

---

# PENATAAN ULANG TRIGLISERIDA MINYAK SAGA UTAN (*Adenantha pavonina*) MELALUI TRANS-ESTERIFIKASI

Ramses J. Napitupulu, Tatang H. Soerawidjaja

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132  
tatanghs@che.itb.ac.id

## Abstrak

*Dalam penelitian ini dilakukan penataan ulang trigliserida minyak saga utan, sehingga minyak saga utan baru memiliki sifat-sifat fisik yang berbeda dari minyak saga utan awal. Penataan ulang minyak saga utan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu tahap ekstraksi, reaksi transesterifikasi, fraksinasi, dan dilanjutkan dengan reaksi interesterifikasi terarah. Penataan ulang terjadi pada reaksi interesterifikasi terarah pada temperatur 540C dengan bantuan katalis natrium hidroksida anhidrat. Hal ini dimaksudkan agar kesetimbangan di dalam campuran reaksi terus menerus bergeser ke arah pembentukan produk yang dikehendaki (metil lignoserat) tersingkir dari campuran reaksi. Minyak saga utan memiliki angka asam 0,841 mg KOH/gr minyak, angka penyabunan 182,73 mg KOH/gr minyak, dan angka iodium 93,28 gr iod/100 gr minyak. Setelah dilakaukan proses penataan ulang maka didapatkan dua buah produk yaitu minyak saga utan baru dengan angka penyabunan 185,94 mg KOH/gr minyak, dan padatan metil lignoserat dengan angka penyabunan 152,23 mg KOH/gr minyak. Dari tahapan proses, didapatkan minyak saga utan baru yang kaya akan kandungan asam lemak tak jenuh seperti asam oleat (omega 9) dan asam linoleat (omega 6).*

**Kata kunci:** Angka Asam, Angka Iodium, Angka Penyabunan, Interesterifikasi, Penataan Ulang, Trigliserida

## Abstract

*The triglyseride re-arrangement of the forest sunflower oil in order to develop new forest sunflower oil with different properties has been done in this research. The re-arrangement has been done by some steps of process such as extraction step, tranesterification step, fractionation step, and continued by directed interesterification reaction. The re-arrangement happen in directed interesterification reaction at 540C assisted by natrium hidroksida anhydrate catalyst. This treatment is aimed to maintain the equilibrium in the reacting mixture to be kept directed to the preferred product development (metil lignoserat) and then it can be separated from the reacting mixture. The forest sunflower oil has acid number of 0,841 mg KOH/gr oil, soap number 182,73 mg KOH/gr oil, and iod number 93,28 gr iod/100 gr oil. After the re-arrangement process then two kind of product of new forest sunflower oil has been obtained. Ones with the soap number of 185,94 mg KOH/gr oil, and the other contain metil lignoserat solid with soap number of 152,23 mg KOH/gr oil. From the whole process steps, it was obtained the new forest sunflower oil that has rich unsaturated fatty acids content like oleat acid (omega 9) and linoleat acid (omega 6).*

**Keywords:** Acid Number, Inter-esterification, Iodine Number, Re-arangement, Soap Number, Triglyseride

## 1. Pendahuluan

Saga utan (*Adenantha pavonina* LINN) adalah pohon daerah tropik yang tumbuh baik pada ketinggian sampai 500 meter di atas permukaan laut. Tumbuhnya tidak memerlukan pemeliharaan khusus dan dapat tumbuh pada berbagai keadaan topografi, mulai dari lahan datar sampai lereng yang curam dan pada berbagai keadaan tanah, mulai tanah yang relatif gersang sampai yang subur dan juga tanah pesisir pantai, Soemartono (1979).

Di Indonesia, saga utan sudah lama dikenal sebagai pohon yang indah dan tumbuh cepat sehingga merupakan tanaman hias atau peneduh. Pohon ini mulai berbuah pada umur lima tahun dan berbuah tiga kali setahun sampai berumur 25-30 tahun. Buahnya berbentuk polong dan biji-bijinya, yang jauh lebih besar dari biji saga biasa, berwarna merah mengkilat. Inti biji saga utan mengandung minyak-lemak.

