking* dulu peruntukan.

Dato' Azman bin Nasrudin: *Satgi* bajet habis *satgi*.

Tuan Pengerusi: Kita tak nak terlepas yang ini.

Dato' Azman bin Nasrudin: Terlepas pula.

Tuan Pengerusi: Okey. Jadi kita bersetuju. Kemudian, satu lagi...

Dato' Ngeh Koo Ham: Tahun Baru Cina?

Tuan Pengerusi: Tahun Baru Cina. Ya.

Dato' Azman bin Nasrudin: Yalah bulan Februari, Tahun Baru Cinalah.

Tuan Pengerusi: Ya, ya.

Dr. Noraisah binti Spahat [Setiausaha Bahagian (Bahagian Perancangan Strategik dan Antarabangsa), Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi]: Pengerusi, saya nak tambah sikit. Yang tadi itu, yang YB Tuan cakap tadi itu.

Sebenarnya kita ada – MOSTI dah buat, jumpa dengan semua *backbenchers* berkaitan Lynas ini.

■1630

Soalannya contohnya macam PDF bertambah. Daripada – ini saya bagi secara umumnya ya. Maknanya kalau teknologi *extraction* torium itu dilaksanakan, PDF takkan bertambah sebab dia akan selesaikan yang lama.

Tuan Pengerusi: Ya.

Dr. Noraisah binti Spahat: Benda itu berlaku serentak. Jadi, takkan ada penambahan. Saya takut nanti ada pihak-pihak YB yang tak dengar taklimat tersebut dan mungkin kefahaman itu mungkin tak sama, tak *at par*-lah dengan yang pergi dengan yang tak pergi.

Lagi satu, yes Lynas akan digunakan sebagai tempat untuk domestik punya *activities* REE-lah. So, dekat situ ada *cost and benefits*. Jadi, saya tak pasti sama ada kalau kita tanpa penjelasannya itu, adakah *paper* ini nanti akan jadi *paper* yang komprehensif.

Tuan Pengerusi: *Paper* ini nanti kita bukan akan keluarkan macam itu saja. Kita akan duduk berbincang dulu untuk *finalise*. Jadi, kita akan ambil semua input yang ada. Macam tadi, kadang-kadang macam kita bercakap soal kesihatan, dulu masa taklimat dulu pun kita ada tanya sama ada pernah berlaku sebarang insiden kesihatan ataupun ada sebarang laporan berkaitan dengan perkara-perkara itu. Jadi, ada jawapan-jawapan daripada jabatan-jabatan yang berkaitan. Jadi, kita akan duduk untuk *finalise paper* ini.

Dato' Ngeh Koo Ham: Jadi, cadangan nak *extract thorium* ini daripada *phosphate* – daripada WLP ini, kalau kita tak nak sediakan PDF, mesti dibuat kilang itu dengan cepat. Maksudnya kita mengeluarkan *fertiliser phosphate* dan torium. Kalau tidak, *waste* ini, WLP ini akan bertambah banyak dan tidak terkawal.

Tuan Pengerusi: Kalau saya boleh tanya *since* wakil MOSTI ada. Tahap mana dah sekarang ini dari segi kajian yang berkenaan? Dia menuju tahap *commercialisation* maksudnya benda itu dah boleh nak laksana tapi dengan skala yang besar atau macam mana?

Dr. Noraisah binti Spahat: Saya ada wakil JTA sini, Dr. Annuar. Dr. Annuar, kalau saya boleh bantu. Dia secara teknikallah. Dr. Annuar mungkin tahu. Dia dalam masa dua tahun, memang benda itu sekarang di peringkat makmal. Dalam masa dua tahun, dia akan buat secara komersiallah. Maknanya dia punya *potential* itu ada situ. Silakan, Dr. Annuar.

Ts. Dr. Mohamad Annuar Assadat Husain [Ketua Penolong Pengarah, Jabatan Tenaga Atom]: *Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh*, terima kasih. Sinilah cerita sahajalah ya.

