

PENILAIAN DAN PENENTUAN KESESUAIAN MEDIA UNTUK MIKROB DALAM
EFLUEN KELAPA SAWIT (POME)

NOOR AFIDAH MD ZULKEPLI

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2005



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENILAIAN DAN PENENTUAN KESUAIAN MEDIA UNTUKMIKROB DALAM EFLUEN KELAPA SAWIT (CPME)Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN (SAINS SEKITARAN)SESI PENGAJIAN: 2002 - 2005Saya NOOR AFIAH MD-ZULKEPLI

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO: 203, BLOK 4,
JEN. GELAMA - 17/24, SEKSYEN 17,40200, SHAH ALAM, SELANGOR.

Nama Penyelia

Tarikh: 24 MAC 2005

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Dengan ini, saya mengaku bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali hasil nukilan atau ringkasan yang telah saya jelaskan sumbernya.

21 Februari 2005



NOOR AFIDAH MD ZULKEPLI

HS 2002/3905



DIPERAKUKAN OLEH**Tandatangan**

1. PENYELIA

(DR. BONA VENTURE VUN LEONG WAN)



2. PEMERIKSA 1

(CIK KAMSIA BINTI BUDIN)



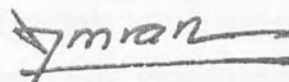
3. PEMERIKSA 2

(ENCIK JUSTIN SENTIAN)



4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)



PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya ingin memanjatkan kesyukuran kepada hadrat Illahi kerana dengan limpah kurnia dan izinNya, saya dapat menyiapkan disertasi ini bagi memenuhi syarat untuk memperolehi Ijazah Sarjana Muda Sains (Kep.). Kepada penyelia yang saya sanjungi, Dr. Bonaventure Vun Leong Wan, ucapan setinggi-tinggi terima kasih saya ucapkan. Tanpa dorongan serta tunjuk ajar yang diberikan, mungkin saya tidak dapat menghasilkan kajian dengan sebaiknya. Terima kasih sekali lagi.

Seterusnya, terima kasih yang tidak terhingga kepada ayahbonda yang saya kasihi iaitu, Md. Zulkepli Abu Malik serta Rosita Hj Taib yang selama ini memberikan saya semangat serta dorongan untuk saya meneruskan pengajian di UMS serta memberikan sepenuh kepercayaan kepada saya dalam menghasilkan disertasi ini. Dorongan serta semangat yang diberikan amatlah saya hargai. Terima kasih juga buat kakak saya, Noor Emilia Md. Zulkepli yang sentiasa menyuntik semangat kepada saya supaya dapat menamatkan pengajian dengan cemerlang.

Tidak lupa juga kepada pembantu-pembantu makmal yang sentiasa membantu saya dalam melakukan kerja-kerja di dalam makmal. Terutama sekali kepada Cik Christine dan Puan Dayang yang selalu membantu semasa saya menjalankan kerja makmal.

Akhir sekali, tidak dilupakan kepada rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa memberikan semangat kepada saya sepanjang saya menyiapkan disertasi ini. Antara rakan-rakan yang banyak membantu ialah saudari Nur Azura Berahim, Zarina Ahmad Zaidi, Sharifah Maryam Sayed Mohamed serta Khairul Bariyah Khalib. Tanpa bimbingan dari mereka, saya tidak dapat menghasilkan disertasi ini dengan jayanya.

Sekian.

NOOR AFIDAH MD ZULKEPLI



ABSTRAK

Kajian ini telah dijalankan untuk mengetahui kesesuaian media bagi mikrob yang terdapat dalam efluen kelapa sawit, POME serta memencilkan mikrob yang terdapat dalam efluen tersebut. Antara kaedah yang digunakan dalam kajian ini adalah seperti kaedah pengkulturan bagi pemencilan mikrob, gram-staining bagi menentukan gram bacteria yang terdapat dalam efluen serta agar types testing untuk menentukan kesesuaian media bagi mikrob yang terdapat dalam efluen kelapa sawit tersebut. Hasil daripada kajian yang dijalankan, didapati *nutrient agar* dan juga *nutrient agar* + 100% POME menunjukkan kadar pertumbuhan yang paling tinggi dalam jangka waktu 24 jam manakala, *sabouraud dextrose agar* menunjukkan kadar pertumbuhan yang paling perlahan dalam jangka waktu yang sama.



