

27948/14/10



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RFK

662.88

Sal

P-1
2009

TUGAS AKHIR - RK 1583

PENGARUH OKTAN BUSTER TERHADAP KUALITAS BIODIESEL DARI BIJI KARET

Oleh:

ASNI SALEH

NRP 2304 100 029

FITRI WAHYUNI

NRP 2304 100 114

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST

NIP. 130 604 245

Laboratorium Biomassa Dan Konversi Energi

JURUSAN TEKNIK KIMIA

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2009

PERPUSTAKAAN ITS	
tanggal pinjam	10-8-2009
nomor kartu	H
no. induk	917



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RK 1583

AFFECT OF OCTANE BOOSTER TO QUALITY OF BIODIESEL FROM RUBBER SEED

ASNI SALEH
NRP 2304 100 029

FITRI WAHYUNI
NRP 2304 100 114

Lecturer
Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST
NIP. 130 604 245

Biomass And Energy Conversion Laboratory
CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2009

**PENGARUH OKTAN BUSTER TERHADAP KUALITAS
BIODIESEL DARI BIJI KARET**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Asni Saleh

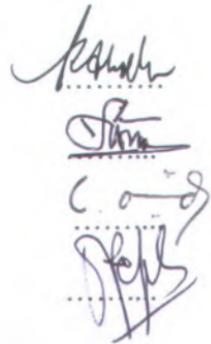
Nrp. 2304 100 029

Fitri Wahyuni

Nrp. 2304 100 114

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST
(Pembimbing)
2. Prof. Dr. Ir. Nonot Soewarno, M. Eng
(Penguji I)
3. Dr. Ir. Kuswandi, DEA.
(Penguji II)
4. Orchidea Rachmaniah, ST, MT
(Penguji III)



**SURABAYA
AGUSTUS, 2009**

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan skripsi dengan judul :

“PENGARUH OKTAN BUSTER TERHADAP KUALITAS BIODIESEL DARI BIJI KARET”

Yang disusun oleh :

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. Asni Saleh | NRP. 2304 100 029 |
| 2. Fitri Wahyuni | NRP. 2304 100 114 |

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Mengetahui,

Dosen pembimbing/ Ka Lab. Biomassa dan Konversi Energi



Prof.Dr.Ir. H.M.Rachimoella, Dipl.EST.

NIP. 130 604 245

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

Mengetahui :
Koordinator Sie Tugas Akhir

Prof.Dr.Ir.Kusno Budikarjono,MT.
NIP. 130 532 041

Menyetujui :
Sekretaris Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. Susianto,DEA.
NIP. 131 846 109

PENGARUH OKTAN BUSTER TERHADAP KUALITAS BIODIESEL DARI BIJI KARET

Dosen Pembimbing: Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST
Disusun oleh : Asni Saleh NRP. 2304 100 029
Fitri Wahyuni NRP. 2304 100 114

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan oktan buster terhadap kualitas biodiesel dari biji karet. Oktan Buster yang digunakan adalah MTBE dan Toluene. Untuk tahap proses dilakukan proses double stage, yaitu esterifikasi dengan katalis asam H_2SO_4 dan transesterifikasi dengan katalis basa NaOH. Masing-masing proses pemanasan dilakukan pada suhu $60^{\circ}C$. Untuk proses esterifikasi dilakukan selama 60 menit sedangkan transesterifikasi selama 30 menit yang disertai dengan pengadukan. Produk Biodiesel dan gliserol dipisahkan. Selanjutnya dilakukan pemurnian biodiesel dengan cara menambahkan air sebanyak 50% dari volume biodiesel dan mendinginkan selama 12-24 jam. Biodiesel kemudian ditambah dengan oktan buster. Rasio penambahan oktan buster terhadap volume biodiesel 0,00%; 0,50%; 1,00%; 1,50%; 2,00% dan 3,00%. Langkah terakhir melakukan analisa kualitas biodiesel yang meliputi analisa densitas, viskositas, flash point, kadar sulfur dan calculated cetane index. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan oktan buster (MTBE dan Toluene) nilai densitas, viskositas telah memenuhi standar Forum Biodiesel Indonesia(FBI), sedangkan Calculated Cetane Index(CCI), kadar sulfur dan flash point belum memenuhi standar. Akan tetapi pada penambahan 3% Toluene nilai CCI telah memenuhi standar yaitu sebesar 51,16 dan nilai flashpoint mencapai standar minimum pada penambahan 3% MTBE yaitu $100^{\circ}C$.

Kata kunci : *biji karet, biodiesel, oktan buster.*

AFFECT OF OCTANE BOOSTER TO QUALITY BODIESEL FROM RUBBER SEED

Advisor : Prof. Dr. Ir. H.M. Rachimoellah, Dipl. EST.
Written by : Asni Saleh NRP. 2304 100 029
Fitri Wahyuni NRP. 2304 100 114

Abstract

Intention of this research to know the affect of addition of octane buster to quality biodiesel from rubber seed. Octane Buster used by MTBE and Toluene. For the phase of process conducted by process of double stage, that is esterification by catalyst H_2SO_4 and transesterification by catalyst NaOH. Each warm-up process conducted at temperature $60^\circ C$. To process the esterification conducted by during 60 minute while transesterification during 30 minute accompanied with the squealer. Biodiesel and gliserol dissociated is later then conducted by purification biodiesel by enhancing water as much 50% from volume of biodiesel and hush during 12-24 clock. Biodiesel is later then added with the octane booster. Ratio of addition of octane buster to volume biodiesel 0,00%; 0,50%; 1,00%; 1,50%; 2,00% and 3,00%. Last step do the analysis of quality biodiesel covering analysis density, viscosity, flash point, rate of sulphur and calculated cetane index. From this research in addition of octane booster (MTBE and Toluene), value of density and viscosity have fulfilled the Standar of Biodiesel Indonesia Forum. While Calculated Cetane Index (CCI), flash point and rate of sulphur obtained not yet fulfilled. However for addition 3% Toluene, CCI have fulfilled the tandar, that is 51,16 and flash point reach out for minimum standard for addition 3% MTBE, that is $100^\circ C$.

Keywords: rubber seed, biodiesel, octane booster.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmatNya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul :

PENGARUH OKTAN BUSTER TERHADAP KUALITAS BIODIESEL DARI BIJI KARET

Laporan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS Surabaya. Atas segala bantuannya dalam pengerjaan laporan skripsi ini, kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H.M. Rachimoallah, Dipl. EST selaku dosen pembimbing kami dan Kepala Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi
2. Kedua orang tua kami yang telah banyak memberikan dukungan moral, spiritual, dan materi tentunya.
3. Bapak Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Kusno Budhi Karjono M.T selaku Kasie Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
5. Bapak Abi dan Bapak Tohari dari Balai Penelitian Tembakau dan Serat Malang
6. Bapak dan Ibu dari Laboratorium Produksi Pelumas PERTAMINA Surabaya
7. Kakak dan adik kami yang telah memberikan dukungan moril,spiritual.
8. Rekan - rekan seperjuangan Biomass crew dan teman-teman K-44

Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini hingga selesai.