Kadar minyak saga utan tiap daerah cukup beragam. Heyne (1950) melaporkan bahwa menurut peneliti bernama Schaedler, kadar minyak saga utan Indonesia adalah 35%. Mudbiri dkk. (1928) mendapatkan bahwa inti biji saga utan India berkadar minyak 28% atau 14% jika dihitung terhadap biji utuh. Sedangkan hasil yang diperoleh Misra dkk. (1975) untuk kadar minyak inti biji saga utan India, adalah 25%. Sementara dari hasil penelitian Ngiefu dkk. (1975) untuk kadar minyak biji saga utan Zaire dilaporkan adalah sebesar 14% dari berat biji utuh.

Produktifitas biji pohon saga utan relatif tinggi jika dibandingkan dengan beberapa macam tanaman kacang-kacangan lain seperti kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau. Dikarenakan produktifitas biji pohon saga utan relatif tinggi dan kadar minyak dalam inti bijinya cukup besar, Heyne (1950) berpandangan bahwa pohon ini memiliki potensi untuk diusahakan sebagai penghasil minyak-lemak.

Minyak saga utan merupakan minyak lemak pangan yang mengandung banyak asam-asam lemak yang dikehendaki terkandung dalam minyak pangan. Asam-asam lemak tersebut antara lain adalah asam-asam lemak tak jenuh oleat dan linoleat. Total kadar kedua asam ini pada minyak saga utan adalah sekitar 60%. Minyak saga utan juga mengandung cukup banyak asam-asam lemak jenuh yang tak lazim ada di dalam minyak pangan lain (sekitar 20 - 25%), yaitu asam-asam lemak jenuh berantai karbon > C18, seperti asam lignoserat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan bukti atau sanggahan berbasis data eksperimental terhadap kebenaran hipotesis peningkatan mutu minyak saga utan sebagai

minyak pangan melalui tahapan proses ekstraksi, metanolisis, fraksionasi, dan interesterifikasi. Ruang lingkup penelitian meliputi ekstraksi minyak dari biji saga utan, metanolisis minyak saga utan, fraksionasi ester metil saga utan, dan interesterifikasi fraksi oleat-linoleat dari ester metil saga utan dengan minyak saga utannya sendiri. Produk-produk yang diperoleh pada berbagai tahap dari rangkaian proses tersebut diuji dan diidentifikasi dengan pengujian angka iodium, angka penyabunan dan angka asam.

## 2. Fundamental

Tinjauan teknologi transesterifikasi dan fraksionasi minyak-lemak melahirkan hipotesis bahwa minyak saga utan dapat ditingkatkan kualitasnya menjadi minyak pangan bermutu tinggi, yaitu yang mengandung asam-asam lemak tak jenuh besar dan berkadar asam lemak jenuh > C18 rendah, melalui pertukaran asam-asam lemak jenuh berantai karbon > C18 dengan asam-asam lemak tak jenuh oleat dan linoleat yang berada dalam bentuk ester metil/etil. Ester metil/etil asam-asam lemak tak jenuh oleat dan linoleat dapat diperoleh sebagai hasil fraksionasi ester metil/etil dari sebagian minyak saga utannya sendiri. Asam-asam lemak tak jenuh > C18 (atau ester metil/etilnya) yang diperoleh sebagai hasil penyingkiran ini selanjutnya juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan lilin hayati (vegetable wax) atau sebagai komponen campuran (blending) biodiesel.

