## PEMBUATAN ASAM LEMAK PADA INDUSTRI OLEOKIMIA

Muhammad Yusuf Ritonga<sup>\*)</sup>

#### **ABSTRAK**

asar oleokimia secara prinsip diturunkan dari bahan baku alami dan dikenal sebagai oleokimia alami. Oleokimia juga diproduksi dari petrokimia dan diklasifikasi sebagai oleokimia sintetis. Secara umum industri oleokimia di Indonesia berbasis pada bahan baku alami, sehingga oleokimia sintetis tidak dibahas pada makalah ini. Bahan dasar oleokimia diproduksi dari trigliserida minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, inti sawit dan kelapa kopra (di Indonesia) dengan proses hidrolisa atau metilasi dan menghasilkan gliserin sebagai produk samping dan asam lemak (fatty acid) sebagai produk utamanya dengan proses hidrogenas, destilasi dan/atau fraksinasi. Pemakaian bahan oleokimia dasar untuk pemakaian langsung fatty acid dan gliserin atau sebagai bahan intermediate menghasilkan produk yang sangat beragam.

Kata kunci: Pengolahan awal minyak dan lemak, trigeliserida, hidrogenasi, destilasi/fraksinasi asam lemak

#### PENDAHULUAN

Minyak kelapa kopra atau *Coconut Oil* (CNO), minyak kelapa sawit atau *Palm Oil* (PO) dan minyak inti kelapa sawit atau *Palm Kernel Oil* (PKO) merupakan bahan baku utama industri oleokimia di Indonesia dan dunia pada umumnya, di AS, Kanada, Eropa, Australia, New Zealand dan Rusia banyak digunakan *tallow* (minyak hewan hidup atau yang mati) (4).

Jumlah rantai karbon penyusun asam lemak pada minyak nabati sangat bervariasi yang memperkaya jenis produk asam lemak yang bisa dihasilkan. Kandungan bahan pengotor juga sangat bervariasi. Kedua hal ini sangat mempengaruhi efisiensi dan alternatif proses, kondisi pengolahan dan mutu

minyak nabati serta produk turunannya, seperti asam lemak serta *fatty alcohol*. Skema umum industri oleokimia dari trigliserida ditunjukkan pada Tabel 1.

Industri oleokimia adalah industri yang hijau, karena minyak dan lemak nabati juga asam lemaknya adalah bahan yang tidak beracun dan mudah didegradasi secara biologi pada nilai lebih besar dari 80 % (lebih tinggi dari ketetapan OECD = Organitation For Economical Co-operation and Development pada range 60-70 %)(6).

#### Minyak Kelapa Kopra (CCNO)

 $\begin{array}{cccc} \textit{Crude} & \textit{Coconut} & \textit{Oil} & \textit{merupakan} \\ \textit{sumber} & \textit{utama} & \textit{asam lemak tunggal C}_{12, \, 14,} \\ \textit{16, 18} & \textit{atau asam lemak } \textit{blended C}_{6-10,} \\ \textit{C}_{12-14,} \\ \textit{C}_{16,} \\ \textit{18} & \textit{juga } \textit{fatty alcohol tunggal C}_{12, \, 14, \, 16, \, 18} & \textit{dan} \\ \end{array}$ 

<sup>\*)</sup> Staf Pengajar Departemen Kimia, FMIPA USU Medan.

Tabel 1. Skema Industri Oleokimia (4)

Bahan Baku	Unit Operasi	Oleokimia Dasar	Penggunaan
Alami Minyak kelapa kopra Minyak kelapa sawit Minyak inti sawit Minyak kedelai Minyak bunga matahari Dan lain-lain Sintetis Etilen Propilen Olefin	Splitting Destilasi Fraksinasi Separasi Hidrogenasi Metilasi	Fatty acid FA metil ester Fatty alkohol Fatty amine Gliserin	Ban Krayon Bahan pencuci Tekstil Kosmetik Deterjen Bahan pemadam kebakaran Emulsi makanan Insektisida Pelumas Cat Kertas Farmasi Pestisida Plastik Karet

Tabel-2. Komposisi Spesifik Asam Lemak Minyak dan Lemak (4)