Surabaya, Agustus 2009
Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR SIMBOL.....	vi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	5
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produksi Biodiesel dari Biji Karet.....	7
2.2 Pembuatan Biodiesel.....	10
2.3 Pengujian minyak dan Lemak.....	11
2.4 Karakteristik dari bahan bakar minyak.....	12
2.5 Aditif pada biodiesel.....	14
2.6 Knocking dan Oktan Buster.....	15
2.7 Komponen Anti Ketuk.....	15
2.8 Properti Bahan.....	17
2.9 Penelitian Pendukung.....	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Variabel Penelitian	21
3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	21
3.2.1 Alat yang Digunakan	21
3.2.2 Bahan yang Digunakan.....	22
3.3 Prosedur Penelitian	22
3.3.1 Tahap Persiapan	22
3.3.2 Tahap Proses.....	22
3.3.3 Tahap Analisa.....	23
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	23
3.5. Gambar Alat.....	27

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan minyak biji karet.....	29
4.2 Proses De-gumming.....	29
4.3 Esterifikasi.....	29
4.4 Transesterifikasi.....	30

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA.....	43
---------------------	----

LAMPIRAN.....	45
---------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biji Karet	7
Gambar 3.1 Proses Pembuatan Biodiesel.....	23
Gambar 3.2 Tahap Analisa Biodiesel	26
Gambar 3.3 Gambar Alat Transesterifikasi.....	27
Gambar 4.1 Hubungan Densitas dengan Penambahan Oktan Buster pada Biodiesel dari biji karet.....	32
Gambar 4.2 Hubungan Viskositas dengan Penambahan Oktan Buster pada Biodiesel dari biji karet.....	34
Gambar 4.3 Hubungan Cetane Index (CI) dengan Penambahan Oktan Buster pada Biodiesel dari biji karet.....	36
Gambar 4.4 Hubungan Kadar Sulfur dengan Penambahan Oktan Buster pada Biodiesel dari biji karet.....	37
Gambar 4.5 Hubungan Titik Nyala dengan Penambahan Oktan Buster pada Biodiesel dari Biji Karet.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi dan Produktivitas PTPN XII JawaTimur.....	2
Tabel 1.2 Daftar Tumbuhan Indonesia Penghasil Minyak dan Lemak.....	3
Tabel 2.1 Komposisi isi biji karet.....	7
Tabel 2.2 Komposisi fatty acid dari minyak biji karet.....	8
Tabel 2.3 Standar Biodiesel Menurut Forum Biodiesel Indonesia (Tahun 2005).....	9
Tabel 2.4 Standar Diesel yang ada di Indonesia.....	10
Tabel 2.5 Perbandingan antara Senyawa Oksigenat.....	16
Tabel 4.1 Hasil analisa FFA.....	30
Tabel 4.2 Hasil analisa kadar ester pada biodiesel murni.....	31
Tabel 4.3 Hasil analisa sifat fisik biodiesel murni.....	31

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Jumlah ml KOH untuk titrasi	ml
Aa	Angka asam	mg KOH / gr FAME
As	Angka penyabunan	mg KOH / gr FAME
B	Volume titran blanko	ml
C	Volume titran sampel	ml
CCI	Calculated Cetane Index	-
D	Densitas pada suhu 15°C	g/ml
G	Berat sampel	gr
Gtt%	Gliserol total	mg KOH / gr FAME
L	Panjang pipa	m
M	Massa	gr
N	Normalitas	N
n	mol	gmol
P	Tekanan	atm
r	Radius pipa	m
t	Waktu	s
V	Volume	ml
ρ	Densitas	gr/ml
μ	Viskositas	cSt

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia, namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi. Kenaikan harga minyak mentah dunia akhir-akhir ini memberi dampak yang besar pada perekonomian nasional, terutama dengan adanya kenaikan harga BBM. Kenaikan harga BBM secara langsung berakibat pada naiknya biaya transportasi, biaya produksi industri dan pembangkitan tenaga listrik. Dalam jangka panjang, impor BBM ini akan makin mendominasi penyediaan energi nasional apabila tidak ada kebijakan pemerintah untuk melaksanakan penganeekaragaman energi dengan memanfaatkan energi terbarukan. (Rahayu, 2005)

Menteri Pertanian Dr.Ir.Anton Apriyantono mengatakan, Indonesia memiliki lahan perkebunan karet paling luas di dunia, namun dari segi produksi hanya mampu menempati urutan kedua setelah Thailand. Produksi karet Indonesia selama 2006 tercatat 2,6 juta ton, masih kalah dibandingkan dengan Thailand yang menempati posisi teratas dengan 3 juta ton. (Dalam sambutan tertulis dibacakan Dirjen Perkebunan Deptan, Ahmad Mangga Barani, di Nusa Dua Bali) (www.kemenegpdt.go.id)

Dari segi produksi Indonesia kalah dengan Thailand, melalui upaya penerapan teknologi maju dan bibit jenis unggul diharapkan Indonesia mampu meningkatkan produksi per satuan hektar. Indonesia mentargetkan untuk bisa menjadi negara penghasil karet terbesar di dunia tahun 2020. Sebanyak 15 propinsi tercatat sebagai sentra produksi karet nasional, antara lain Nanggroe Aceh Darussalam, Sumatera Utara, Riau, Jambi, Bangka Belitung, Bengkulu, Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur. Dibawah ini data produksi dan produktivitas salah satu

perkebunan karet yang ada di Indonesia yaitu PTPN XII meningkat dari tahun 2006 s/d 2008.

Tabel 1.1 Produksi dan produktivitas karet PTPN XII - Jawa Timur

Tahun	2006	2007	2008
Produksi (ton)	11.666	12.266	12.675
Produktivitas (kg/ha)	1.366	1.459	1.529

Sumber : (www.agro-ptpn12.com)

Budidaya perkebunan karet memiliki peranan yang sangat penting dalam perekonomian nasional, antara lain sebagai sumber pendapatan bagi lebih dari 10 juta petani dan menyerap sekitar 1,7 juta tenaga kerja lainnya (www.kemeneqpd.go.id).

Hasil utama tanaman karet sampai saat ini adalah lateks, sedangkan jenis limbahnya berupa biji karet, serum lateks dan kayu karet. Pada penelitian ini berusaha memanfaatkan limbah berupa biji karet sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Dengan demikian hasil perkebunan karet tidak hanya untuk komoditi non migas tetapi dapat merambat ke sektor migas. Selain bahan baku biodiesel, biji karet juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun, dan cat pengering. Dari data yang diperoleh lembaga riset perkebunan Indonesia, dapat diketahui harga benih biji karet adalah 45 rupiah / biji (www.ipard.com).

Tabel 1.2 Daftar Tumbuhan Indonesia Penghasil Minyak dan Lemak

Nama	Nama Latin	Sumber	Kadar,% -b kr	P/NP
Akar kepayang	<i>Hodgsonia macrocarpa</i>	Biji	≈ 65	P
Alpukat	<i>Persea gratissima</i>	Daging buah	40 – 80	P
Jarak pagar	<i>Jatropha curcas</i>	Inti biji	40 – 60	NP
Kacang suuk	<i>Arachis hypogea</i>	Biji	35 – 55	P
Kapok/randu	<i>Ceiba pentandra</i>	Biji	24 – 40	NP
Karet	<i>Hevea brasiliensis</i>	Biji	40 – 50	NP
Kecipir	<i>Psophocarpus tetrag.</i>	Biji	15 – 20	P
Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	Daging buah	60 – 70	P
Kelor	<i>Moringa oleifera</i>	Biji	30 – 49	P
Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i>	Intibiji (kernel)	57 – 69	NP
Bidaro	<i>Ximenia Americana</i>	Inti biji	49 – 61	NP
Bintaro	<i>Cerbera manghas/odollam</i>	Biji	43 – 64	NP
Pepaya	<i>Carica papaya</i>	Biji	20 – 25	P
Sawit	<i>Elais guineensis</i>	-Sabut -Daging buah	45 - 70 46 - 54	P
Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	Inti biji	37 – 43	P
Sirsak	<i>Annona muricata</i>	Inti biji	20 – 30	NP

Ket.: b-kr =biji kering; P = Pangan; NP = non-pangan

Sumber : (Soerawidjaja,2003)

Biodiesel adalah metil ester atau etil ester dari asam lemak yang dibuat dari minyak tumbuhan dan lemak hewani yang

merupakan sumber daya yang dapat diperbaharui. Sumber utama dari biodiesel dapat berupa minyak non pangan yang diperoleh dari tumbuhan, salah satunya adalah karet (*Hevea Brasiliensis*). (Agarwal,2000)

Dibanding bahan bakar solar, biodiesel memiliki beberapa keunggulan, yaitu :