Penataan ulang trigliserida minyak saga utan dilakukan melalui beberapa tahap yang meliputi tahap ekstraksi, reaksi esterifikasi, reaksi transesterifikasi, fraksionasi, dan reaksi interesterifikasi terarah. Pada tahap ekstraksi, inti biji (kernel) saga utan dibebaskan dari cangkangnya dengan cara memanaskan biji sampai suhu 100 - 120 °C untuk mempermudah mengeluarkan inti biji dari cangkangnya dan kemudian memecah biji tersebut dalam sebuah penggiling. Inti biji kemudian dihaluskan dan serbuk yang diperoleh dikompakkan menjadi keripik-keripik. Bentuk keripik seperti ini akan memperlancar proses ekstraksi, karena berluas permukaan besar (karena terbentuk dari partikel-partikel halus inti biji) dan ungunya berfraksi kosong cukup sehingga mudah diterobosi pelarut yang mengekstrak minyak-lemaknya. Operasi ekstraksinya dilaksanakan selama 10 hari (untuk mengeluarkan seluruh minyak di dalam keripik) dalam peralatan ekstraktor berkapasitas 1,5 - 2 kg keripik, sedangkan evaporator mulanya berisi sekitar 0,5 liter pelarut heksan teknis (titik didih normal ± 65 °C).

Minyak saga utan dapat dijadikan minyak-lemak pangan berkualitas tinggi melalui proses transesterifikasi, pendinginan ester metil saga hasil transesterifikasi, dan interesterifikasi. Transesterifikasi sebagian minyak saga utan dengan metanol dilakukan untuk mendapatkan ester metil saga utan (dan gliserin sebagai produk-ikutan). Pendinginan ester metil saga utan hasil transesterifikasi dilakukan sampai temperatur sekitar 18 °C untuk mengendapkan fraksi ester metil asam-asam lemak jenuh (terutama yang > C18) sehingga kemudian dapat disingkirkan dari fasa cairnya (yaitu ester metil asam-asam oleat dan linoleat) via penyaringan. Interesterifikasi ester metil asam-asam oleat dan linoleat hasil proses-proses selanjutnya dengan (sebagian lain) minyak saga utan pada temperatur kamar, dan kemudian dinginkan pelahan-lahan hingga temperaturnya 22°C, agar ester metil asam-asam lemak jenuh > C18 hasil interesterifikasi mengendap dan selanjutnya dapat dipisahkan via penyaringan.

### 3. Metodologi

Proses esterifikasi dilakukan untuk menurunkan angka asam dari minyak saga utan yaitu 3,3 mg KOH/gr minyak. Angka asam yang diinginkan setelah proses esterifikasi yaitu di bawah 1 mg KOH/gr minyak. Esterifikasi ditujukan untuk menetralkan radikal-radikal asam lemak yang terkandung di dalam minyak.

Reaksi esterifikasi dilakukan dengan memasukkan 100 gram minyak saga ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan 1,2 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bersama-sama dengan 20 mL metanol dan 10 mL gliserin lokal. Reaksi ini dilangsungkan pada temperatur 70°C selama 2 jam dan setelah itu campuran didekantasi untuk memisahkan fasa bawah, yaitu air dan gliserin dan fasa atas yang berupa trigliserida dan ester metil. Selanjutnya hasil esterifikasi ini diuji kembali angka asamnya.

Sebagian dari minyak saga utan yang telah diperoleh dengan proses ekstraksi di atas, kemudian diubah menjadi ester metil asam lemak melalui reaksi metanolisis 2 tahap. Untuk tiap 100 gram minyak saga utan yang ditransesterifikasi, terlebih dahulu disiapkan 20 ml metanol yang telah mengandung 1,5 gram kalium metoksida (dibuat dengan cara mengencerkan larutan 30%-b kalium metoksida di dalam metanol).

Pada metanolisis tahap 1, kepada tiap 100 gram minyak saga utan yang hendak ditransesterifikasi, ditambahkan 13 ml metanol berkalium metoksida tersebut di atas. Reaksi kemudian dilangsungkan dengan pengadukan campuran reaksi pada temperatur 60°C selama 2 jam di dalam labu yang tertutup atau dipasang

kondensor refluks. Setelah ini, campuran reaksi dibiarkan mendingin sampai temperatur kamar dan selanjutnya dipindah ke dalam corong pemisah untuk memisahkan fasa alkohol (gliserin-metanol) hasil-ikutan (*by-product*) reaksi.