Komponen	Jml Rantai C	Minyak kelapa kopra	Minyak jagung	Minyak kelapa sawit	Minyak inti sawit	Minyak kacang kedelai
As. Kaproat	$C_6$	0,5			0,3	
As. Kaprilik	C <sub>8</sub>	7,5			0,9	
As. Kaprik	C <sub>10</sub>	7.0			4.0	
As. Laurat	C <sub>12</sub>	48			49,6	
As. Miristat	C <sub>14</sub>	16,5		1.0	16.0	
As. Palmitat	C <sub>16</sub>	8.0	11,5	47.0	8.0	10,5
As. Palmitoleat	C <sub>16-1</sub>	1.0.				
As. Stearat	C <sub>18</sub>	4.0	2.0	4.0	2,4	3.0
As. Oleat	C <sub>18-1</sub>	5.0	26,5	37,5	13,7	22,5
As. Linoleat	C <sub>18-2</sub>	2,5	59.0	16.0	2.0	54,5
As. Linolenat	C <sub>18-3</sub>	1.0			0,1	8,3
As. Aracidat	C <sub>20</sub>	-				
As. Aracidonat	C <sub>20-1</sub>	_		0,5		1.0

blended C<sub>12-14</sub>, C<sub>16-18</sub> pada industri oleokimia. Pemakaiannya banyak digunakan untuk pembuatan sabun, detergen, sampo dan kosmetika. Komposisi spesifik CNO dapat diperhatikan pada Tabel 2.

#### Minyak Kelapa Sawit (CPO)

Crude Palm Oil mengandung mayoritas asam lemak  $C_{16, 18, 18-I, 18-2}$  dengan komposisi yang sangat berbeda dengan CNO dan CPKO, juga merupakan sumber asam lemak  $C_{16, 18}$  CPO umum sebagai

bahan baku utama pembuatan asam oleat  $C_{18-1}$  dengan *dry fractionation*.. Perbedaan komposisi ini memperkaya produk asam lemak  $C_{16-18}$ , sehingga lebih fleksibel penggunaannya. Bahan asam lemak ini diperoleh dengan destilasi dan/atau fraksinasi, melalui alternatif proses pada Gambar 3 dan 7.

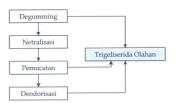
#### Minyak Inti Kelapa Sawit (CPKO)

Crude Palm Kernel Oil diperoleh dari biji buah kelapa sawit. CPKO lebih jenuh dari CPO tetapi lebih tidak jenuh dari CCNO. CPKO juga merupakan sumber utama kedua  $C_{8, 10, 12, 14}$  asam lemak pada industri oleokimia, disamping CCNO. Komponen ini dapat dipisahkan dengan fraksinasi setelah melalui degumming, pemucatan dan splitting. CPKO mengandung asam lemak  $C_{12, 14}$  dan digunakan sebagai pengganti CNO untuk memperoleh produk yang  $C_{12, 14}$  yang relatif sama.

## PEMISAHAN IMPURITIES DARI BAHAN BAKU

Bahan *impurities* (bahan pengotor) pada minyak nabati berasal dari sumber yang bervariasi, terdapat secara alami pada minyak dan lemak, karena degradasi gliserida dan proses pengolahan. Asam lemak bebas, pospatida, bahan tidak tersabunkan, sterol, logam tidak terdeteksi, penyebab warna dan peptida adalah kebanyakan pengotor yang umum.

Bahan pengotor di atas harus dikurangi serendah mungkin yang sesuai



Gambar-3. Alternatif Pemurnian Bahan Baku Oleokimia

dengan mutu asam lemak yang dihasilkan. Pada umumnya mutu jika asam lemak yang dihasilkan semakin baik, semakin stabil terhadap perubahan panas dan oksidasi, jika kandungan bahan pengotor di atas ditekan serendah mungkin (3).

Untuk memisahakan bahan pengotor dari minyak dan lemak, telah dikembangkan pada industri proses refinery pada Gambar 3 (5).

Pospatida merupakan racun bagi katalis pada hidrogenasi asam lemak, sehingga harus ditekan serendah mungkin pada trigeliserida melalui tahap degumming, netralisasi dan pemucatan. Tahap pemurnian trigeliserida tidak harus selalu mengikuti Gambar-6, bisa hanya degumming-pemucatan atau sampai ke deodorisasi, tergantung dari bahan baku trigeliserida, teknologi yang diterapkan juga permintaan mutu asam lemak yang dibutuhkan. Semakin stabil asam lemak terhadap perubahan suhu dan oksidasi disarankan menggunakan semua tahap pemurnian di atas (Gambar 6).

