

# PEMBUATAN BIOKEROSIN DARI METIL ESTER BERBAHAN BAKU MINYAK KELAPA DENGAN METODE DISTILASI VAKUM

Meireza Ajeng Pratiwi, Muhammad Fikri Hasan, Lettizia Kris Harjanto, dan Mahfud

Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

e-mail: meireza17@gmail.com

e-mail: mfikrihasan@gmail.com

e-mail: lettiziakrisharjanto@yahoo.com

e-mail: mahfud@chem-eng.its.ac.id

## ABSTRACT

*One of the renewable energy that can be used as a substitute for fuel oil is biokerosene. The great potential of raw material for making of biokerosene in Indonesia is coconut oil that will be transesterificated to methyl ester. Methyl ester be distilled to separates biokerosene and biodiesel. The method used in this research is a vacuum distillation. The control variables in this research is observing the increase in distillate volume every 10R°C of 110R°C to 210R°C and pressure at 50 cmHg. Temperature interval for vacuum distillation based on component analysis by gas chromatography and flash point test in pressure in pressure 50 cmHg are not obtained biokerosine without biodiesel, mix biokerosine and biodiesel in this pressure was gotten at maximum temperature 190 °C, and biodiesel without biokerosene at temperature >190 °C. According to physic analysis viscosity and density, for pressure at 50 cmHg are obtained biokerosine without biodiesel at maximum temperature 130 °C, mix biokerosine and biodiesel in this pressure was gotten at temperature 130- 190 °C, and biodiesel without biokerosene at temperature >190 °C.*

**Keywords:** *Biokerosene, Methyl Ester, Transesterification, Kerosine*

## PENDAHULUAN

Kerosin atau yang sehari-hari disebut dengan minyak tanah adalah produk minyak bumi yang mempunyai rantai atom karbon C9-C16 dan memiliki rentang didih sekitar 302-554° F. Kerosin sendiri biasanya digunakan sebagai minyak bahan bakar kompor dan minyak lampu di dalam rumah tangga, merupakan produk minyak bumi yang stabil dan memerlukan penambahan aditif untuk memperbaiki mutunya. Adapun sifatnya antara lain mudah terbakar, uapnya dalam campuran udara akan mudah meledak pada suhu di atas

370°C, warnanya kuning pucat dengan mempunyai bau yang khas dan dapat menghasilkan muatan elektrostatis jika mengalami pengadukan.

Biokerosin dapat diproduksi dari minyak nabati. Bahan yang berpotensi di Indonesia untuk dijadikan bahan baku pembuatan biokerosin salah satunya adalah minyak kelapa.

Minyak kelapa merupakan minyak yang diperoleh dari kopra (daging buah kelapa yang dikeringkan). Kandungan minyak dalam kopra mencapai 63-65%. Minyak kelapa sebagaimana minyak nabati lainnya merupakan senyawa trigliserida yang terdiri berbagai asam

lemak. Sekitar 90% asam lemak jenuh. Selain itu dalam minyak kelapa yang belum dimurnikan juga terdapat kandungan sejumlah kecil komponen bukan lemak seperti fosfatida, gum, sterol (0,06-0,08%), tokoferol (0,003%), dan asam lemak bebas (<5%) dan sedikit protein dan karotene. Sterol berfungsi sebagai stabilizer dalam minyak dan tokoserol sebagai antioksidan.[1].

Minyak kelapa kaya akan asam lemak berantai sedang (C8-C14), khususnya asam Laurat dan meristat. Komposisi asam lemak pada minyak kelapa dan beberapa minyak nabati lainnya diperlihatkan pada tabel 1.

**Tabel 1** Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa

Asam Lemak	Jumlah Atom	Komposisi
<b>Asam Lemak</b>		
Oktanoat	8	8
Dekanoat	10	7
Laurat	12	48
Miristat	14	17
Palmitat	16	9
Stearat	18	2
<b>Asam Lemak tak</b>		
Oleat	18	6
Linoleat	18	3
Linolenat	18	-
Total		100

Sumber: Departemen Perindustrian (SNI 01-3741-1995)

Minyak kelapa akan melalui proses transesterifikasi terlebih dahulu dan menjadi ester. Reaksi minyak kelapa dengan alkohol menghasilkan metil ester.