Pada metanolisis tahap 2, kepada fasa minyak hasil metanolisis tahap 1 ditambahkan sisa metanol berkalium metoksida (7 ml per 100 gr minyak awal) dan reaksi dilangsungkan dengan pengadukan campuran reaksi pada temperatur kamar selama 2 jam di dalam labu yang tertutup. Fasa alkohol (metanol-gliserin) hasil-ikutan reaksi kemudian dipisahkan dengan menggunakan corong pemisah.

Ester metil yang diperoleh selanjutnya dicuci 2x di dalam corong pemisah, masing-masing dengan 15 ml akuades, untuk menyingkirkan sisa-sisa metanol dan katalis. Akhirnya, air yang terjebak di dalam ester diusir dengan memanaskan ester pada kondisi vakum pada 60°C, sehingga diperoleh ester metil yang bebas dari air.

Fraksionasi ester metil meliputi operasi pendinginan diikuti dengan filtrasi dan pemerahan yang dilakukan bertahap seperti disarankan oleh Abbey (1953). Fraksi cair maupun fraksi padat yang diperoleh kemudian diperiksa angka iodium dan angka penyabunannya.

Fraksionasi adalah suatu tahapan yang dilakukan dalam penelitian untuk memisahkan ester metil fraksi padat dari fraksi cairnya. Diharapkan melalui tahapan fraksionasi akan didapatkan fraksi cair yang kaya akan metil oleat dan linoleat. Dari hasil transesterifikasi didapatkan ester metil saga utan dalam bentuk padatan. Ada dua perlakuan yang dilakukan untuk memisahkan fraksi cair dari fraksi padatannya, yaitu dengan pemerasan dan dengan menggunakan pelarut heksan.

Pemisahan ester metil fraksi cair dengan cara pemerasan dilakukan dengan cara memeras padatan ester metil (selai) dengan menggunakan kain kasa. Hasil pemerasan berupa ester metil dalam bentuk cair ditampung dalam gelas piala berukuran 250 mL dan ampasnya berupa ester metil padat ditampung di gelas piala yang lainnya. Fraksi ester metil cair yang diperoleh kemudian didinginkan sampai pada suhu 18 – 20°C untuk mengendapkan ester metil yang memiliki titik leleh (*melting point*) yang tinggi. Teknik pemerasan ini dilakukan pada run ke-3. Pemisahan ester metil fraksi cair dengan menggunakan pelarut heksan dilakukan dengan cara mencampurkan kira-kira ¼ bagian pelarut heksan dengan ester metil hasil transesterifikasi dalam gelas kimia berukuran 250 mL yang telah ditutup dengan aluminium foil. Campuran

diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer pada suhu 37°C selama 15 menit. Larutan ini dibiarkan beberapa hari dalam temperatur kamar, kemudian penutup dilubangi untuk menguapkan pelarut heksan. Dalam beberapa hari fraksi ester metil padat akan terbentuk dan dapat dipisahkan dari fraksi cairnya dengan cara penyaringan. Ester metil cair hasil penyaringan kemudian didinginkan sampai pada suhu 20°C sehingga terbentuk kembali ester metil padat yang tersisa dan disaring kembali untuk memisahkan ester metil padat dari fraksi cairnya.

Pada tahap reaksi interesterifikasi, 100 bagian-berat minyak saga utan dicampurkan dengan 25 bagian-berat fraksi cair ester metil hasil fraksinasi dan 1,1 gram natrium atau kalium metoksida (katalis interesterifikasi). Sambil masih teraduk, campuran ini dipanaskan sampai 54°C. Pengadukan kemudian dihentikan dan campuran reaksi dibiarkan mendingin sendiri sampai temperatur kamar. Untuk lebih menyempurnakan pemisahan hasil-hasil interesterifikasi, campuran selanjutnya didinginkan sampai 18 - 22°C. Fraksi cair dari campuran reaksi akhirnya dipisahkan dengan penyaringan dan pemerahan fasa padat pada temperatur tersebut. Untuk mematikan keaktifan katalis dan menyingkirkannya, baik fraksi padat maupun fraksi cair dicuci, mula-mula dengan larutan 1% asam format dan kemudian 2 x dengan akuades secukupnya.