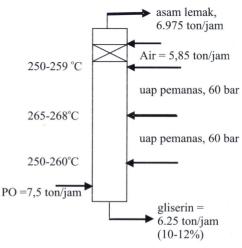
Terdapat beberapa variasi reaksi yang terjadi dengan kehadiran tanah pemucat. Reaksi pertama adalah pemisahan sabun, dengan konsentrasi asam lemak bebas bertambah dan dapat menonaktifkan tanah pemucat. Oleh karena ini sangat disarankan mengurangi konsentrasi sabun

bawah kolom. Perbedaan densiti menyebabkan air turun ke bawah kolom dan mulai terjadi reaksi hidrolisa pada area heat exchange gliserin ke fat/oil, hasil reaksi berupa bahan fattv terus bergerak ke atas melalui fase bahan fatty continuous sampai ke area heat exchange asam lemak ke air untuk didinginkan oleh air dari atas kolom dalam serangkaian buble cup travs. Air berfungsi sebagai reaktan dan pendingin panas hidrolisa. Steam juga. sebagai pemanas dan untuk memenuhi jumlah air yang diperlukan untuk hidrolisa secara continuous. Jadi reaksi hidrolisa ini tidak stoikiometri, dibutuhkan air lebih banyak. Secara praktis rasio air dan fat/oil adalah pada range 0,67 - 0,75 pada kondisi yang normal, tergantung pada perencanaan alat dan bahan baku yang dipakai yang dipergunakan. Area heat exchange gliserin ke fat/oil, adalah area yang sangat penting dikontrol pada hidrolisa fat/oil, secara praktis melalui sampel interphase. Kenaikan pada luas area ini akan menurunkan splitting degree, karena waktu kontak reaksi lebih pendek. Penurunan pada luas area ini akan menyebabkan asam lemak yang dihasilkan lebih sedikit, karena lebih banyak yang terikut dengan gliserin. Keduanya mengurangi fat/oil efisiensi proses produksi.

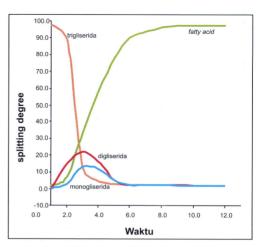
Gambar 5 menunjukkan kondisi spesifik hidrolisa CPO

Pola reaksi hidrolisa trigliserida pada kolom *splitter* ditampilkan pada Gambar 6. Berdasarkan pola ini 98 % trigliserida terhidrolisa menjadi asam lemak dan sisanya terhidrolisa menjadi mono- dan digliserida. Dengan demikian asam lemak yang

terbentuk masih mengandung gliserida yang menjadi sebagian dari bahan pengotor yang harus ditekan, disamping bahan pengotor lainnya yang terdapat secara alami pada bahan baku yang dipakai yang dapat mengurangi efisiensi proses pengolahan hidrogenasi dan distilasi misalnya dan mempengaruhi mutu produk asam lemak.



Gambar-5. Kondisi Operasi Hidrolisa CPO



Gambar 6. Pola Reaksi Hidrolisa Trigliserida

## HIDROGENASI ASAM LEMAK

Proses ini dilalui untuk menghasilkan asam lemak jenuh lewat hidrogenasi penuh atau tidak jenuh lewat hidrogenasi parsial asam lemak tidak jenuh guna menekan bilangan iodium dan memanipulasi komposisi asam lemak sesuai permintaan pasar, sehingga relatif lebih stabil pada perubahan warna dan menaikkan stabilitas warna asam lemak. Asam lemak tidak jenuh pada minyak dan lemak. Hidrogenasi asam lemak juga merupakan salah proses yang dapat memulai manipulasi berbagai jenis produk asam lemak yang dikombinasi dengan destilasi atau fraksinasi untuk mendapatkan produk asam lemak yang lebih baik dan stabil.

Alternatif jalur pengolahan asam lemak dapat diperhatikan pada Gambar-7(9).



Gambar - 7. Alternatif Pemurnian Asam Lemak

Mutu asam lemak yang dihasilkan tergantung pada langkah pemurnian yang diterapkan pada pengolahan bahan baku gliserida, teknologi yang diterapkan, penggunaan asam lemak dan permintaan customer. Faktor-faktor ini akan mempengaruhi kondisi operasi tahap proses pengolahan berikutnya.