ABSTRACT

ASSESSMENT AND DETERMINATION SUITABLE MEDIUM FOR MICROBES COMPOSITION IN POME

This research was carried out to isolate the microbes in that effluent and to ascertain the suitable medium for microbes in the palm oil mill effluent, POME growth. In this research, the methods that were use, such as culture the effluent to isolate the microbes, gram staining and lastly agar types testing to know the suitable medium for microbial composition in POME growth. As a result, it shows that bacteria that was found in the effluent was rod bacteria and the gram of the bacteria was negative. Nutrient agar medium and nutrient agar+ 100% POME had the higher growth rate within 24 hours while sabouraud dextrose agar had the lower growth rate within the same period.



KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACK	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL & SINGKATAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif Kajian	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	
2.1 Pencemaran	6
2.2 Pencemaran Pertanian	8
2.3 Pertanian Kelapa Sawit	9
2.4 Pemprosesan Kelapa Sawit	10
2.5 Efluen Kelapa Sawit ‘Palm Oil Mill Effluent’ (POME)	12



2.6 Rawatan 'Palm Oil Mill Effluent' (POME)	15
2.7 Mikrob dalam Sisa Buangan dan Air Buangan	16
2.8 Mikrob dan Proses Bioremediasi	17
2.9 Nutrien untuk Mikroorganisma Hidup	19
2.10 Jenis-jenis Media untuk Pengkulturan	20
2.10.1 Media Kompleks	21
2.10.2 Media Sintetik	22
2.11 Faktor Pertumbuhan Mikroorganisma	23
2.11.1 Suhu	24
2.11.2 Keasidan dan Kealkalian	25
2.11.3 Oksigen	26
2.11.4 Nutrisi	27
BAB 3	BAHAN DAN KAEDAH
3.1 Lokasi Persampelan	29
3.2 Penyediaan Agar	30
3.3 Pengkulturan Sampel	31
3.3.1 Sub-kultur Sampel	31
3.3.2 Penyediaan Slaid	33
3.4 <i>Gram-staining</i>	33
3.5 <i>Agar Types Testing</i>	35



BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1 Pengkulturan dan Pemencilan Efluen Kelapa Sawit (POME)	37
4.2 Penyediaan Slaid	40
4.3 Penilaian <i>gram-staining</i>	42
4.4 Penentuan Media yang Sesuai	44

BAB 5 KESIMPULAN 52

RUJUKAN 54



SENARAI JADUAL

	Muka Surat
2.1 Had Parameter POME	13
2.2 Ciri-ciri Bahan Logam dalam POME	14
2.3 Kandungan Nutrien untuk pertumbuhan bacteria Heterotrofik	22
2.4 Media sintetik kimia untuk pertumbuhan <i>E.coli</i>	23
4.1 Jenis-jenis media yang digunakan dalam penentuan pertumbuhan mikrob	44
4.2 Kadar pertumbuhan mikrob di atas media yang berlainan	46



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
4.1 Pengkulturan efluen POME	38
4.2 Sub-kultur 1 daripada kultur efluen POME	38
4.3 Sub-kultur 2 daripada kultur efluen POME	40
4.4 Gambarajah slaid bakteria rod 1	41
4.5 Media <i>Nutrient Agar</i>	46
4.6 Media <i>LB Agar</i>	47
4.7 Media <i>Potato Dextrose Agar</i>	48
4.8 Media <i>Sabouraud Dextrose Agar</i>	49
4.9 Media <i>Nutrient Agar</i> + 100% efluen	50
4.10 Media <i>Nutrient Agar</i> + 10% efluen	50



SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

mg/l	milligram per liter
μ l	mikroliter
HCl	Asid Hidroklorik
N	Nitrogen
P	Fosforus
K	Kalium
Mg	Magnesium
Ca	Kalsium
NA	Nutrien agar
SDA	Sabouraud dextrose agar
PDA	Potato dextrose agar
POME	Palm oil mill effluent



BAB 1

Pengenalan

1.1 Pengenalan

Pencemaran sering dikaitkan dengan pembuangan bahan atau kotoran yang terhasil daripada sesuatu pemprosesan. Bahan yang terhasil pula biasanya bersifat tercemar, kotor dan mengandungi banyak mikrob. Aktiviti pertanian merupakan salah satu daripada sumber pencemar yang sering berlaku di kebanyakan negara yang menjalankan aktiviti pertanian. Ini adalah kerana bahan buangan yang terhasil daripada aktiviti pertanian serta pemprosesan pertanian mengandungi banyak sumber pencemar yang akan memberikan kesan terhadap tahap pencemaran sekitaran.