Fraksi cair (minyak-lemak kaya akan asam-asam lemak tak jenuh) dan fraksi padat (ester metil asam-asam lemak jenuh) yang diperoleh sebagai hasil operasi interesterifikasi selanjutnya diperiksa angka penyabunan, angka iodium dan angka asamnya.

#### 4. Hasil dan Analisis

Hasil perolehan ekstraksi inti biji saga utan didapatkan minyak saga utan berwarna merah kecoklatan dengan perolehan 20,44 - 24,33 %-b.

Setelah diperoleh minyak saga utan, selanjutnya minyak saga utan di analisis angka asam, angka penyabunan dan angka iodium. Tabel 1 menampilkan karakterisasi hasil ekstraksi minyak saga utan.

Tabel 1. Karakterisasi hasil ekstraksi

Karakter	Hasil perc.	Data Literatur	Literatur
Angka asam (mg KOH/gr minyak)	3,3	0,5 - 0,56	Misra (1975), Nat. Academy of Sciences, (1975)
Angka iodium (gr iod/100 gr sample)	93,28	91	Misra dkk (1975)
Angka penyabunan (mg KOH/gr minyak)	182,73	181,4 180	Nat. Academy of Sciences, (1975), Soemartono, (1977)

Esterifikasi minyak saga utan dilakukan dua kali dan diperoleh penurunan angka asam dari 3,3 mg KOH/gr minyak menjadi 0,841 mg KOH/gr minyak. Hal ini mengindikasikan penurunan kadar asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak saga.

Reaksi transesterifikasi dilakukan pada tiga buah sampel yaitu minyak saga utan dengan perlakuan yang berbeda-beda. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa waktu pengadukan dan temperatur reaksi mempengaruhi yield ester metil yang didapatkan. Hal ini disebabkan karena makin tinggi temperatur reaksi, maka makin cepat molekul-molekul minyak bertumbukan dengan peraksi metanol sehingga makin banyak ester metil yang dihasilkan. Sedangkan lamanya waktu pengadukan mempengaruhi kehomogenan minyak dan metanol sehingga menyebabkan semakin banyaknya trigliserida yang terkonversi oleh metanol menjadi ester metil. Tabel 2. memaparkan kondisi reaksi transesterifikasi dan perolehan produk.

Tabel 2. Kondisi reaksi transesterifikasi dan perolehan produk

Run	Brt Minyak Saga (gr)	Metanol (mL)	CH <sub>3</sub> OK (gr)	Mix (rpm)	Waktu (Jam)	Suhu (0C)	Ester (gr)	Yield (%-b)
1	50	10	0,88	400	12	70	45,60	90,78
2	100	20	1,5	400	4	27	88,72	88,32
3	100	20	1,5	400	8	70	89,90	89,49

Persen perolehan (yield) yang didapat pada Tabel 2 dihitung berdasarkan perbandingan berat ester metil yang diperoleh pada reaksi transesterifikasi terhadap ester metil dari perhitungan stoikiometri. Produk

transesterifikasi kemudian dianalisis untuk mengetahui bilangan penyabunan, angka asam serta angka iodium sebagai indikasi untuk mengetahui derajat ketidakjenuhan minyak.