Metil ester merupakan ester asam lemak yang dibuat melalui proses esterifikasi dari asam lemak dengan metanol. Pembuatan metil ester ada empat macam cara yaitu pencampuran dan penggunaan langsung, mikroemulsi, pirolisis (thermal cracking), dan transesterifikasi yang merupakan reaksi antara trigliserida (lemak atau minyak) dengan metanol untuk menghasilkan metil ester dan gliserol. [2].

Metil ester yang dihasilkan dari proses transesterifikasi kemudian di destilasi untuk mendapatkan fraksi biokerosin. Menurut Bowyer et al (2006) perlakuan secara fisik maupun kimiawi terhadap pembuatan biokerosin dari biomassa menghasilkan senyawa aromatik yang sedikit dan bebas kandungan sulfur. Penggunaan biokerosin sebagai bahan bakar memiliki beberapa keunggulan diantaranya dapat mereduksi kadar emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan sangat rendah, sumber bahan baku dapat diperbaharui, emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan sangat rendah sebesar 10 dB. Sedangkan menurut sudrajat (2006) kekurangan biokerosin diantaranya densitas densitas dan viskositas lebih besar dari minyak tanah, minyak bersifat asam, nilai kalor lebih rendah daripada minyak tanah dan kadaran kotoran cenderung lebih besar dari minyak tanah. [3].

Biokerosin dari minyak kelapa dapat diperoleh dari destilasi metil esternya dengan suhu antara 47 dan 114° C pada 2 torr (2,67 h Pa) atau 273 – 349°C pada tekanan atmosferik dengan hasil 81,8 wt% berdasarkan FAME kelapa dan meninggalkan produk bawah sebesar 12,6 wt.%. Rentang titik didih ini 100°C lebih tinggi dibandingkan dengan rentang titik didih kerosin yang berkisar antara 175-185°C pada tekanan atmosferik.[4].

## METODE PENELITIAN

### Rangkaian Alat Penelitian

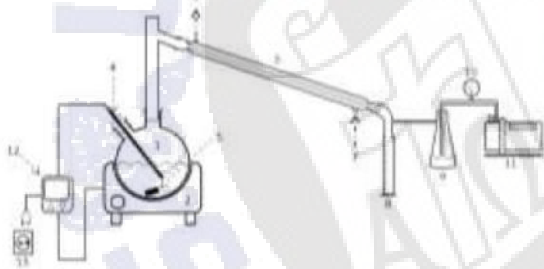
Peralatan yang digunakan pada penelitian ini seperti pada gambar 1.

### Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan biokerosin ini adalah dengan mendestilasi

metil ester berbahan baku minyak kelapa. Adapun langkah-langkah pengerjaannya yang pertama memasukkan Larutan metil ester ke dalam labu leher dua, lalu mempersiapkan peralatan destilasi dan menyalakan heater yang sudah dipasang bersama *Temperature Control*, dan menyalakan pompa vakum. Setelah peralatan destilasi telah siap, langkah selanjutnya adalah melakukan proses destilasi vacuum.

Proses destilasi vakum yang dilakukan menggunakan tekanan 50 cmHg dengan kontrol suhu dimana suhu dijaga konstan setiap interval 10°C selama 10 menit dan dianalisa sampel destilat yang dihasilkan di setiap rentang suhu. Setelah didapatkan destilat, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa sifat fisik terhadap sampel destilat. Seperti densitas, viskositas, flash point, uji nyala dan juga analisa kimia berupa analisa komponen melalui Gas Chromatography.