Dengan tujuan menghasilkan asam lemak berkualitas tinggi, pada proses hidrogenasi dan pemurnian lebih lanjut, sangat perlu untuk menentukan bahan pengotor yang diizinkan tersisa dan/atau yang harus dipisahkan dari bahan baku gliserida, seperti dijelaskan pada halaman sebelumnya.

Asam lemak merupakan bahan baku yang eksklusif untuk hidrogenasi pada industri oleokimia. Minyak kelapa sawit atau trigeliserida yang mengandung asam lemak rendah, merupakan pilihan bahan baku yang dihidrogenasi sebelum ditemukan teknologi *splitting* yang fleksibel seperti yang umum dipakai saat ini (*counter current feed*).

Berdasarkan pada 24 tahun yang lalu nilai bilangan iodium 1,0 atas produk akhir asam lemak merupakan spesifikasi bilangan iodium yang sangat ketat. Saat ini 0,5 adalah yang umum. Bisa 0,2 atau 0,3 dicapai atau bahkan 0,0 ?. Hal ini didasari permintaan *customer* dengan persepsi semakin rendah kandungan asam lemak tidak jenuh menjadi gambaran oksidasi semakin sulit dan kecil kemungkinannya dan warna lebih stabil (8). Para pembuat kosmetik berasumsi, bahwa jika kandungan asam lemak tidak

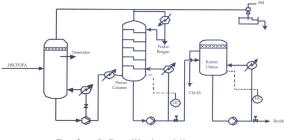
kelapa sawit, minyak kelapa kopra atau minyak inti sawit 17

- b. C<sub>8</sub>, C<sub>10</sub>, C<sub>12</sub> dan C<sub>14</sub> dari misal minyak kelapa kopra dan minyak inti sawit.
- c.  $C_{18}$ ,  $C_{20}$ ,  $C_{22}$ ,  $C_{24}$  dari misal minyak ikan.

Asam lemak telah didestilasi untuk dimurnikan selama lebih dari 100 tahun lalu. Destilasi atau fraksinasi yang sederhana memisahkan bau dan bahan tidak tersabunkan bertitik didih rendah (low boilers) dengan trigeliserida, produk polimer, bahan pewarna, hidrokarbon (high boilers) (2). Bahan bertitik didih rendah dihasilkan lewat kondensor dengan bertitik didih lebih tinggi tertinggal pada kolom sebagai pitch residue. Proses ini tidak dalam kondisi vakum sehingga fraksinasi destilasi sulit dilakukan sebab asam lemak yang dihasilkan sensitif terhadap perubahan panas.

Dengan ditemukannya ejektor vakum pada tahun 1930-an fraksinasi destilasi dapat dilakukan dengan mudah. Sehingga proses dapat dilakukan pada suhu 250-270°C atau lebih rendah dari 250°C. Kondisi ini menyebabkan asam lemak terdekomposisi menjadi aldehid, keton, anhidrida atau polimer asam lemak yang dihasilkan lebih murni dan stabil terhadap perubahan suhu dan oksidasi (1).

Saat ini produk destilat asam lemak dihasilkan dengan destilasi kontinu, karena hasilnya lebih baik dan tahan terhadap perubahan suhu dan oksidasi Kolom destilasi umumnya terdiri dari 2-3 kolom utama dengan 1 kolom deaerasi. Jumlah *tray* dibatasi 20-30 *tray*, tergantung tekanan uap asam lemak yang dipisahkan. Pertambahan jumlah *tray* pada kolom akan menaikkan *pressure drop* pada boiler serta menaikkan suhu pemisahan dan memungkinkan dekomposisi asam lemak. Karena keterbatasan mendapatkan kemurnian asam lemak tinggi dari 2 menjadi 6 fraksi asam lemak maka digunakan proses kontinu. *Bottom* produk harus dimurnikan lagi pada kolom berikutnya (1). Hal ini dapat diperhatikan pada Gambar 9.



Gambar-9. Destillasi multikomponen

Bahan pengotor yang tidak menguap yang terdapat pada umpan atau katalis nikel yang tidak terdeteksi dari hidrogenasi asam lemak dan polimer asam lemak yang terbentuk pada kolom distiller atau fraksinasi diambil dari bawah kolom terakhir sebagai residue.

terakhir sebagai *residue*.