Hasil analisa yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 3. berikut ini:

**Tabel 3. Hasil analisa karakteristik ester metil minyak saga utan**

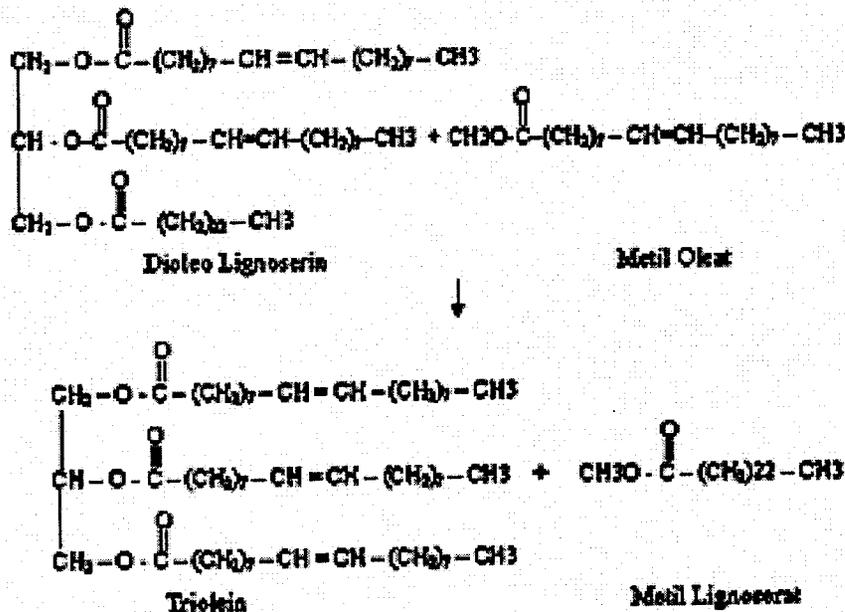
Run	Angka asam (mg KOH/gr sampel)	Angka penyabunan (mg KOH/gr sampel)	Angka iodium (gr I/100 gr sampel)
1	0,47	187,96	92,57
2	0,59	187,03	89,92
3	0,58	186,87	93,93

Untuk memisahkan fraksi cair (oleat dan linoleat) dan fraksi padat (lignoserat), maka setelah tahap transesterifikasi dilakukan tahap fraksinasi. Hasil perolehan fraksi cair dan fraksi padat dapat ditampilkan ada Tabel 4 berikut ini :

**Tabel 4. Hasil perolehan fraksi cair dan fraksi padat**

Run	Fraksi ester metil	
	Cair (%-b)	Padat (%-b)
1	70	30
2	75,15	24,85
3	58,01	41,99

Fraksinasi pada run 1 dan 2 dilakukan dengan melarutkan ester metil hasil transesterifikasi yang memadat, dalam heksana kemudian diuapkan kembali sehingga didapatkan fraksi padat (metil lignoserat) yang dapat dipisahkan dari fraksi cairnya (metil oleat dan linoleat). Run ke-3 dilakukan dengan cara memeras langsung padatan ester metil hasil transesterifikasi.



**Gambar 1. Mekanisme penataan ulang**

Reaksi interesterifikasi menyebabkan penataan ulang minyak saga utan dimana melalui reaksi ini, asam lignoserat dikeluarkan dari struktur trigliserida minyak saga utan dan posisinya digantikan dengan asam oleat atau lignoserat yang berasal dari pereaksi ester metil seperti digambarkan pada Gambar 1.

Setelah dilakukan reaksi interesterifikasi, didapatkan endapan ester metil (metil lignoserat) di bagian bawah gelas piala. Pengendapan ester metil ini menandakan terjadinya proses interesterifikasi di dalam minyak saga utan, dimana posisi asam asam lignoserat di dalam minyak saga utan digantikan dengan asam oleat atau linoleat dari pereaksi

esternya (seperti ditunjukkan pada Gambar 1). Endapan kemudian dipisahkan dan ditimbang sehingga didapat berat metil lignoserat yang mengendap sebesar 2,926 gram dengan angka penyabunannya sebesar 153,23 mg KOH/gr minyak. Fraksi cair kemudian dipindahkan ke dalam corong pisah dan dicuci dengan asam format 1% setelah itu dibilas dengan air untuk membebaskan minyak dari katalisnya. Setelah dipisahkan dari katalis, maka didapatkan minyak saga baru hasil penataan ulang.