Aktiviti pertanian semestinya amat penting kerana aktiviti pertanian banyak mendatangkan faedah terhadap ekonomi negara. Namun demikian, terdapat juga beberapa kesan negative yang berlaku hasil daripada aktiviti pertanian. Kesan daripada aktiviti pertanian boleh terbahagi kepada kesan jangka panjang serta kesan jangka pendek.



Contohnya, penggunaan pestisid dalam aktiviti pertanian. Dalam kesan jangka pendek, penggunaan pestisid akan mendatangkan kesan yang baik terhadap hasil pertanian yang dijalankan. Tetapi, dalam kesan jangka panjang, bahan kimia dalam pestisid ini akan bertindak balas dan menghasilkan kesan yang tidak diingini. Antara kesan utama yang terjadi akibat penggunaan pestisid ini adalah sumber kepada pencemaran air (Keller, 2000).

Selain daripada itu, aktiviti pertanian akan menghasilkan sisa buangan atau efluen yang terhasil daripada pemprosesan hasil pertanian. Sebagai contoh, kilang pemprosesan kelapa sawit yang akan menghasilkan efluen dan seterusnya efluen tersebut akan dialirkan ke sungai-sungai berhampiran. Jika dikaji serta dianalisis kandungan efluen kelapa sawit tersebut, ianya berpotensi tinggi mengandungi mikrob terutamanya bacteria. Seperti kilang pemprosesan penghasil baja, pengujian telah dijalankan dan ianya mendapati bahawa terdapat beberapa jenis bacteria yang hidup dalam efluen tersebut. Analisis melalui bacteria TCAH, komposisi dalam efluen menunjukkan bahawa kehadiran mikrob seperti bacteria adalah tinggi. Antara mikrob yang hadir dalam efluen tersebut adalah *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Methylobacterium*, *Rhodotorula glutinis*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Enterobacter* dan sebagainya (Uba, 1995).

Secara amnya, mikrobiologi ditakrifkan sebagai suatu kajian tentang mikroorganisma kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar. Kehadiran mikrob ini di alam sekeliling adalah dapat ditentukan dan dilihat dengan menggunakan mikroskop tertentu. Saiz mikrob ini adalah sangat kecil dan ia boleh terdapat di mana-mana



sahaja. Dalam kajian yang dijalankan, didapati bahawa sel mikrob adalah lebih jelas berbanding dengan sel haiwan mahupun sel tumbuhan. Diketahui bahawa, mikrobiologi adalah melibatkan proses pembiakan, tenaga serta penghasilan dengan sel lain, sama ada terdiri daripada sel yang sama jenis atau sel dari jenis yang lain. Mikrobiologi juga mendefinisikan tentang kehidupan sel serta bagaimana ianya berfungsi (Brock, 1984).

Di dalam kajian tentang mikrobiologi, mikroorganisma boleh dikategorikan dalam enam sub-kumpulan. Antaranya ialah bakteria, archea, fungus, protozoa, dan juga virus. Mikroorganisma yang dinamakan bakteria adalah berbeza dengan mikroorganisma lain melalui perbezaan dari segi saiz yang kecil dan juga mempunyai struktur sel yang dinamakan prokaryot. Kebanyakan bakteria adalah terdiri daripada unisel. Bacteria juga mempunyai pelbagai bentuk yang tertentu iaitu sfera, berbentuk rod, bentuk lingkaran, bentuk koma, bentuk bintang atau pun bentuk empat segi. Bacteria ini memperoleh tenaga melalui pelbagai cara. Antara cara yang biasanya digunakan oleh bakteria untuk mendapatkan tenaga adalah dengan menjalankan proses pencernaan bahan organik, proses fotosintesis dan juga proses pencernaan bahan inorganik. Dengan itu, bakteria mempunyai pelbagai pilihan dalam mendapatkan sumber-sumber tenaga. Bacteria membiak dalam jangka suhu yang tertentu, iaitu -20°C lebih rendah dari takat beku air dan sehingga suhu yang paling tinggi kira-kira 110°C , lebih tinggi dari takat didih air (Ingraham, 2000).