1. Biodiesel diproduksi dari bahan pertanian, sehingga dapat diperbarui
2. Biodiesel memiliki angka setana yang tinggi, dan bebas sulfur
3. Ramah lingkungan karena tidak ada emisi SO_x
4. Menurunkan keausan ruang piston karena sifat pelumasan bahan bakar yang bagus
(kemampuan untuk melumasi mesin dan sistem bahan bakar)
5. Aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun. Biodiesel tidak mudah terbakar karena memiliki titik bakar yang relatif tinggi.
6. Meningkatkan nilai produk pertanian Indonesia
7. Memungkinkan diproduksi dalam skala kecil, menengah sehingga bisa diproduksi di pedesaan.
8. Menurunkan ketergantungan suplai minyak dari negara asing dan fluktuasi harga
9. Biodegradable, yaitu jauh lebih mudah terurai oleh mikroorganisme dibandingkan minyak mineral.
(Susilo,2006)

Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif mempunyai nilai lebih, karena bahan yang diperlukan adalah minyak nabati dimana sumber daya hayati di Indonesia begitu berlimpah terutama dari sektor pertanian sehingga akan meningkatkan perekonomian pertanian. Selain itu industri biodiesel akan memajukan sektor agrobisnis untuk berbagai jenis komoditi alam kita seperti kelapa sawit, biji jarak, biji karet dan sebagainya. Biji karet mengandung 40%-50% minyak. Komposisi minyak biji karet terdiri dari FFA 2-20%, bilangan tak

tersabunkan 0,5-1% dan 17-20% asam lemak jenuh (palmitat, stearat, arakhidat) dan 77-82% asam lemak tak jenuh (oleat, lineat, linolenat). (Bailey,1982)

Dari penelitian tentang Pengaruh Katalis Asam dan Suhu Reaksi Esterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Biji Karet diperoleh *yield* maksimum dengan nilai 88,839% pada $T_{\text{Esterifikasi}} = 60^{\circ}\text{C}$ dengan jumlah H_2SO_4 sebesar 0,5 %wt, hasil yang diperoleh adalah flash point sebesar 120°C , densitas $0,8594 \text{ gr/cm}^3$, dan angka setana 42 (Yuliani dan Primasari, 2007). Sedangkan penelitian tentang Pengaruh Jumlah katalis Alkali dan Temperatur Reaksi Transesterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Biji Karet diperoleh *yield* maksimum dengan nilai 79,98% pada $T_{\text{Transesterifikasi}} = 60^{\circ}\text{C}$ dengan katalis NaOH sebesar 0,6 %wt, flash point yang diperoleh sebesar 125°C , densitas $0,886 \text{ gr/cm}^3$, dan angka setana sebesar 44 (Hermiyawan dan Adriana, 2007). Dari kedua penelitian terakhir diketahui bahwa viskositas, densitas, flash point dari biodiesel biji karet telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Forum Biodiesel Indonesia (FBI) tahun 2005, tetapi Calculated Cetane Index (CCI) masih dibawah standar.

1.2. Perumusan Masalah.

Penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan biodiesel dari biji karet sebagai bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan. Akan tetapi kualitas dari biodiesel biji karet yang dihasilkan belum dapat memenuhi standar yang ditetapkan, yaitu angka setana yang diperoleh belum memenuhi standar. Dari kedua penelitian yang telah dilakukan angka setana berkisar antara 42- 44, hasil perolehan ini masih di bawah standar yang ditetapkan oleh Forum Biodiesel Indonesia dengan angka minimum adalah 51.

Pada proses pembuatan biodiesel dengan esterifikasi 2 tahap ini akan dilakukan variasi penambahan aditif oktan buster sebagai upaya meningkatkan angka setana. Dengan demikian diharapkan kualitas biodiesel biji karet dapat memenuhi standar dari Forum Biodiesel Indonesia.

1.3. Batasan Masalah

1. Biji karet diperoleh dari PTPN XII Jawa Timur, minyak biji karet (*rubber seed oil*) diperoleh dengan pengepresan ulir (screw press).
2. Mendapatkan biodiesel dengan variabel tetap yaitu temperatur, waktu, rasio H_3PO_4 terhadap minyak biji karet pada proses de-gumming, rasio berat katalis H_2SO_4 pada proses esterifikasi dan NaOH pada proses transesterifikasi, dan mol rasio methanol terhadap minyak biji karet.
3. Mendapatkan biodiesel dengan variabel penambahan oktan buster, yaitu MTBE dan Toluene.
4. Parameter pengujian terdiri dari densitas, viskositas, titik nyala (flash point), kadar sulfur dan calculated cetane index.

1.4 Tujuan Penelitian

Mempelajari pengaruh penambahan oktan buster terhadap kualitas biodiesel dari biji karet yang meliputi nilai viskositas, densitas, titik nyala, kadar sulfur dan calculated cetane index.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pengembangan biodiesel dari komoditas alam sebagai salah satu solusi untuk mencegah semakin menipisnya minyak bumi dan gas alam. Selain itu diharapkan dapat memperoleh bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan yaitu bebas sulfur dan aman karena tidak mengandung racun.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produksi Biodiesel dari Biji Karet

Hasil utama tanaman karet sampai saat ini adalah lateks, sedangkan jenis limbahnya berupa biji karet, serum lateks dan kayu karet. Buah karet berbentuk kotak tiga atau empat. Setiap enam bulan buah tersebut masak dan pecah, biji karet terlepas dari kulit buah. Biji karet terdiri dari 40-50 % kulit yang keras, berwarna coklat, 50-60% kernel yang berwarna putih kekuningan.



Gambar 2.1 Biji karet

Tabel 2.1 Komposisi isi biji karet

Komposisi isi biji karet	Jumlah
Minyak	45,63%
Abu	2,71%
Air	3,71%
Protein	22,17%
Karbohidrat	24,21%
Lain-lain	1,57%

(Njoku,dalam Ramadhas,2004)

Dari tabel 2.1 menunjukkan bahwa biji karet berpotensi untuk dijadikan biodiesel, meskipun kandungan air cukup besar yang menyebabkan hidrolisis trigliserida menjadi Free Fatty Acid (FFA). Free Fatty Acid atau asam lemak bebas adalah asam

lemak yang terpisahkan dari trigliserida, digliserida, monogliserida dan gliserin bebas. (www.bhakti.ganesha.or.id) Oleh karena itu kernel harus dikeringkan sebelum dipress untuk mengurangi kandungan air. Kandungan asam lemak bebas (FFA) pada minyak mentah biji karet atau *unrefined rubber seed oil* sekitar 17%, yaitu nilai asam 34. Yield dari hasil proses esterifikasi akan berkurang jika nilai FFA lebih besar dari 2%. Transesterifikasi tidak akan berlangsung jika kandungan FFA dalam minyak lebih besar dari 2%, karena katalis basa tidak cocok untuk menghasilkan ester dari minyak mentah (*unrefined oil*) sehingga minyak mentah harus direfining untuk mengurangi bilangan asam (FFA). Esterifikasi asam merupakan metode yang cocok untuk menghasilkan biodiesel dari minyak yang mempunyai FFA tinggi, oleh karena itu proses esterifikasi double stage lebih cocok untuk menghasilkan biodiesel dari minyak biji karet. (Ramadhas,2004).

Tabel 2.2. Komposisi fatty acid dari minyak biji karet

	Fatty acid	Komposisi (%)
Asam lemak jenuh	- C _{16:0} Asam Palmitat	10,2
	- C _{18:0} Asam Stearat	8,7
Asam lemak tak jenuh	- C _{18:1} Asam oleat	24,6
	- C _{18:2} Asam linoleat	39,6
	- C _{18:3} Asam Linolenat	16,3
Lain-lain		0,6

(Ramadhas,2004)

Tabel 2.3 Standar Biodiesel Menurut Forum Biodiesel Indonesia

Sifat kimia	Satuan	Batasan		Metode
		Min	Max	
Densitas (40°C)	kg/m ³	850	890	ASTM D-1298
Viskositas (40°C)	cSt	2,3	6,0	ASTM D-445
Angka Setana		51	-	ASTM D-613
Titik Tuang (<i>Pour Point</i>)	°C	-	18	ASTM D-97
Residu Karbon Mikro • contoh asli • 10% ampas distilasi	% massa	-	0,05 0,3	ASTM D-4530
Titik Nyala (<i>Flash Point</i>)	°C	100	-	ASTM D-93
Temperatur Distilasi 90%	°C	-	360	ASTM D-1160
Abu Tersulfatkan	% massa	-	0,02	ASTM D-874
Belerang	ppm-m (mg/kg)	-	100	ASTM D-5453 ASTM D-1266
Angka Asam	mg- KOH/g	-	0,8	ASTM D-664
Glyserol Bebas	% massa	-	0,02	ASTM D-6584
Glyserol Total	% massa	-	0,24	ASTM D-6584

Tabel 2.3 menyatakan standar biodiesel secara umum menurut Forum Biodiesel Indonesia. Metode yang digunakan adalah dengan metode ASTM. Kualitas dari biodiesel dari biji karet ini diharapkan dapat memenuhi standar biodiesel di atas. Dalam penelitian ini parameter yang diambil adalah nilai densitas, viskositas, angka setana, flash point dan kadar sulfur.