Sebenarnya Lynas telah mengambil satu langkah untuk bagaimana nak kurangkan WLP ini dan juga bagaimana untuk nak pergi kepada NUF. Jadi, *one of* dia punya langkah-langkah yang dia buat adalah dia adakan satu nak dikatakan sebagai R&D punya itu – *team* yang *collaboration* dengan universiti-universiti tempatan dan juga agensi-agensi kerajaan yang lain. Contoh, MARDI dan sebagainya. Jadi, fokusnya adalah untuk macam mana yang dikatakan tadi untuk nak kurangkan WLP ini.

Jadi kajian yang dibuat, *stage* yang dibuat sekarang ini di UKM, memang dah buat dan benda itu berhasil. *Stage* yang kedua, kita terutamanya Nuklear Malaysia, dia ada *pilot plant* untuk buat *separation* torium ini tetapi mereka gunakan mineral kita, *monazite*. Dia bukan pakai WLP. Jadi, apa yang dibuat sekarang ini adalah Nuklear Malaysia sedang buat *adjustment* bagaimana *plant* ini boleh digunakan untuk WLP untuk *pilot plant*.

Next. Fasal apa? Kita katakan bahawa bagi pihak lembaga, dia – undang-undang dah kata, dalam syarat *licence* dah kata *within March 2026*, dia mesti kena kurangkan dia punya *level* itu hingga *below one becquerel per gram*, mesti. Itu dia punya *obligation*, tanggungjawab dia kepada Malaysia, kepada lembaga. Jadi itu yang dia kena buat.

Jadi, dalam *period* ini dan kita ada *balance* lebih kurang setahun lebih ini, dia tengah agresif untuk buat penyelidikan untuk nak capai *below one becquerel per gram* yang sekarang ini. Jadi *in same time*, projek ini bila benda ini dibuat, REE ini dibuat, *in same time*, apa yang ada yang sekarang berlaku, dia akan gunakan [Disampuk] [Tidak jelas] digunakan. Bukan dia ambil yang luar. Dalam ini, dia gunakan untuk hasilkan itu. Itu setakat itu. Kita dah pegang kepada syarat *licence* yang kita katakan dalam tempoh *licence* yang berakhir pada 2 Mac 2026. Kita pegang benda itu.

Dato' Ngeh Koo Ham: Saya ada satu persoalan. Kalau kita nak bina satu kilang untuk proses WLP ini untuk dapat torium dan *phosphate* ini, saya takut himpunan yang ada sekarang ini tak cukup. Kerana untuk sesuatu kilang itu, kita mesti ada bekalan *raw material* yang berterusan. Siapakah yang akan buat satu kilang untuk semata-mata memproses timbunan yang ada, kemudian berhenti? Melainkan kita nak galakkan mereka bawa lagi [Ketawa] banyak ini *we call* yang dari Australia, bahan mentah itu untuk diproses supaya kita ada bahan material untuk kilang memproses torium dan *phosphate* ini.

Kita mesti buat— *sorry*, saya pandangan daripada pelaburanlah. Melainkan kilang itu boleh memproses torium dan *phosphate* daripada REE Malaysia tapi kalau sesuatu barang itu kandungannya tak sama, biasa kilang itu tak boleh proses dua-dualah *unless* proses yang sama. Jadi, itu menjadi satu tanda tanya dari segi *feasibility* untuk kilang ini. Kalau boleh bagi satu jawapan melainkan timbunan ini sudah pun menguntungkan begitu banyak, melebihi pelaburan untuk membina kilang sedemikian. *Hope I'm clear on this. Whether its viable or not do have a kilang just to proses timbunan WLP yang ada.*

Ts. Dr. Mohamad Annuar Assadat Husain: Bagi saya sebagai *regulator*, saya pegang benda itu. Saya pegang bukan dalam bentuk ekonomi dan sebagainya. Saya pegang pada *licence* bagaimana dia nak *implement*, macam mana nak kurangkan kepada satu *becquerel per gram*. Kita pegang itu fasal kita *regulator*.