**Gambar 1** Rangkaian Alat Destilasi

Keterangan:

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| 1. Reaktor Distilasi    | 8. Gelas Ukur    |
| 2. Heater               | 9. Moisture Trap |
| 3. Pengaduk Magnet      | 10. Barometer    |
| 4. Termometer           | 11. Pompa Vakum  |
| 5. Kondensor Liebig     | 12. Termostat    |
| 6. Outlet Air Pendingin | 13. StopKontak   |
| 7. Inlet Air Pendingin  |                  |

#### Variabel dan Kondisi Operasi

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

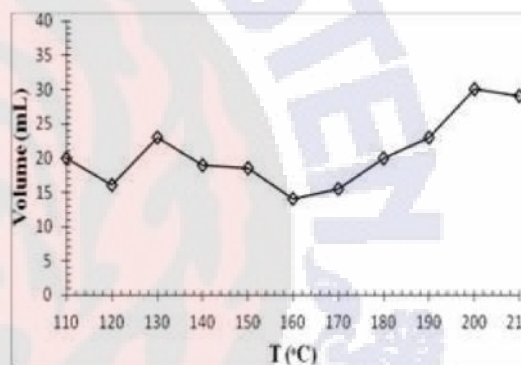
1. Metil ester yang diperoleh dari katalis NaOH dengan proses menggunakan microwave daya 400 W dan waktu 2 menit.

2. Suhu Operasi Destilasi: 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210 °C
3. Kondisi operasi: 50 cmHg

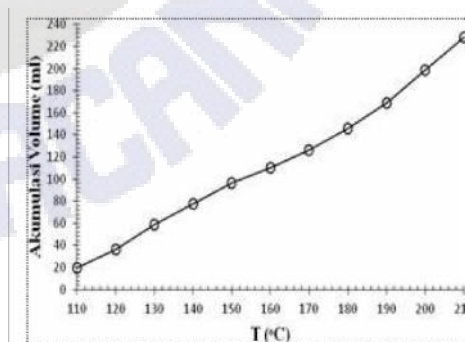
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Destilasi Metil Ester

Distilasi vakum metil ester dengan tekanan 50 cmHg didapatkan distilat berupa campuran antara biokerosin dan biodiesel dengan data hasil volume distilasi yang kemudian dihubungkan suhu distilasi terhadap volume distilat yang dihasilkan, serta grafik hubungan antara suhu distilasi terhadap akumulasi volume biokerosin yang dihasilkan sebagai berikut :



**Gambar 2** Grafik Hubungan Volume Distilat terhadap Suhu Distilasi pada tekanan 50 cmHg dengan Kontrol Suhu dan Menggunakan Feed 300 mL



**Gambar 3** Grafik Hubungan Akumulasi Volume Distilat terhadap Suhu Distilasi pada tekanan 50 cmHg dengan Kontrol Suhu dan Menggunakan Feed 300 mL

Secara keseluruhan peningkatan suhu destilasi menunjukkan semakin besar volume destilat yang dihasilkan. Hal ini sama halnya dengan destilasi pemisahan minyak bumi dimana semakin tinggi suhu destilasi maka akan semakin banyak destilat yang dihasilkan. Dari feed 300 ml metil ester, diperoleh volume total distilat 228 mL untuk tekanan 50 cmHg. Distilat mulai didapatkan pada saat suhu distilasi 110°C untuk kedua variabel tekanan dan semakin meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Akan tetapi terjadi penurunan volume distilat pada suhu 160 oC dan distilat terbanyak dihasilkan pada rentang suhu 170-210°C. Volume pertama distilat adalah 20mL.

Dari hasil analisa Gas Chromatography, pada variabel tekanan 50 cmHg suhu 110R°C menunjukkan sudah adanya komponen rantai atom karbon panjang (Biodiesel). Hal ini menunjukkan bahwa semakin vakum tekanan, menyebabkan turunnya titik didih yang memungkinkan komponen rantai panjang lebih mudah tertarik dan tercampur di distilat. Kemudian terjadi penurunan volume distilat pada suhu 120R°C yang dilanjutkan dengan kenaikan volume distilat kembali.