Tabel 2.4 Standard Diesel yang ada di Indonesia

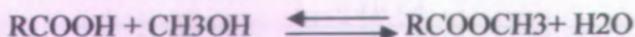
Properti	Unit	Diesel
Densitas (15°C)	Kg/m ³	850
Viskositas	mm ² /s	2,6
Angka setana	-	≥ 40
Flash point	°C	68
Pour point	°C	-20
Water content	%	0,02
Ash Content	%	0,01
Residu karbon	%	0,17
Angka Asam	mgKOH/g	0,35
Nilai Kalori	MJ/kg	42

(Ghadge, 2004)

2.2 Pembuatan Biodiesel

➤ Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat. Seperti asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja, 2003). Reaksi esterifikasi dapat dilihat pada :

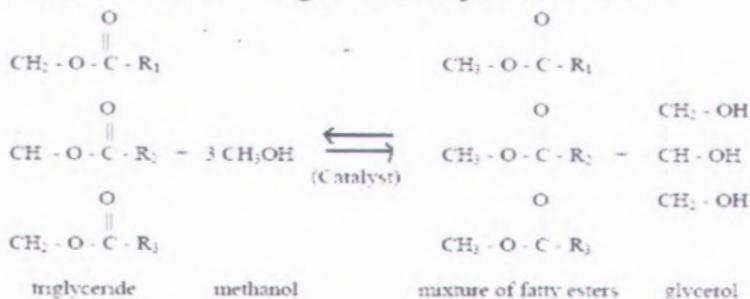


Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam ≥ 5 mg-KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu.

➤ Transesterifikasi

Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkyl ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Di antara alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Jadi, di sebagian besar dunia ini, biodiesel praktis identik dengan ester metil asam-asam lemak (*Fatty Acids Metil Ester*, FAME).

Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester. :



dimana R_1, R_2 dan R_3 adalah rantai hidrokarbon dari fatty acid

2.3 Pengujian minyak dan lemak

➤ Bilangan asam

Didefinisikan sebagai jumlah KOH (mg) yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 gram zat. Bilangan asam ini menunjukkan banyaknya asam lemak bebas dalam suatu lemak atau minyak. Penentuannya dilakukan dengan cara titrasi menggunakan KOH-alkohol dengan ditambahkan indikator pp.

➤ Bilangan Penyabunan,

Didefinisikan sebagai jumlah KOH (mg) yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas dan asam lemak hasil hidrolisis dalam 1 gram zat. Penentuannya dilakukan dengan cara

me-reflaks dengan larutan KOH-alkohol selama 30 menit, didinginkan, lalu dititrasi kembali kelebihan KOH dengan larutan baku HCL.

➤ **Bilangan Ester**

Didefinisikan sebagai jumlah KOH (mg) yang diperlukan untuk menyabunkan satu (1) gram zat. Bilangan ester = bilangan penyabunan – bilangan asam.
(Ketaren, 1986)

2.4 Karakteristik dari bahan bakar minyak

➤ **Penguapan (Volatilitas)**

Penguapan dari bahan bakar disel diukur dengan 90% suhu penyulingan. Ini adalah suhu dengan 90% dari contoh minyak telah disuling. Makin rendah suhu ini berarti makin tinggi penguapannya. Untuk mesin kecil lebih diperlukan penguapan bahan bakar yang tinggi daripada untuk mesin besar.

➤ **Massa Jenis (Density)**

Massa jenis adalah bilangan yang menyatakan perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama. Besar nilai massa jenis suatu zat dapat dicari dengan menggunakan Piknometer.

➤ **Viskositas (Viscosity)**

Viskositas adalah bilangan yang menyatakan resistansi suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan cair untuk mengalir atau ukuran besarnya tahanan geser dari bahan cair. Makin tinggi viskositas minyak akan makin kental dan lebih sulit mengalir, demikian sebaliknya makin rendah viskositas minyak makin encer dan lebih mudah minyak itu mengalir. Viskometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur viskositas. Viskositas bahan bakar sangat penting artinya, terutama bagi mesin-mesin disel maupun ketel-ketel uap, karena viskositas minyak sangat berkaitan dengan suplai konsumsi bahan bakar ke dalam ruang bakar.

➤ **Nilai Kalori (Caloric Value)**

Nilai kalori adalah bilangan yang menyatakan jumlah panas/kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara. Pada volume yang sama semakin besar massa jenis suatu minyak akan semakin rendah nilai kalorinya, demikian sebaliknya semakin rendah massa jenis suatu minyak akan semakin tinggi nilai kalorinya. Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan mesin dalam suatu periode. Nilai kalori umumnya dinyatakan dalam satuan Kcal/Kg atau BTU/lb

➤ **Kandungan Belerang (Sulfur Content)**

Semua bahan bakar minyak mengandung belerang/sulfur dalam jumlah yang sangat kecil. Walaupun demikian, berhubung keberadaan belerang ini tidak diharapkan karena sifatnya merusak, maka pembatasan dari jumlah kandungan belerang dalam bahan bakar minyak adalah sangat penting di dalam bahan bakar minyak.

➤ **Titik Tuang (Pour Point)**

Titik tuang adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak sehingga bahan bakar tersebut masih dapat mengalir karena gaya gravitasi. Titik tuang ini diperlukan sehubungan dengan adanya persyaratan praktis dari prosedur penimbunan dan pemakaian dari bahan bakar minyak.

➤ **Titik Nyala (Flash Point)**

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila permukaan tersebut didekatkan pada nyala api. Titik nyala diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan – pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran.

➤ **Bilangan Setana**

Mutu penyalaan diukur dengan indeks yaitu dengan perhitungan cetane index atau Calculated Cetane Index (CCI).

CCI ini dengan Cetane Number (bilangan setana) mempunyai hubungan yang linier. Mesin disel kecepatan tinggi saat ini memerlukan bilangan setana sekitar 50. Nilai dari bilangan ini sebagai karakteristik bahan bakar disel adalah serupa dengan bilangan oktana untuk bensin. Bilangan setana bahan bakar adalah volume dari setana dalam campuran setana dan alfa-metil-naftalene. Baik setana maupun alfa-metil-naftalene adalah hidrokarbon. Setana mempunyai mutu penyalaan sangat baik dan alfa-metil-naftalene mempunyai mutu penyalaan sangat buruk. Skalanya berkisar dari 0 sampai 100, alfa-metil-naftalene murni sesuai dengan 0 dan setana murni sesuai dengan 100. Bilangan setana 48 berarti bahan bakar setana dengan campuran yang terdiri atas 48% setana dan 52% alfa-metil-naftalene.