Efluen kelapa sawit, (Palm Oil Mill Effluent, POME) merupakan sisa buangan yang terhasil daripada pemprosesan buah kelapa sawit untuk menjadi minyak kelapa sawit. Proses untuk menghasilkan minyak kelapa sawit ini akan menghasilkan sisa yang mengandungi pelbagai jenis kotoran, sisa-sisa minyak dan juga tanah terampai. Seperti efluen lain, efluen kelapa sawit (POME) turut mengandungi mikroorganisma yang dapat hidup dan membiak di dalam sisa buangan kelapa sawit tersebut. Ini adalah kerana mikrob sangat sesuai hidup di kawasan yang mempunyai nilai kelembapan serta nilai pH dan suhu yang tertentu. Sememangnya, mikrob lebih mudah didapati dalam air dari efluen yang dihasilkan daripada suatu pemprosesan. Biasanya, air daripada efluen tersebut mengandungi bacteria prokaryot dan protozoa eukaryot (Schwartz *et al.*, 2003).

Efluen kelapa sawit (POME) merupakan suatu sumber pencemar yang paling tinggi di sungai-sungai yang terdapat di Malaysia. Dalam kajian yang dijalankan, didapati bahawa sisa buangan yang terhasil daripada kelapa sawit mengandungi nilai BOD di antara 20 000 sehingga 30 000 p.p.m., iaitu lebih kurang 50 kali lebih kuat daripada sisa buangan domestik. Untuk itu, kerajaan telah menggariskan beberapa peraturan yang perlu diikuti oleh pengusaha kelapa sawit, iaitu kaedah rawatan yang perlu dijalankan untuk bahan buangan kelapa sawit sebelum ianya disalurkan ke sungai berhampiran (Velayuthan dan Chan, 1983).

Sisa buangan kelapa sawit ini merupakan satu sumber pencemaran, di mana sisa tersebut mengandungi pelbagai jenis bahan terampai, bahan organik serta hidupan seperti mikroorganisma yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar. POME boleh dikelaskan



sebagai pencemaran yang berlaku akibat daripada aktiviti pertanian dan seterusnya mengakibatkan berlakunya pencemaran air sungai yang sangat teruk. Keadaan ini adalah disebabkan POME mempunyai kandungan organik dan asid yang tinggi (Setiadi, 2000).

Diketahui juga bahawa, terdapat juga mikroba yang berguna dalam mengurangkan tahap pencemaran air yang berlaku di negara ini. Mikroba ini dapat menjalankan proses-proses seperti bioremediasi dan juga biodegradasi yang berfungsi untuk menguraikan mikroba tersebut dan seterusnya mengurangkan kadar pencemaran air atau pun sisa buangan yang dihasilkan oleh sektor pertanian seperti kelapa sawit. Dengan mengetahui kehadiran mikroba di dalam sisa buangan kelapa sawit, POME, maka mikroba tersebut dapat digunakan untuk merawat POME yang terhasil.

1.2 Objektif Kajian

Dalam kajian yang dijalankan ini, objektif kajian adalah untuk:

- i. memencilkan mikroba di dalam efluen kelapa sawit (POME) untuk mengetahui jenis mikroba yang terdapat dalam efluen tersebut.
- ii. mengkaji kesesuaian media untuk pertumbuhan mikroba yang terpencil dari efluen kelapa sawit, POME tersebut.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Pencemaran

Pencemaran merupakan suatu hasil yang dihasilkan daripada suatu proses di mana hasil tersebut telah tercemar, kotor serta mengandungi banyak bendasing. Pencemaran ini boleh dibahagikan kepada beberapa kategori, iaitu pencemaran air, pencemaran udara, pencemaran bunyi dan juga pencemaran pertanian. Pencemaran pertanian ini berlaku akibat daripada penggunaan bahan-bahan organik dan juga sisa buangan yang dihasilkan dalam aktiviti pertanian tersebut. Sebagai contoh, aktiviti pertanian kelapa sawit yang menghasilkan sisa buangan yang dinamakan 'Palm Oil Mill Effluent' atau lebih dikenali sebagai POME.

Pencemaran udara terbahagi kepada dua kumpulan utama, iaitu pencemaran primer dan pencemaran sekunder. Pencemaran primer adalah bahan pencemar yang dibebaskan secara terus ke atmosfera. Manakala, pencemaran sekunder pula merupakan



bahan pencemar yang terhasil daripada tindak balas antara pencemar primer dengan komponen atmosfera yang normal (Keller, 2000).