Dari hasil analisa yang dilakukan untuk uji densitas, hasil yang diperoleh dari distilat variabel tekanan 50 cmHg memiliki densitas berkisar rentang 0,7894-0,8576 gr/mL. Hal ini menunjukkan bahwa distilat yang dihasilkan memiliki densitas yang menyerupai kerosin yaitu dengan rentang 0,77- 0,84 gr/mL. Distilat yang dihasilkan pada tekanan 50 cmHg suhu 110R°C

memiliki densitas 0,8081 gr/ml. Data ini menunjukkan bahwa, pada densitas yang cukup tinggi maka distilat yang dihasilkan terdiri dari rantai atom karbon yang lebih panjang yang kemudian diperkuat dengan hasil analisa gas chromatography. Di samping itu jika dilihat pada gambar 2 dan 3 maka dapat dilihat semakin tingginya suhu distilasi maka banyaknya distilat yang dihasilkan akan semakin meningkat pula, kenaikan jumlah distilat cenderung konstan.

Adapun untuk hasil analisa viskositas, untuk distilat variabel tekanan 50 cmHg memiliki viskositas dengan rentang sebesar 1,96-4,42 yang menunjukkan kemiripan sifat dengan kerosin dari minyak bumi yang memiliki viskositas sebesar 1-2,4 Cst. Pada tekanan 50 cmHg suhu 110R°C memiliki nilai viskositas sebesar 2,4 Cst. Dari keseluruhan data yang diperoleh, nilai viskositas dan densitas dari variabel tekanan dengan rentang suhu distilasi yang sama yaitu 110R°C-210R°C menunjukkan kenaikan yang berbanding lurus dengan kenaikan suhu. Semakin tinggi suhu distilasi menunjukkan bahwa komponen lebih banyak mengandung biodiesel di dalam metil ester dan sedikit biokerosin (Alberto Llamas, 2012).

**Hasil Analisa**

Biokerosin yang merupakan hasil atas dari destilasi metil ester dimana sifat fisik dapat dianalisa seperti densitas, viskositas dan flashpoint dan dibandingkan dengan kerosin dari minyak bumi untuk dilihat apakah biokerosin yang dihasilkan dapat memenuhi standar sifat fisik kerosin atau tidak. Tabel 2, adalah tabel

**Tabel 2** Perbandingan sifat-sifat fisik Kerosin dan Biokerosin

No	Bahan Bakar	Densitas (gr/mL)	Viskositas (Cst)	Flash Point (°C)
		ASTMD1298	ASTMD445	ASTM D56
1	Kerosin	0.775-0.840	1-2.4	38-66
2	Biokerosin (50 cmHg)	0,8081-0,8576	2.44-4,42	98-137

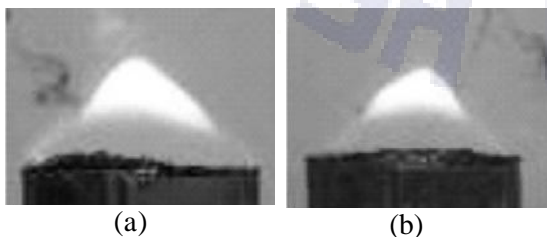
hasil analisa sifat fisik dari sampel yang digunakan.

Selain analisa sifat fisik, selanjutnya juga dilakukan uji bakar terhadap sampel destilat. Uji bakar dilakukan dengan menggunakan lampu sumbu berukuran kecil yang diisi dengan biokerosin hasil destilasi lalu dibandingkan dengan jika menggunakan kerosin. Pengujian ini dilakukan pada 100 ml volume sampel. Pada uji ini juga diamati beberapa kriteria seperti waktu pembakaran, warna nyala api, laju konsumsi dan tinggi nyala api. Dari hasil Pengujian, terlihat bahwa ketiga sampel menghasilkan warna nyala api yang sama yaitu kuning kemerahan.