➤ **Kadar Abu**

Kadar abu adalah jumlah sisa-sisa dari minyak yang tertinggal, apabila suatu minyak di bakar sampai habis. Kadar abu ini berasal dari bahan bakar itu sendiri atau akibat kontak di dalam perpipaan dan penimbunan (adanya partikel metal yang tidak terbakar yang terkandung dalam bahan bakar minyak itu dan yang berasal dari sistem penyaluran). (Ferguson,1986)

2.5 Aditif pada Biodiesel

Untuk memperoleh bahan bakar yang memiliki nilai kualitas tinggi memerlukan biaya tinggi dalam proses pengolahannya. Oleh karena itu perlu ditambah dengan beberapa bahan aditif pada bahan bakar tersebut. Bahan aditif atau campuran yang dipilih adalah bahan yang tidak mengandung logam, seperti senyawa oksigenat. Misalnya alkohol, eter, keton, ester, asam nitrit dan nitroparafin. Bahan-bahan tersebut dapat digunakan sebagai pengganti senyawa Pb (timbal).

2.6 Knocking dan Oktan Buster

~ **Ketukan pembakaran (*Combustion Knock*)**. Jika penyalaan ditunda sedemikian lama hingga sejumlah bahan bakar masuk, kemudian dipanaskan oleh udara dan diuapkan, maka penyalaan awal dapat diikuti oleh pembakaran yang cepat sehingga mendekati peledakan dari seluruh massa bahan bakar. Ledakan ini dapat menimbulkan gelombang tekanan yang sejalan dengan kecepatan bunyi, membentur dinding logam dan menghasilkan ketukan tajam yang disebut ketukan pembakaran (*knocking*). Ketukan juga menunjukkan karakteristik bahan bakar mempunyai mutu penyalaan rendah. (Maleev, 1986)

~ **Oktan Buster**. Oktan Buster merupakan komponen dari senyawa yang digunakan untuk meningkatkan angka oktan dari bahan bakar dan sekaligus sebagai komponen anti ketuk. Pada umumnya angka oktan suatu bahan bakar dinyatakan dengan besar persen volume iso-oktan dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana (jenis bahan bakar hidrokarbon yang tidak mudah berdetonasi dan dinyatakan sebagai bahan bakar dengan angka oktan -100) dan normal-heptana (bahan bakar hidrokarbon rantai lurus yang mudah berdetonasi dan dinyatakan sebagai bahan bakar dengan angka oktan-0) yang memiliki kecenderungan berdetonasi sama dengan bahan bakar tersebut. (Ferguson, 1986)

2.7 Komponen anti ketuk (*Antiknock Compounds*)

Komponen anti ketuk merupakan suatu bahan yang digunakan untuk memperbaiki mutu dan kualitas bahan bakar. Terdapat dua tipe anti ketuk sebagai bahan campuran.

1. Komponen logam (*Metallic Compounds*). Komponen logam merupakan zat anti ketuk yang mengandung logam, diantaranya adalah Tetra Ethyl Lead (TEL). Rumus kimia dari TEL adalah $Pb(C_2H_5)_4$. Tetra Methyl Lead (TML) dengan rumus kimia

$Pb(CH_3)_4$, dan Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl (MMT) dengan rumus kimia $CH_3C_5H_4Mn(CO)_3$.

2. Komponen Non Logam (Non Metallic Compounds)

Komponen non logam adalah zat anti ketuk yang tidak mengandung ikatan logam. Yang termasuk dalam komponen non logam yaitu: senyawa hidrokarbon aromatik (seri hidrokarbon dengan ikatan rantai tertutup) dan senyawa oksigenat dimana sumber utamanya batubara dan minyak bumi. Hidrokarbon aromatik seperti olefin, toluene, benzene, dan xilena

Tabel 2.5 Perbandingan antara senyawa oksigenat

	Metanol	Etanol	TBA	MTBE
Stoikiometri (A/F)	112	110	98	105
Oksigen (%Wt)	50	35	22	18
Specific Gravity	0,796	0,794	0,791	0,746
Panas latent (MJ/Kg)	1,16	0,84	0,57	0,34
Angka kalori bawah(MJ/Kg)	20	26,8	32,5	35,2
Titik didih (°C)	65	78	83	55

(Heywood,1989)

Dari tabel 2.5 dapat dilihat bahwa MTBE mempunyai kadar oksigen yang lebih kecil dibandingkan dengan oksigenat lainnya dan angka kalori yang lebih besar dari oksigenat lainnya. Dari karakteristik ini menjadikan MTBE lebih tepat digunakan sebagai bahan aditif. Mutu penyalaan dari bahan bakar disel dapat diperbaiki, yaitu bilangan setana dinaikkan, dengan jalan penambahan sedikit persentase dari hidrokarbon yang lebih mudah terbakar. Oleh karena itu bahan aditif oktan buster yang tepat digunakan adalah MTBE dengan titik didih 55,2 °C. Sedangkan dasar pemilihan Toluene sebagai oktan buster adalah karena kemiripan sifat dengan disel, densitas Toluene adalah

0.87 g/cm³. Dosis pencampuran bahan bakar biodiesel : aditif adalah (20 - 30) liter : 250 ml atau dosisnya 0,84 sampai 1,25%.

2.8 Properti Bahan

➤ **MTBE**

- Rumus molekul : C₅ H₁₂O
- Berat molekul : 88,15 g/mol
- Densitas : 0,7404 g/cm³
- Titik didih : 55,2 °C
- Titil leleh : -109 °C
- Titik Nyala : -10°C

Methyl Tert-Butyl Eter, juga dikenal sebagai *Methyl Tersier Butyl Eter*. MTBE adalah cairan yang bersifat volatil, mudah terbakar dan *immiscible*. (www.wikipedia.org)

➤ **Toluene**

- Rumus molekul : C₇H₈
- Berat molekul : 92,14 g/mol
- Densitas : 0,87 g/cm³
- Titik didih : 110 °C
- Titil leleh : -60 °C
- Titik Nyala : -10°C

Toluene memiliki derajat sensitivitas bahan bakar yang rendah, dimana semakin rendah nilainya semakin bahan bakar tersebut dipakai sebagai bahan bakar pada mesin berasio kompresi tinggi. Toluene merupakan senyawa aromatik, cairan tidak berwarna dan mudah menguap. Oleh karena itu, karakter toluene lebih sulit dikabutkan di ruang bakar. Akan tetapi, kandungan energi per unit volumenya lebih besar. Sehingga ketika di bakar di dalam mesin, toluene mampu menghasilkan energi tenaga yang besar.

(<http://www.temarry.com/MSDS/Toluene msds.htm>).

2.9 Penelitian Pendukung

- **Hermiyawan dan Andriana.** Melakukan penelitian tentang *“Pengaruh Jumlah katalis Alkali dan Temperatur Reaksi Transesterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Biji Karet”*. Hasilnya adalah *yield* maksimum diperoleh pada $T_{\text{Transesterifikasi}} = 60^{\circ}\text{C}$ dan $\text{NaOH} = 0,6\% \text{wt}$. Pada penelitian ini hasil yang diperoleh adalah flash point sebesar 125°C , densitas $0,886 \text{ gr/cm}^3$, kadar FFA yang tinggi diperoleh pada proses esterifikasi yaitu lebih dari 2%. Angka setana yang diperoleh juga masih rendah yaitu sebesar 44.
- **Nasikin., dkk.** Mengadakan penelitian tentang *“Paditif Peningkat Angka Setana Bahan Bakar Solar yang Disintetis Dari Minyak Kelapa”*. Penambahan metil ester nitrat pada minyak solar berpengaruh pada variabel-variabel yang mempengaruhi CI yaitu densitas dan temperatur distilasi. Penambahan metil ester nitrat 1% ke dalam minyak solar meningkatkan CN dari 44,68 menjadi 47,49.
- **Ramadhias., dkk.** Mengadakan penelitian tentang *“Produksi biodiesel dari minyak biji karet dengan kadar FFA tinggi”*. Digunakan proses transesterifikasi dua tahap, yang pertama transesterifikasi dengan katalis asam untuk mengurangi kadar FFA menjadi kurang dari 2%, dilanjutkan dengan proses transesterifikasi dengan katalis alkalin. Disimpulkan bahwa efisiensi konversi dipengaruhi oleh molar ratio alkohol terhadap minyak, molar ratio 6 : 1 merupakan kondisi terbaik untuk proses esterifikasi dengan katalis alkalin dengan lama proses 30 menit. Konversi ester maksimum pada suhu $45 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Viskositas biodiesel mendekati standar untuk minyak diesel. Flash point (sekitar 130°C) lebih tinggi dari standar diesel dan nilai kalori lebih rendah dari standar minyak diesel.
- **Yuliani dan Primasari.** Melakukan penelitian tentang *“Pengaruh Katalis Asam dan Suhu Reaksi Esterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Biji Karet”*. Hasilnya adalah

yield maksimum diperoleh pada $T_{\text{Esterifikasi}} = 60^{\circ}\text{C}$ dan jumlah $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,5\% \text{wt}$. Pada penelitian ini hasil yang diperoleh adalah flash point sebesar 120°C , densitas $0,8594 \text{ gr/cm}^3$, tetapi angka setana belum memenuhi standar biodiesel yaitu sebesar 42.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini, variabel yang ditetapkan pada proses esterifikasi dan transesterifikasi yaitu:

1. Variabel tetap :

- Rasio Asam Fosfat (H_3PO_4) p.a 0,2% dari volume minyak biji karet dan dipanaskan pada temperatur $95^{\circ}C$ (proses de-gumming).
- Temperatur pada reaksi esterifikasi dan transesterifikasi $60^{\circ}C$.
- Waktu reaksi 60 menit (proses esterifikasi) dan 30 menit (proses transesterifikasi)
- Rasio berat katalis H_2SO_4 p.a 0,5% dari berat minyak dan NaOH p.a 0,6% dari berat minyak
- Rasio molar methanol terhadap minyak 6:1 pada proses esterifikasi dan transesterifikasi

2. Variabel berubah :

- Rasio penambahan oktan buster terhadap volume biodiesel 0,00%; 0,50%; 1,00%; 1,5%; 2,00% dan 3,00%.
- Jenis oktan buster : MTBE dan Toluene

3.2 Alat dan Bahan yang digunakan

3.2.1 Alat yang digunakan

1. Screw Press
2. Erlenmeyer
3. Gelas ukur
4. Timbangan elektrik
5. Pipet volume
6. Piktometer
7. Corong kaca
8. Seperangkat alat esterifikasi

3.2.2. Bahan yang digunakan

1. Minyak biji karet
2. Methanol p.a
3. NaOH p.a
4. H_2SO_4 p.a
5. H_3PO_4 p.a
6. Aquades
7. Oktan buster

3.3 Prosedur Penelitian

1. Tahap Persiapan

- a. Memecah kulit luar biji karet dan memilih isi biji karet yang kondisinya baik
- b. Menjemur kernel (isi biji karet) dibawah sinar matahari selama 1,5 jam
- c. Mengepres kernel menggunakan screw press

2. Tahap Proses

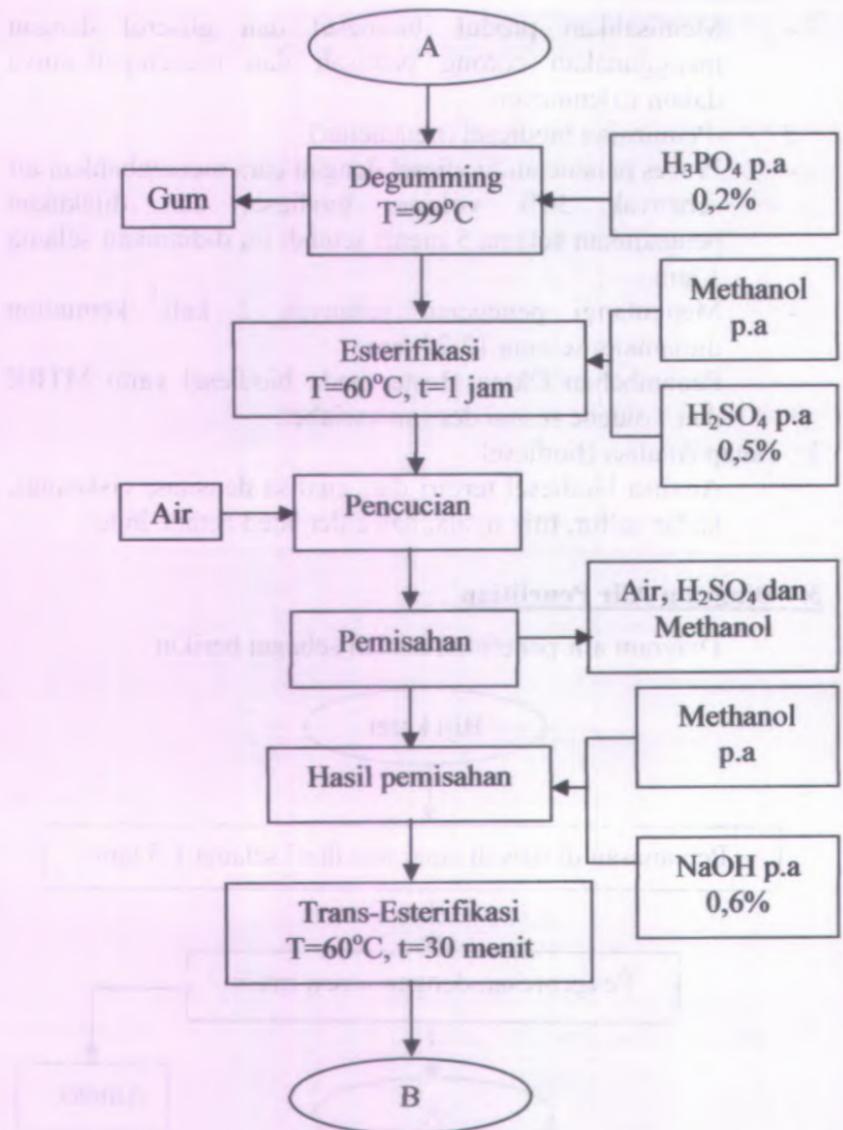
- a. Memasukkan minyak biji karet ke dalam labu leher tiga dan menambahkan H_3PO_4 p.a (0,2 % dari volume minyak) serta memanaskan pada temperatur $95\text{ }^\circ\text{C}$ disertai pengadukan selama 30 menit
- b. Esterifikasi dengan katalis asam
 - Memasukkan minyak biji karet dan methanol p.a dengan perbandingan molar 6:1 ke dalam labu leher empat
 - Menambahkan katalis H_2SO_4 p.a (0,5% dari berat minyak) ke dalam campuran tersebut dan dipanaskan pada 60°C disertai pengadukan selama 1 jam
 - Memisahkan produk dan air dengan menggunakan corong pemisah dan ditempatkan pada Erlenmeyer.
- c. Transesterifikasi dengan katalis basa
 - Memasukkan produk ke dalam labu leher empat dan menambahkan NaOH 0,6% dari berat minyak dilanjutkan dengan pengadukan selama 30 menit dan pada suhu 60°C

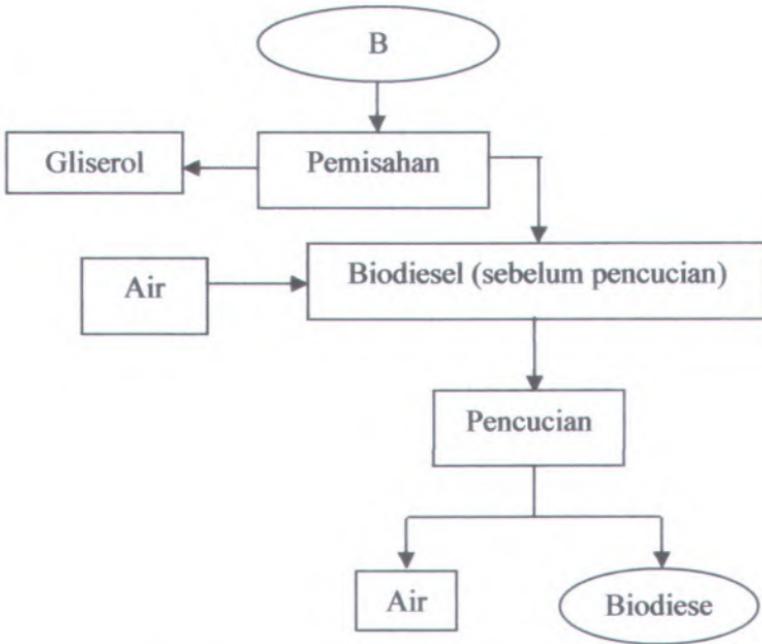
- Memisahkan produk biodiesel dan gliserol dengan menggunakan corong pemisah dan menempatkannya dalam Erlenmeyer.
- d. Pemurnian biodiesel (pencucian)
 - Proses pencucian biodiesel dengan cara menambahkan air sebanyak 50% volume biodiesel dan dilakukan pengadukan selama 5 menit setelah itu didiamkan selama 1 jam.
 - Mengulangi pencucian sebanyak 2 kali, kemudian didiamkan selama 12-24 jam
 - Penambahan Oktan Buster pada biodiesel yaitu MTBE dan Toluene sesuai dengan variabel.
- 3. Tahap Analisa Biodiesel
 - Analisa biodiesel terdiri dari analisa densitas, viskositas, kadar sulfur, titik nyala, dan calculated cetane index.