Kolom fraksinasi adalah yang umum direncanakan untuk memisahkan umpan dan memenuhi produk yang dibutuhkan .

Dengan produk C<sub>12</sub> acid dari minyak kelapa kopra atau inti sawit, sampai 30

tray digunakan untuk mendapatkan

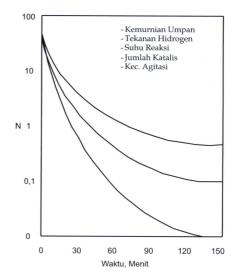
jenuh semakin rendah mungkin juga menghasilkan iritasi kulit yang semakin rendah. Para pembuat bahan baku plastik yakin dapat menghasilkan (plastik noodle) berwarna putih dan stabil. Jika menggunakan asam lemak dengan kandungan asam lemak tidak jenuh  $\leq 0.2$ 

Pada konteks ini "hardening faster" menjadi tantangan pada industri oleokimia dan ini berbasis pada waktu hidrogenasi. Waktu hidrogenasi yang sebenarnya merupakan salah satu faktor yang penting pada sistem siklus batch (tidak kontinu). Hal ini dapat dilakukan dengan mengatur dan mendisain variabelvariabel operasi hidrogenasi dengan baik. Sehingga bilangan iodium dapat dicapai serendah mungkin sesuai kebutuhan customer.

### Variabel-variabel operasi

Pada Gambar 8 ditampilkan waktu reaksi hidrogenasi versus bilangan iodium (IV)(8). Bilangan iodium semakin rendah dengan pertambahan waktu reaksi hidrogenasi. Namun waktu reaksi yang lebih panjang tentu akan relatif mengurangi jumlah produksi. Oleh sebab ini variabel-variabel operasi hidrogenasi utama seperti kemurnian umpan, tekanan hidrogen, suhu reaksi, jumlah katalis dan kecepatan pengadukan harus diatur dan dikombinasikan dengan baik, sehingga waktu reaksi menjadi lebih pendek atau ontimum Vacandaminaan

variabel-variabel operasi hidrogenasi di atas. Upaya memurnikan bahan baku telah dipaparkan pada halaman sebelumnya pada makalah ini.



Gambar-8. Pengaruh Kenaikan Variabel Operasi

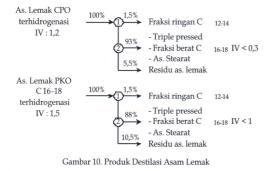
## FRAKSINASI DESTILASI ASAM LEMAK

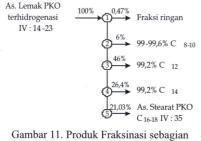
Secara praktis semua asam lemak pada industri oleokimia merupakan produk destilasi. Untuk beberapa penggunaan sejumlah asam lemak dihasilkan dengan fraksinasi. Sesungguhnya saat ini asam lemak diterapkan penggunaannya sesuai ditampilkan pada Tabel 1 dan hanya metode pemisahan ini yang menjamin pemurnian bahan setengah jadi untuk turunan asam lemak berikutnya.

Muhammad Yusuf Ritonga

kemurnian tertinggi karena rantai karbonnya yang pendek (mudah menguap dan stabilitasnya lebih tinggi). Untuk rantai karbon lebih panjang dari minyak ikan misalnya banyak mengandung tekanan uap lebih rendah diperlukan pressure drop packing lebih rendah atau jumlah tray yang terbatas untuk menjaga reboiler tetap di bawah suhu dekomposisi.

Gambar-10 menunjukkan produk komersil yang dapat dihasilkan dari fraksinasi destilasi.





# LIMBAH YANG HIJAU

Hijau adalah warna alami. Hijau diasosiasikan dengan tanaman hijau, makanan dan kesehatan. Ini adalah satu kemungkinan kenapa mata manusia sangat sensitif terhadap warna ini. Dalam kehidupan modern, hijau juga menggambarkan keamanan dan keselamatan. Dalam persepsi masyarakat umum produk-produk hijau adalah lebih aman dari produk-produk lain. 'Hijau' diasosiasikan dengan kesehatan manusia dan alam. 'Hijau' berarti tidak beracun dan ramah bagi lingkungan.