Pencemaran udara yang berlaku mendatangkan pelbagai kesan terhadap kesihatan manusia. Contohnya, penyakit paru-paru, penyebab kanser, sakit jantung, asma dan sebagainya. Selain itu, pencemaran udara turut memberikan kesan terhadap tumbuhan. Tumbuhan yang telah terdedah dengan pencemaran udara akan mengalami kesan-kesan seperti kerosakan tisu, tumbesaran yang perlahan serta beberapa jenis penyakit tumbuhan yang lain (Keller, 2000).

Pencemaran air pula merujuk kepada pengurangan kualiti air di mana kehadiran bahan-bahan pencemar di dalam sumber air akan memberikan kesan yang buruk terhadap kualiti air. Sumber air dikatakan telah tercemar sekiranya terdapat bahan pencemar seperti pepejal terampai, mikrob seperti bakteria dan juga virus, bahan organik dan sebagainya. Biasanya, sumber kepada pencemaran air adalah daripada sisa buangan kilang-kilang yang dialirkan ke kawasan sungai atau kesan daripada aktiviti pertanian, iaitu penggunaan pestisid untuk mengurangkan serangan serangga perosak (Keller, 2000)

Kualiti air dan juga air bawah tanah di kawasan pertanian serta perindustrian biasanya telah dicemari oleh kandungan bahan kimia. Sumber bahan-bahan kimia ini termasuklah daripada sektor perindustrian yang menghasilkan efluen yang mengandungi bahan kimia merbahaya serta pestisid yang terhasil daripada kawasan yang menjalankan aktiviti pertanian. Contoh bahan kimia yang dihasilkan oleh sektor perindustrian adalah



logam berat seperti cadmium, plumbum dan juga merkuri. Selain itu, bakteria dan koliform juga terhasil akibat daripada aktiviti perindustrian serta pertanian (Manahan, 2000).

2.2 Pencemaran Pertanian

Pertanian merupakan sektor industri yang terbesar di dunia kerana hampir sabahagian daripada penduduk dunia bergantung kepada sektor pertanian dalam kehidupan seharian. Ekonomi negara juga banyak bergantung kepada sektor pertanian. Contohnya, pertanian kelapa sawit yang banyak dijalankan di Malaysia. Namun, kegiatan pertanian tetap mendatangkan pencemaran terhadap alam sekitar iaitu melalui pencemaran air yang disebabkan oleh efluen kelapa sawit, POME. Efluen ini dikatakan sebagai bahan pencemar kerana ianya mengandungi bahan organik yang tinggi. Selain itu, nilai COD bagi POME juga tinggi iaitu antara 45,000 hingga 65,000 mg/l dan nilai BOD untuk 5 hari adalah antara 18,000 sehingga 48,000 mg/l (Chin *et al.*, 1996)

Kesan pencemaran pertanian turut terbahagi kepada kesan primer dan kesan sekunder. Kesan primer merupakan kesan pencemaran pertanian yang berlaku hanya pada kawasan pertanian sahaja, manakala kesan sekunder pula merupakan kesan yang berlaku di kawasan lain yang disebabkan faktor bawaan air dan bawaan angin dari kawasan pertanian ke kawasan yang lain (Keller, 2000).



Hampir 70% sumber bekalan air digunakan dalam sektor pertanian yang dijalankan bagi suatu kawasan pertanian. Ini kerana sumber bekalan air ini akan digunakan sepanjang proses pertanian dijalankan. Sumber air yang bersih adalah sangat penting dalam menjalankan aktiviti pertanian bagi mendapatkan hasil yang terbaik. Penggunaan sumber air dalam sektor pertanian menyebabkan berlakunya pengurangan sumber air bawah tanah dan juga air permukaan melalui fenomena hakisan. Kajian di United States menunjukkan bahawa sektor pertanian menyebabkan pencemaran air bawah tanah berlaku. Sumber utama pencemaran air bawah tanah adalah nitrat dan juga pestisid (<file:///E:/Chapter1Introductiontoagriculturalwaterpollution.htm>).

Menurut kajian-kajian yang dijalankan di sungai-sungai di Malaysia, ianya mendapati bahawa efluen kelapa sawit, POME merupakan sumber pencemar yang paling tinggi. Kandungan BOD adalah sangat tinggi iaitu kira-kira 50 sehingga 60 kali lebih kuat daripada sisa buangan domestik (Tusirin, 1983).