**Tabel 3** Perbandingan hasil Uji Pembakaran Kerosin dan Biokerosin

No	Bahan Bakar	Tinggi Nyala api (mm)	Asap hitam	Laju Konsumsi Bahan Bakar (mL/menit)
1	Kerosin	1,2	Ya	0,27
2	Biokerosin (50 cmHg)	0,8	Tidak	0,2

Pada tabel 3 dapat terlihat hasil perbandingan uji bakar dari kerosin dan biokerosin. Pada pengujian tinggi nyala api yang bisa dihasilkan pada lampu sumbu untuk kerosin, biokerosin adalah 0,8 cm, hal ini menunjukkan bahwa biokerosin memiliki tinggi nyala api yang mendekati kerosin. Warna nyala api yang dihasilkan oleh lampu sumbu antara biokerosin dan kerosin sama yaitu berwarna kuning kemerahan. Seperti pada gambar 4.

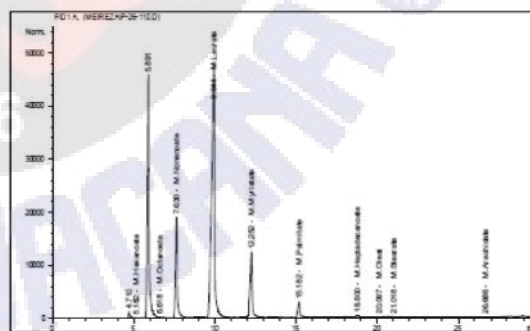


Gambar 4 Perbandingan Tinggi dan Warna Nyala api Kerosin dan Biokerosin dalam Uji Pembakaran: a. Kerosin b. Biokerosin 50 cmHg

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa tinggi nyala api yang dihasilkan kerosin lebih tinggi daripada biokerosin sedangkan untuk warna nyala api tidak memperlihatkan perbedaan yang besar diantara ketiganya. Biokerosin dengan tekanan distilasi 50cmHg dengan laju 0.2 mL/menit. Hal ini menunjukkan bahwa untuk biokerosin lebih irit dibandingkan dengan kerosin minyak bumi. Ini disebabkan karena laju perambatan biokerosin lebih rendah dibandingkan dengan kerosin sehingga bahan bakar yang naik melebihi konsumsi pembakaran yang dibutuhkan sehingga terjadi proses pembakaran bahan bakar yang berlebih. Hal

ini dapat terlihat dari tinggi nyala api kerosin lebih tinggi dari biokerosin.

Untuk mengetahui komposisi tiap sampel destilat maka dilakukan Analisa Gas Chromatography dengan hasil sebagai berikut



**Gambar 4** Hasil Analisa Gas Chromatografi Biokerosin pada Destilasi Suhu 110°C

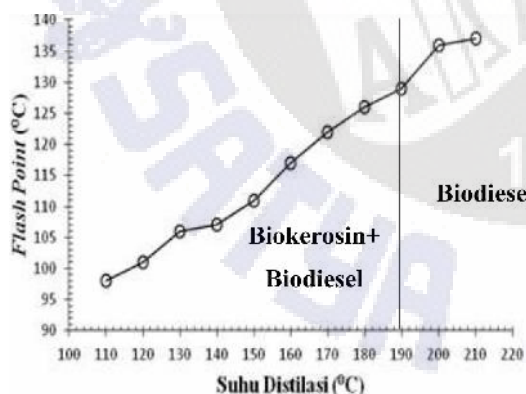
Hasil analisa GC untuk tekanan 50 cmHg pada suhu 110°C menunjukkan bahwa sudah terdapat komponen rantai atom karbon panjang yang tercampur didalam destilat. Dimana destilat

tersebut memiliki rantai atom karbon dari oktanoat hingga stearat (C8-C18). Sehingga tidak dilanjutkan analisa GC untuk suhu selanjutnya pada variabel tekanan ini karena sudah bisa disimpulkan untuk suhu selanjutnya rantai atom karbon panjang sudah tercampur dengan distilat pada variabel tekanan 50cmHg.