Jika persepsi ini diterapkan terhadap industri kimia, hijau berarti dapat diperbarui, bahan baku dan produk dapat didegradasi secara biologis, tidak ada emisi ke udara, tidak dibuang ke air permukaan, tidak berlimbah dan tidak berbahaya bagi hewan sekalipun.

Dalam konteks lain bahan baku dan produk industri dan oleokimia tidak berbahaya bagi manusia dan hewan sekalipun serta dapat didegradasi secara biologis. Nilai LD<sub>50</sub> minyak dan lemak adalah >10.000 mg/kg, sedangkan asam lemak adalah >2000 mg/kg. Pada Tabel-4 ditampilkan pengaruh tingkat keracunan oleh asam lemak rantai pendek (6).

Tabel 4. Pengaruh tingkat keracunan oleh asam lemak rantai pendek

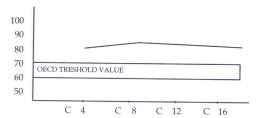
Senyawa	LD <sub>50</sub> , mg/kg (tikus)	Pengaruh pada kulit.		
C <sub>6</sub>	3.000 (tidak parah)	Korosif		
C <sub>7</sub>	7.000 (tidak parah)	Korosif		
C <sub>8</sub>	10.000 (tidak parah)	Korosif		
C <sub>9</sub>	15.000 (tidak parah)	Korosif		
C <sub>10</sub>	>10.000 (tidak parah)	Iritasi		
C <sub>8-10</sub>	12.600 (tidak parah)	Iritasi		

Pada Gambar-12 ditampilkan tingkat

degradasi biologis asam lemak menurut

OECD (Organitation For Economical Co-

operation and Development)(6).



Gambar 12. Tingkat degradasi biologis asam lemak

Berdasarkan data pada Tabel-5 di atas maka benarlah asam lemak tidak beracun, sebab kondisi di atas 2.000 mg/kg tingkat keracunan pada tikus oleh asam lemak baru terjadi pada batas kadar di atas. Berdasarkan Gambar-12 tingkat degradasi biologis asam lemak di atas nilai batas yang ditetapkan OECD (OECD TRESHOLD VALUE).

Produk industri oleokimia ini menghasilkan sangat sedikit masalah yang menyangkut udara karena tingkat penguapannya sangat rendah, tetapi harus menjadi perhatian utama karena bahan baku dan produk industri ini menghasilkan bau yang tidak menyenangkan.

Upaya untuk mengurangi bau dapat dilakukan dengan memakai teknologi reaktor tertutup (closed reactor technology) sebagai aplikasi prinsip "end of pipe" untuk meminimalisasi energi dan biaya (6).

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Keragaman bahan baku minyak dan lemak memperkaya produk asam lemak yang diproduksi, baik komposisi dan kualitasnya serta pilihan penggunaannya.

Keragaman bahan baku sangat mempengaruhi route tahap pemurnian awal minyak dan lemak juga produkproduknya. Demikian pula keragaman kebutuhan costumer akhir. Untuk memproduksi berbagai asam lemak fraksi tunggal dapat dilakukan dengan fraksinasi total atau sebagian dan untuk memproduksi asam lemak campuran (blended fatty acid) dapat dilakukan dengan fraksinasi sebagian dan destilasi.

Pada industri oleokimia hidrogenasi yang diperlukan atas asam lemak adalah hidrogenasi total dengan nilai akhir bilangan iodium < 0,5. Tahap ini merupakan salah satu tahap yang paling baik untuk membuat berbagai produk asam lemak tahan terhadap perubahan panas atas kestabilan warna asam lemak, di samping pengolahan awal bahan baku dan destilasi serta fraksinasi asam lemak.

Industri oleokimia adalah industri yang hijau, karena bahan baku dan produknya tidak berbahaya bagi manusia dan hewan sekalipun serta dapat didegradasi secara biologis. Bahan produk industri ini tidak bermasalah pada emisi udara karena pemakaian teknologi reaktor tertutup dan penguapan bahan baku dan produknya sangat rendah.

Berdasarkan tingkat pertumbuhan penduduk negara kita yang semakin meningkat dan juga penduduk dunia, maka peningkatan produksi minyak dan lemak khususnya kelapa sawit dan kopra di Indonesia sangat diperlukan dengan perluasan area perkebunan yang sesuai serta kualitas biologi tanaman kelapa sawit dan kopra.