Jadi dalam aspek ekonomi, mungkin pihak universiti juga ada buat kajian juga saya rasa dia ada buat kajian tentang ekonomi *viable* tak *viable* tentang WLP ini. *Next*, itu mungkin pihak jawatankuasa boleh bertanya dengan merekalah, pihak universiti. Tentang dia punya *findings* dan adakah ia *viable* untuk ekonomi Malaysia dan sebagainya dan bagaimana nak kurangkan WLP ini dengan signifikan, dalam kuantiti *kan*, bagaimana nak kurangkan dia.

Jadi itu – bagi pihak saya, sebagai *regulator*, kita pegang kepada komitmen yang dikatakan *obligations* yang tanggungjawab dia itu kepada kita untuk kurangkan dia punya bawah satu *becquerel per gram*. Itu kita pegang.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Satu lagi untuk makluman ya, sebenarnya walaupun kita punya REE dikatakan tak ada radioaktif, sebenarnya sama dengan Australia. Dia radioaktif berlaku bila proses itu *[Disampuk]*. Memecahkan itu baru dia melahirkan radioaktif. Jadi *content* dia – sebab itu dia boleh eksport, boleh import ke Malaysia. Kalau dia radioaktif daripada awal, kapal pun tak mahu bawa. Jadi dia memang asalnya begitu. Bila proses itu baru dia menjadi radioaktif.

Datuk Larry Soon @ Larry Sng Wei Shien: Tapi Dato' Sri, tadi Fuziah kata tak sama.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* *It's okay*-lah, kita dengarlah dahulu.

Dr. Noraisah binti Spahat: Lynas perlu dikeluarkan satu peratus daripada keuntungan kasar untuk R&D. So dekat situ saya rasa ada elemen yang YB tanya *in terms of feasibility. Economic viability* itu saya rasa ada di situ cuma data itu tak ada pada hari inilah. Mungkin kita boleh *provide* pada *next time*.

Tuan Pengerusi: Okey, saya rasa memadai untuk mesyuarat ini...

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Mohon berbalik pada ini. Kita ada satu lawatan ke Gerik, Perak.

Tuan Pengerusi: Januari. Kalau boleh atur, urus setia. *[Disampuk]* Itu dia perlombongan saja.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Itu kita timbul dulu waktu perbincangan sebab *content* radioaktif pada amang itu, jauh lebih tinggi *[Disampuk]* compared dengan WLP.

■1640

Cuma kita bincang sekarang macam mana proses pengurusan amang yang ada di tempat ini. Kita lawatan itu untuk tengok sahajalah.

Dato' Ngeh Koo Ham: Amang ataupun REE di – kalau tanya lawatan kita ini pemprosesan amang ketinggalan dulu daripada perlombongan bijih timah atau kita nak lawat perlombongan REE di utara Perak yang sedang berlangsung?

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Yang MCRA ni REE?

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: REE ya?

Seorang Ahli: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Ya, REE

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* REE.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: Oh, bukan amang ya?

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Yang ini yang dieksport ke Nanning hari itu? Sebelum polisi baharu.

Dato' Sri Tuan Ibrahim bin Tuan Man: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* 10 kali.

Dato' Ngeh Koo Ham: So, sempena REE-lah dekat – yang saya – saya belum melawat ke sana tetapi daripada gambar-gambar, macam...

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Biasa.

Dato' Ngeh Koo Ham: ...it's dissolving some element keluar paip sahaja.

Tuan Pengerusi: *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]* Keluar paip air WLP. Saya tengok biasa sahaja, kan?

Seorang Ahli: Biasa sahaja. *[Bercakap tanpa menggunakan pembesar suara]*

Dato' Ngeh Koo Ham: Kita boleh – ini perlombongan dia. Pemprosesan belum tahu lagilah.

[Ahli-ahli mesyuarat berbincang sesama sendiri tanpa menggunakan pembesar suara]

[Mesyuarat ditangguhkan pada pukul 4.42 petang]