**Tabel 4** Daftar Komposisi Biokerosin pada Destilasi Suhu 110°C

No	Komponen	Jml komponen (mg/L)	% Massa
1	M.Hexanoat ( C : 7)	1407.11972	0.09
2	M.Octanoat( C :9)	777.00234	0.05
3	M.Nonanoat( C : 10)	394954	25.83
4	M.Laurate(C : 13)	929805	60.81
5	M.Myristat(C : 15)	161330	10.55
6	M.Palmitat(C : 17)	33348.8	2.18
7	M.Heptadecanoat ( C: 18)	6401.90777	0.41
8	M.Oleat( C : 19)	380.21518	0.024
9	M.Linoleat( C : 19)	0.00	0.00
10	M.Stearat( C :19)	602.70331	0.03
11	M.Arachidat ( C : 21)	8.57287	0.0005
TOTAL		1529020	100.00

Bila dilihat dari hasil analisa komponen dan uji flash point, maka didapatkan grafik sebagai berikut :



**Gambar 5** Grafik Hasil Analisa Komponen dan Uji Flash Point untuk Tekanan Distilasi 50cmHg

Dari hasil analisa komponen untuk distilat hasil distilasi pada tekanan 50 cmHg, analisa

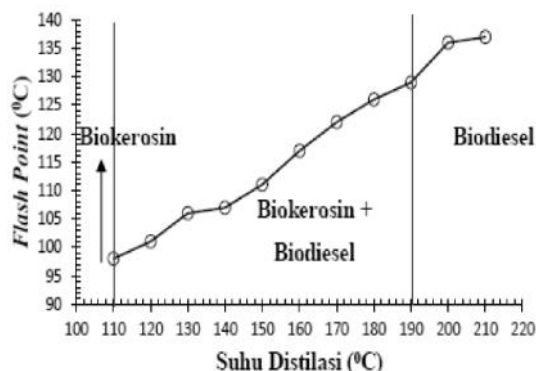
komponen tidak ada distilat yang merupakan biokerosin yang tidak tercampur biodiesel (C rantai panjang). Selanjutnya bila dilihat dari nilai flash point, ketika flash point distilat dari hasil distilasi metil ester pada tekanan 50cmHg bernilai >130°C, maka distilat tersebut merupakan biodiesel, karena besarnya flash point dari biodiesel adalah >130°C (Biodiesel MSDS). Sehingga pada tekanan distilasi 50cmHg, biokerosin yang tidak tercampur biodiesel tidak bisa didapatkan pada rentang suhu distilasi 110-210°C, sehingga perlu penelitian lebih lanjut untuk rentang suhu yang lebih rendah sehingga didapatkan suhu optimal pada tekanan tersebut untuk mendapatkan biokerosin yang tidak tercampur lagi dengan biodiesel.

Bila dilihat dari hasil analisa viskositas dan densitas :

**Tabel 5** Hasil Analisa Viskositas dan Densitas

T (°C)	Densitas (gr/ml)	Viskositas (Cst)
110	0,8081	2,4389
120	0,8090	2,5832
130	0,8109	2,9842
140	0,8123	3,4174
150	0,8148	3,4531
160	0,8202	3,4919
170	0,8217	3,5907
180	0,8233	3,6525
190	0,8235	3,7650
200	0,8494	4,3239

Pada gambar 6 untuk distilasi pada tekanan 50 cmHg berdasar hasil analisa densitas, pada suhu distilasi 110-190°C memenuhi kriteria densitas kerosin (0,775-0,840 gr/ml), sedangkan berdasar analisa viskositas hanya pada suhu distilasi 110°C memenuhi kriteria viskositas kerosin (1-2,4 Cst), maka berdasar hasil



**Gambar 6** Grafik Hasil Analisa Densitas dan Viskositas untuk Tekanan Distilasi 50cmHg

tersebut, dengan tekanan distilasi 50 cmHg, biokerosin yang tidak tercampur biodiesel hanya dapat diperoleh dengan suhu maksimal 110°C. Pada rentang 110-190°C merupakan campuran biokerosin dan biodiesel, serta pada >190°C akan menghasilkan distilat biodiesel saja.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang kami peroleh maka dapat disimpulkan bahwa: Biokerosin dapat diproduksi dengan menggunakan metode destilasi vakum metil ester berbahan baku minyak kelapa dengan kontrol suhu.