Teknologi tentang industri oleokimia secepatnya harus dikuasai oleh putra-putri Indonesia, sehingga tidak seterusnya berasumsi, selalu tergantung dari luar, agar devisa kita meningkat dan tingkat penghasilan meningkat secara keseluruhan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Berger R and McPHERSON. 1979, Fractional Distillation, EMI Corp, Des Plaines Ave., Des Plaines, IL 60019
- 2. Edgar Wooled. 1985, The Manufactured of Soaps, Other Detergent and Glycerin, Ellis Horwod Limited, England.
- 3. Herman A. E. Stage. 1990,

  Fractionation/Distillat ion:

  Improvement in Quality,

  Efficiency Energi and

  Environmental Aspects, Still Otto

  GmbH, Christstrasse 9, D-4630

  Bochum, FRG.
- 4. Hoying H. B. M, 1990, Oleochemical Green and Clean, Proceedings World Conference on Oleochemicals Into the 21<sup>st</sup> Century, American Oil Chemists' Society, Champaign Illinois.
- 5. Kaufman A.J. and Rucbusch R.J.
  1990, Keynote Speech
  Oleochemicals: A World
  Overview, Proceedings World
  Conference on Oleochemicals
  Into the 21st Century, American
  Oil Chemists' Society,
  Champaign Illinois.

- 6. Ketaren. 1986, *Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press. Jakarta.
- 7. Mhd. Yusuf Ritonga, Ir. 1996, Makalah : Asam Lemak dari Hidrolisa Minyak Biji Kelapa Sawit dan Kelapa Kopra, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 8. Nikolaus Habendaz. 1990, How To Get Rid of Unwanted By Products, Sud Chemie Ag, Munich, FRG, 1990.
- 9. PT. Flora Sawita Chemindo, 2005, *Quality Insurance*, Tg. Morawa.
- 10. R.C. Hastert. 1979, *Hydrogenation of Fatty Acids*, J.AM. Oil Chemistry SOC.
- 11. Robert C Hastert. 1990,

  Hydrogenating Fatty Acids:

  Hardening, Further, Faster and

  Cheaper, HASTECH

  Corporation, 3027 Edgehill

  Cleveland OH 4418.
- 12. Sonntag N.O. V. 1979, *Fat Splitting,* J. AM. OIL CHEMISTS' SOC, Vol 56.

# MARFU - P

Fungisida biologi untuk mengendalikan Busuk Pangkal Batang (*Ganoderma boninense*) Pada tanaman Kelapa Sawit

Bahan Aktif: *Trichoderma koningii* Kandungan: 5 x 10<sup>5</sup> spora/g

MARFU-P tidak menimbulkan keracunan pada hewan, manusia, dan binatang lain sehingga ramah lingkungan

# MARFU - P MARIHAT FUNGISIDA

Berat Bersih
20 kg



#### **APLIKASI MARFU-P**

MARFU-P diaplikasikan untuk perlakuan preventif dengan cara tabur pada permukaan tanah pengisi polibeg, tabur di lubang tanam, dan di tabur pada piringan untuk tanaman belum menghasilkan (TBM). Aplikasi MARFU-P sebaiknya dilaksanakan saat tanah dalam keadaan lembab yaitu pada awal atau akhir musim hujan.

#### DOSIS APLIKASI MARFU-P

- Polibeg di pembibitan : 10 g/polibeg
- Lubang tanam : 400 g/ lubang tanam
- Piringan: 200 g/tanaman/ tahun selama 3 tahun

#### PENYIMPANAN

Simpanlah MARFU-P pada tempat kering, tidak terkena sinar matahari langsung atau percikan air hujan. Marfu-P dapat bertahan sampai satu tahun setelah produksi.

Informasi & Pemasaran:



# **PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT**

**Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI)** 

Jl. Brigjend Katamso No. 51 Medan 20158, Indonesia Ph: +62-61-7862477, Fax: +62-61-7862488 E-mail: admin@iopri.org Website: http://www.iopri.org

## BUKU-BUKU TENTANG KELAPA SAWIT DAPAT DIPESAN MAUPUN BERLANGGANAN DI PERPUSTAKAAN PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT



## Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi:

Perpustakaan Pusat Penelitian Kelapa Sawit Jl. Brigjen Katamso No. 51 Kp. Baru Medan, Indonesia Telp. 061-7862477, Fax: 061-7862488

Email: admin@iopri.org, Website: www.iopri.org