2.3 Pertanian Kelapa Sawit

Kelapa sawit atau pun lebih dikenali dengan nama saintifik *Elaeis guineensis* Jacq., tumbuh secara komersial di negara seperti Afrika, Equatorial America, Selatan Timur Asia dan Selatan Pasifik. Terdapat pelbagai jenis spesies bagi tanaman kelapa sawit, antara jenis spesies tersebut adalah *E. oleifera* dan *E. odora* (Corley, 1976).



Penanaman kelapa sawit adalah tidak sukar dan ia tidak memerlukan penjagaan yang begitu rapi. Kelapa sawit yang telah masak akan dipungut dan diproses menjadi pelbagai jenis produk yang berasaskan kelapa sawit. Contohnya, minyak masak, mentega, sabun dan lain-lain lagi. Hasil daripada pemprosesan kelapa sawit ini akan menghasilkan sisa buangan yang dinamakan “Palm Oil Mill Effluent” (POME).

Seperti sektor pertanian yang lain, pertanian kelapa sawit turut menghasilkan bahan pencemar semasa pemprosesan kelapa sawit dijalankan. Bahan pencemar ini terhasil daripada penggunaan pestisid pada tanaman kelapa sawit, efluen yang terhasil semasa pemprosesan kelapa sawit dijalankan iaitu POME, penggunaan bahan organik dan sebagainya. Pencemaran yang berlaku akan mengakibatkan pelbagai kesan terhadap manusia, terutamanya kesihatan manusia (Manahan, 2000).

2.4 Pemprosesan Kelapa Sawit

Setiap jenis tanaman perlu melalui pelbagai proses sebelum menghasilkan sesuatu produk. Begitu juga dengan tanaman kelapa sawit. Buah kelapa sawit yang mentah perlu menjalani pelbagai proses sebelum menghasilkan produk seperti sabun, bahan api, minyak masak dan lain-lain lagi.



Antara proses yang terlibat dalam menghasilkan produk-produk dari buah kelapa sawit adalah proses untuk meleraikan ikatan buah kelapa sawit. Buah kelapa sawit yang kosong akan dihancurkan dengan menggunakan mesin pengisar yang tertentu. Proses pengisaran buah kelapa sawit ini akan menghasilkan serat buah kelapa sawit. Apabila serat buah kelapa sawit mengalami proses penguraian, maka proses pengisaran ini akan menjadi lebih cepat lagi. Buah kelapa sawit yang telah disteril akan menyebabkan pensterilan kondensasi berlaku dan menghasilkan serat kelapa sawit (Sing *et al.*, 1999).

Seterusnya, serat buah kelapa sawit ini akan dicampurkan dengan POME iaitu "Palm Oil Mill Effluent" di mana bahan ini mengandungi kandungan nitrogen yang amat tinggi. Selepas itu, tanah lapang akan dibahagikan kepada dua bahagian sebelum dicampurkan antara satu sama lain. Proses pengawasan kualiti buah kelapa sawit dijalankan untuk memastikan suhu, kelembapan, kandungan oksigen serta kandungan karbon dioksida sentiasa dalam keadaan yang baik untuk memastikan bahawa lalang atau rumpai dan pathogen akan dapat dimusnahkan dalam proses tersebut. Apabila proses penguraian dilakukan, serat kelapa sawit akan diasingkan mengikut saiz yang tertentu mengikut permintaan pelanggan. Akhir sekali, produk biojisim akan dihasilkan dalam jangka masa 8 hingga 10 minggu. Ia boleh digunakan untuk mengurangkan masalah yang berkaitan dengan tanah (Sing *et al.*, 1999).