1. Suhu untuk melakukan distilasi vakum berdasarkan hasil analisa gas chromatography dan uji flash point yaitu tekanan 50 cmHg tidak diperoleh biokerosin yang tidak tercampur biodiesel, didapatkan distilat berupa biokerosin yang tercampur biodiesel hingga mencapai suhu distilasi 190°C, dan pada suhu distilasi >190°C didapatkan distilat biodiesel saja.
2. Berdasarkan analisa fisik berupa analisa viskositas dan analisa densitas untuk tekanan distilasi 50 cmHg, dapat diperoleh biokerosin yang tidak tercampur biodiesel dengan suhu distilasi maksimum 110°C, didapatkan bio-kerosin yang tercampur biodiesel pada rentang suhu 110-190°C, dan pada suhu distilasi >190°C hanya akan terdapat distilat biodiesel saja.

## DAFTAR PUSTAKA

- An American National Standard Test Methods for Flash Point by Pensky – Martens Closed Cup Tester.
- APCC Standard for Virgin Coconut Oil. 2008.
- Boichenko, Sergii, V.Oksana, dan L.Anna. 2013. Overview of Innovative Technologies for Aviation Fuel Production. *Chemistry and Chemical Technology Journal*. 7(3), 305-312.
- Departemen Perindustrian Republik Indonesia (SNI 01-3741-1995)
- Departemen Pertanian, (2005) Revitalisasi Pertanian, Perikanan, Dan Kehutanan [6] (RPPK), [www.deptan.go.id](http://www.deptan.go.id).
- Demirbas, A. 2001. Biodiesel from Vegetable Oil via Transesterification in Supercritical methanol. *Energy Conversion and Management*. 43. 2349-2356
- Hong, Thong D, T.H. Soerawidjaja, I.K. Reksowarjoyo, O.Fujita, Z.Duniani, dan M.X.Pham. 2013. A study on Developing Aviation Biofuel for the Tropics: Production Process—Experimental and Theoretical Evaluation of their Blends with Fossil Kerosene. *Chemical Engineering and Processing Journal*. 74, 124 – 130.[9] Ketaren, S. (1986), Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan, UI Press Jakarta.
- Llomas, Alberto, M.J Garcia-Martinez, A.M Al-lal, L.Canoira, dan M.Lapuerta 2012. Biokerosene from Coconut and Palm Kernel Oils: Production and Properties of Their Blends with Fossil Kerosene. *Fuel Journal*, 102,483-490.
- Material Safety Data Sheet (MSDS) of Biodiesel [12] Material Safety Data Sheet (MSDS) of Kerosene.

- Rorong, Johnly, H. Aritonang, dan F.P.ranti. 2008. Sintesis Metil Ester dari Minyak Kelapa hasil Pemanasan. *Chemical Engineering Journal* Vol.1 No.1 Pg.10-18.
- Subardjo dan Pangarso. 1986. Pengaruh Pencampuran Kerosin terhadap Solar. Lembaran Publikasi Lemigas No. Jakarta: Pertamina.
- Suryanto, A. 2016. Pengembangan Proses Pembuatan Biofuel dari Minyak Kelapa dengan Bantuan Microwave. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Susilo, B. 2007. Studi Penggunaan Ultrasonic dan Transesterifikasi Minyak Tanaman menjadi Biodiesel. *Prosiding Konferensi Nasional 2007 IPB Bogor*. ISBN 978-979 - 1312 - 11 - 0.
- Syaripuddin, M Syahrir. (2009). Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas sebagai Bahan Bakar Biokerosin. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. The American Petroleum Institut. (2010). *Kerosene/Jet Fuel Category Assessment Document*.
- Tambunan, A.H dan Y.A purwanto. (1997). Peluang Pemanfaatan Gas Buang Gasifikasi untuk Produksi Biodiesel secara Non-Katalik. SBRC-LPPM IPB Bogor. ISBN 978-979 -1312 - 11 - 0
- Vicente, G, M Martan, dan J Aracil. (2006). A Comparative Study of Vegetable Oil for Biodiesel production. *Energy and Fuel Journal*. 20. 394 - 398.
- Wijayanti, Febnita Eka. 2008. Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Biodiesel. Jakarta : UI Press.