Selanjutnya minyak saga utan yang baru dianalisa untuk memastikan penataan ulang yang dilakukan. Karakterisasi reaksi interesterifikasi dapat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perolehan fraksi cair dan fraksi padat

Karakterisasi	Ester metil Cair	Minyak awal	Minyak baru
Berat jenis	-	0,9319 (25oC) *	0,899 (20oC)
Angka asam (mg KOH/gr sample)	0,61	0,841	0,587
Angka iodium (gr I/100gr sample)	124,75	93,28	134,41
Angka penyabunan (mg KOH/gr sample)	192,37	182,73	185,94

### 5. Kesimpulan

Ekstraksi minyak saga utan dari inti biji (kernel) telah dapat dilakukan pada temperatur 43oC dalam pelarut n-heksana, dengan perolehan minyak 20 – 24%-b biji dengan angka iodium 93,28 gr Iod /100gr minyak dan angka penyabunan 182,73 mg KOH/gr minyak.

Variasi temperatur dan waktu pengadukan mempengaruhi perolehan (yield) ester metil dalam proses transesterifikasi minyak saga utan yang dilakukan pada temperatur 27 – 70°C dalam tekanan atmosferik dengan perolehan 88, 72 – 90,78%-b. Ester metil yang dihasilkan memiliki angka iodium antara 89,92 – 93,93 gr iod/100 gr ester metil.

Fraksionasi ester metil asam lemak melalui proses pemisahan dengan cara pendinginan pada temperatur 18-22°C, dapat dilakukan untuk memisahkan fraksi metil oleat dan linoleat.

Reaksi penataan ulang dapat dilakukan dengan melakukan reaksi interesterifikasi terarah pada suhu 54°C dengan menghasilkan produk minyak saga utan baru yang memiliki angka iodium 134,41 gr Iod/100gr minyak (angka ini lebih besar dari angka iodium minyak

saga utan awal) dan metil lignoserat yang memiliki angka penyabunan 152,23 mg KOH/gr ester metal yang akan mengendap pada suhu kamar.

### Daftar Pustaka

- [1] Abbey, A., (1953), "Improved Crystallizing Process, particularly for the Separation of Esters of Fatty Acids", *Paten Inggris Raya (British Patent) No. 690 885*.
- [2] Heyne, K., (1950), "*Tumbuhan Berguna Indonesia*", Badan Litbang Kehutanan, Jakarta, 1987, jilid 2, hal. 893; terjemahan dari "*De Nuttige Planten van Indonesie*", 3e druk, H. Veenman & Zonen, Wageningen.
- [3] Misra, G., Voigt, D., Nigam, S.K., (1975), "Adenantha-Pavonina the Composition of the Fat and Mass Spectrometric Analysis of the Sterol Glucosides," *Planta Medica*, 28, 165-7.
- [4] Mudbiri, S. M., Ayyar, P. R., and Watson, H. E., (1928), "Oil from the seeds of Adenantha pavonina A source of lignoceric acid.," *J. Indian Inst. Sci.*, 11, 173.
- [5] National Academy of Sciences, "*The Winged Bean A High Protein Crop for the Tropics*". Washington, D.C, 1975.
- [6] Ngiefu, C.K., Vieux A., Paquot, C., (1975), "Oil rich in lignoceric and cerotic acids. Oil of Adenantha pavonina seed", *Oleagineux* 30(3) 119 – 120.
- [7] Soemartono," *Pengenalan dan Pemanfaatan Saga Pohon dalam Rangka Penganeka Ragaman Makanan*", Lembaga Penelitian Hortikultural, Litbang Pertanian, Jakarta, 1977.
- [8] Soemartono," Tinjauan dan Laporan Tentang Usaha Promosi Saga Pohon (Adenantha pavoninan L.) Sebagai sumber Bahan Pangan Baru", *Proc. Sem. Teknol. Pangan IV*, 16-17 Mei 1979, Balai Penelitian Kimia, Bogor, 1979.