3.4 Diagram Alir Penelitian

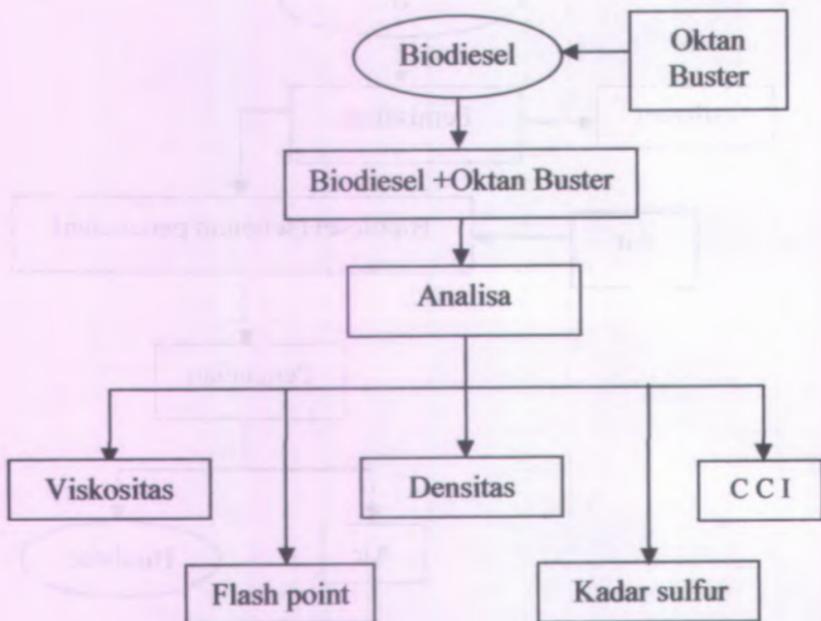
Diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :





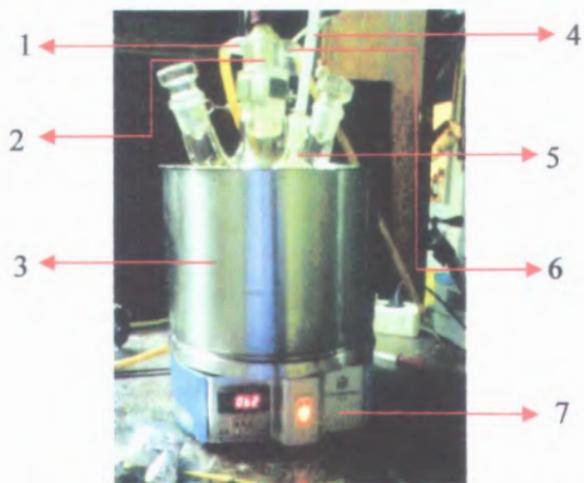


Gambar 3.1 Proses pembuatan biodiesel



Gambar 3.2 Tahap analisa biodiesel

3.5 Gambar Alat



Gambar 3.3 Gambar alat transesterifikasi

Keterangan gambar :

1. Air masuk
2. Kondensor
3. Waterbath
4. Termometer
5. Labu leher 4
6. Air keluar
7. Pemanas

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan minyak biji karet

Biji karet yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel diperoleh dari PTPN XII Jawa Timur dengan kondisi isi biji karet (kernel) sudah terpisahkan dari kulitnya. Isi biji karet dijemur di bawah sinar matahari selama 90 menit dengan tujuan untuk mengurangi kadar air ataupun menghilangkan film pada permukaan kernel (Bailey, 1982). Karena bahan yang digunakan berasal dari biji-bijian maka dilakukan pengepresan mekanis yaitu dengan screw press. Dari hasil pengepresan isi biji karet sebanyak 4,14 kg didapatkan minyak sekitar 1.400 ml. Sehingga rendemen dari biji karet diperoleh sebesar 31,08 %.

4.2 Proses De-gumming

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak dari hasil pengepresan mekanis biji karet. Minyak yang di dapat masih mengandung gum (getah atau lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, air dan karbohidrat), asam lemak bebas dll. Sehingga dilakukan proses degumming untuk menghilangkan getahnya. Proses degumming dilakukan dengan menambahkan H_3PO_4 p.a (0,2% dari volume minyak) yang disertai dengan pemanasan dan pengadukan, penambahan H_3PO_4 p.a bertujuan untuk menyerap pengotor yang berupa fosfolipid, karotenoid, pigmen. (Bailey, 1982) Selanjutnya dilakukan pengendapan, dari penelitian diperoleh gum sebesar 0,88% berat minyak.

4.3 Esterifikasi

Dalam penelitian ini, Free Fatty Acid (FFA) yang terkandung dalam minyak biji karet masih tinggi yaitu 17,46285%. Sedangkan dalam proses Transesterifikasi, kandungan FFA didalam minyak biji karet harus kurang dari 2%. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses Esterifikasi terlebih dahulu untuk mengurangi kadar FFA diperoleh yield biodiesel

yang tinggi. Hal ini dikarenakan fatty acid akan bereaksi dengan alkali membentuk sabun. (Susilo,2006). Keberadaan sabun ini akan menghambat proses Transesterifikasi sehingga memperkecil produksi biodiesel. Esterifikasi dilakukan dengan rasio molar methanol: minyak adalah 6:1 serta menggunakan katalis H_2SO_4 sebanyak 0,5% dari berat minyak biji karet dengan waktu reaksi selama 1 jam pada temperatur $60^{\circ}C$. Dari hasil esterifikasi didapatkan data hasil analisa FFA sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Analisa FFA

Run ke-	Kadar FFA (%berat)
I	2,15
II	1,83

Dari tabel 4.1 rata-rata kadar FFA sebesar 1,99% sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan proses Transesterifikasi. (Ramadhas, 2004)

4.4 Transesterifikasi

Selanjutnya melakukan proses Transesterifikasi yang dilakukan pada temperatur $60^{\circ}C$, dengan waktu reaksi selama 30 menit dengan rasio molar methanol : minyak adalah 6:1 dengan menggunakan katalis basa NaOH p.a 0,6% dari berat minyak. Produk yang diperoleh dari hasil Transesterifikasi berupa biodiesel (pada lapisan atas), dan gliserol (pada lapisan bawah). Kemudian dilakukan pencucian biodiesel dengan menggunakan air sebanyak 50% dari volume biodiesel, yang dilakukan sebanyak 2 kali. Tujuan dari pencucian ini adalah untuk memisahkan katalis, dan metanol berlebih yang terdapat pada produk. Dari hasil pencucian diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Analisa Kadar Ester Pada Biodiesel Murni

Analisa	Angka Asam (mgKOH/g)	Angka Penyabunan (mgKOH/g)	% Gliserol total	% Kadar Ester
Rata-rata	0,2305	191,4686	0,2556	99,2698