RUJUKAN

- Bergquist, L.M., dan Pogolian, B., 2000. *Microbiology Principles and Health Science Applications*, W.B. Saunders Company, United States of America.
- Corley, R.H.V., Hardon. J.J., dan Wood B.J., 1976. *Developments in Crops Science I, Oil Palm Research*, Elsevier Scientific Publishing Company.
- Cowan, S.T., 1974. *Identification of Medical Bacteria*, Cambridge University Press, United States of Amerika.
- Erickson, L.E., Davisa, L.C., dan Narayan, M., 1995. *Thermochimica Acta*. Bioenergetics and Bioremediation of contaminated soil **250** (2), 353-358.
- Gadd, G.M., 2004. *Biogeochemical Process and the Role of Heavy Metals in the Soil Environment*. Microbial influence on Metal Mobility and Application for Bioremediation **122** (2-4), 109-119.
- Gross, T., Faull, J., Ketteridge, S., dan Springham, D., 1995. *Introductory Microbiology*, Chapman Hall, United Kingdom.
- Hartley. C.W.S., 1967. *Tropical Agriculture Series, The Oil Palm*, 2nd edi., Longman Group Limited, London.
- Huan, L.K., Bachik, A.T dan Chin, Y.P., 1984. *Land Application of Palm Oil and Rubber Factory Effluents*, The Malaysia Society of Soil Science, Kuala Lumpur.
- Hutagalung, R.I., 1987. *Palm Oil*. John Wiley and Sons, Great Britain.
- Ingraham, J.L., dan Ingraham, C.A., 2000. *Introduction to Microbiology*, 2nd edi., Cole Thomson Learning, United States of America.



- Keller, B., 2000. *Environmental Science Earth as a Living Planet*, 3rd edi., John Wiley and Sons, United States of America.
- Klinge, C., Gejlsbjerg, B., Ekelund, F., dan Madsen, T., 2001. *Chemosphere*. Effects of sludge-amendment on mineralization of pyrene and microorganisms I sludge and soil **45** (4-5), 625-634.
- Kyriacou, A., Lasaridia, K.E., Kotsua, M., Balisa, C., dan Pilidis, G., 2003. *Process Biochemistry*. Combined bioremediation and advanced oxidation of green table olive processing wastewater.
- Ma, A.N., *Treatment of Palm Oil Mill Effluent*. Palm Oil Research Institute of Malaysia.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., dan Parker, J., 1984. *Brock Biology of Microorganisms*, 10th edi., Prentice Hall (Pearson Education International), United States of America.
- Manahan, S.E., 2000. *Environmental Chemistry*, 7th edi., Lewis Publishers, United States of America.
- McCurrach, J.C., 1960. *Palms of The World*, Happer and Brothers, New York.
- Mitchell, R., 1992. *Environmental Microbiology*, John Wiley and Sons, New York.
- Moat, A.G., 1979. *Microbial Physiology*, John Wiley & Son, United States of America.
- Moat, A.G., Foster, J.W., dan Spetor, M.P., 2002. *Microbial Physiology*, John Wiley & Son, New York.



- Mullis,K.B., Ferre,F., dan Gibbs,R.A., 1994. *The Polymerase Chain Reaction*, Birkhauser, United States of America.
- Mohd Nor,M.T., dan Suwandi,M.S., 1983. *Palm Oil Mill Effluent Treatment By Ultrafiltration: An Economic Analysis*, Palm Oil Research Malaysia.
- Ngan,M.A., Tajima,Y., Asahi,M., dan Hanif,J., 1996. *A Novel Treatment Process For Palm Oil Mill Effluent*, PORIM.
- Panikov,N.S., 1995. *Microbial Growth Kinetics*, Chapman Hall, Great Britain.
- Peberdy,J.F., 1980. *Developmental Microbiology*, Thomson Lithi Ltd, Scotland.
- Schwartz,T., Kohnen,W., Jonsen,B., dan Obst,U., 2003. *FEMS Microbiology Ecology*. Detection of antibiotic-resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water and drinking water biofilms **43** (3), 325-335.
- Sing,G., Huan, L.K., Leng,T., dan Kow,D.L., 1999. *Oil Palm and the Environment A Malaysia Perspective*, Malaysia Oil Palm Grower's Council.
- Tortora,G.J., Funke,B.R., dan Case,C.L., 2002. *Microbiology an Introduction*, Pearson Education, United States of America.
- Uba, B.N., 1995. *Bioresource Technology*. Microbial characteristic of wastewater from anitrogen and phosphate-based fertilizer factory **51** (2-3), 143-152.
- Valoa,R.J., Haggblomb,M.M., dan Salonene,M.S.S., 1990. *Water Research*. Bioremediation of chlorofenol containing simulated ground water by immobilized bacteria **24** (2), 253-258.



Velayuthan,A., dan Chan,K.L., 1983. *Efficiency of Palm Oil Extraction and Quality Control*, Palm Oil Research Institute of Malaysia.

Williams,C.N., dan HSU,Y.C., 1970. *Oil Palm Cultivation in Malaya Technical and Economic Aspects*,