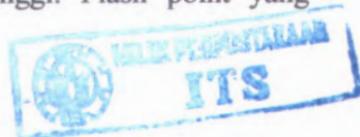
Dari tabel 4.2 didapatkan angka penyabunan lebih besar daripada angka asam. Hal ini dapat disebabkan karena di dalam biodiesel masih terkandung trigliserida, sehingga diperlukan banyak larutan HCl untuk menitrasi kembali kelebihan dari KOH yang digunakan untuk merefluks. (Ketaren, 1986)

Selanjutnya melakukan analisa sifat fisik terhadap biodiesel murni. Hasil analisa adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Analisa Sifat Fisik Biodiesel Murni

Sifat-sifat fisik biodiesel	Satuan	Nilai
Densitas (15°C)	Kg/m ³	885,36
Viskositas (40°C)	cSt	5,086
Calculated Cetane Index (CCI)	-	46,22615375
Kadar Sulfur	%	0,052
Flash point	°C	99

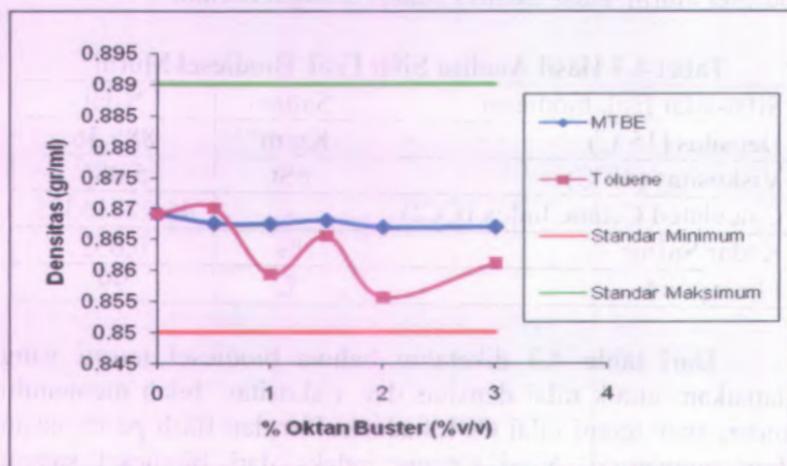
Dari table 4.3 diketahui bahwa biodiesel murni yang didapatkan, untuk nilai densitas dan viskositas telah memenuhi standar, akan tetapi nilai CCI, kadar sulfur dan flash point masih belum memenuhi. Nilai Cetane indeks dari biodiesel sangat bergantung dari struktur hidrokarbon, semakin panjang dan lurus suatu rantai hidrokarbon maka nilai CCI akan meningkat (Soerawidjaja, 2003). Sedangkan flash point berhubungan dengan sifat dari asam lemak penyusun biodiesel yaitu biji karet, semakin besar komposisi asam lemak jenuh (asam lemak yang hanya terdiri dari rantai hidrokarbon ikatan tunggal) maka biodiesel tersebut memiliki flash point yang tinggi. Flash point yang



diperoleh rendah, karena dipengaruhi oleh keberadaan metanol yang sifatnya mudah menguap, metanol adalah hidrokarbon berantai pendek yang sangat polar, dengan titik didih pada 55°C . Kadar Sulfur diperoleh dari proses esterifikasi menggunakan asam sulfat. Pada penelitian berikutnya harus dikembangkan metode desulfurisasi.

Langkah terakhir adalah menambahkan MTBE dan Toluene ke dalam biodiesel yaitu sebesar 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 3% (%v/v). Kemudian dilakukan analisa densitas, viskositas, kadar sulfur, flash point dan calculated cetane index. Analisa dilakukan di Laboratorium Produksi Pelumas PERTAMINA Surabaya dengan metode ASTM. Berikut adalah grafik dari hasil analisa yang didapatkan:

1. Densitas

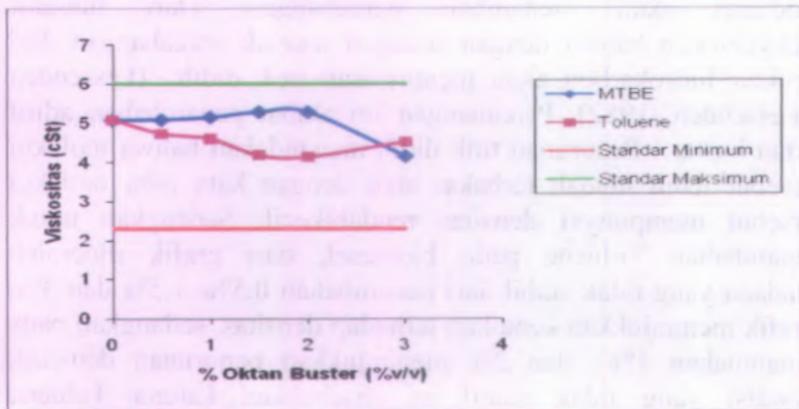


Gambar 4.1 Hubungan densitas dengan penambahan oktan buster pada biodiesel dari biji karet

Dari grafik 4.1 dapat disimpulkan untuk penambahan MTBE pada biodiesel akan menurunkan densitas dari biodiesel. Pada penambahan 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan 3% diperoleh densitas sebesar 0,867573; 0,867480; 0,868027; 0,866967;

0,866987. Hal ini dikarenakan penambahan MTBE pada biodiesel akan menambah percabangan. Dari literatur menyebutkan bahwa dengan semakin banyak percabangan dari struktur hidrokarbon akan menurunkan titik didih (Fessenden &Fessenden, 1982). Percabangan ini akibat penambahan aditif oktan buster. Penurunan titik didih menandakan bahwa molekul tersebut lebih mudah terbakar atau dengan kata lain, molekul tersebut mempunyai densitas rendah/kecil. Sedangkan untuk penambahan Toluene pada biodiesel, dari grafik diperoleh keadaan yang tidak stabil dari penambahan 0,5%; 1,5% dan 3%. Grafik menunjukkan kenaikan terhadap densitas, sedangkan pada penambahan 1% dan 2% menunjukkan penurunan densitas. Kondisi yang tidak stabil ini disebabkan karena Toluene merupakan organik radikal. Dengan adanya cahaya (inisiator), Toluene menjadi sangat reaktif, sehingga menyerang biodiesel. Reaksi ini merupakan reaksi pemaksapisahan homopolitik, yaitu reaksi yang menghasilkan atom atau gugus atom yang mempunyai elektron yang tidak berpasangan dalam hal ini yaitu metil (CH_3). Metil (CH_3) ini yang disebut radikal bebas (Fessenden &Fessenden, 1982). Sedangkan mekanisme reaksi mengacu pada suatu peristiwa polimerisasi radikal bebas. Dari hasil penelitian diperoleh densitas biodiesel + oktan buster berkisar antara 0,866967-0,870067 gr/ml. Hal ini berarti densitas dari penelitian ini telah sesuai dengan standar biodiesel FBI 2005 yang ditetapkan yaitu berkisar antara 0,85-0,89 gr/ml.

2. Viskositas



Gambar 4.2 Hubungan viskositas dengan penambahan oktan buster pada biodiesel dari biji karet

Dari grafik 4.2 dapat disimpulkan untuk penambahan MTBE pada biodiesel, viskositas biodiesel meningkat pada penambahan 0.5% hingga 1.5 %, dan konstan pada penambahan 2%, tetapi pada penambahan 3% viskositas biodiesel turun. Penambahan MTBE dapat menyebabkan perubahan terhadap struktur hidrokarbon pada biodiesel, hal ini dikarenakan sifat dari pada aditif yang merupakan senyawa radikal bebas, reaksi polimerisasi tidak terlepas dari sifat anomali. (Cowd, 1991) Sedangkan hubungan densitas dan viskositas dapat dijelaskan oleh persamaan Poiseuille untuk koefisien viskositas perbandingan dua fluida adalah :

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{P_1 \cdot r^4 \cdot t_1}{8 \cdot V \cdot L} \cdot \frac{8 \cdot V \cdot L}{P_2 \cdot r^4 \cdot t_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 \cdot t_2} \text{ dimana :}$$

- μ = Viskositas likuida
- t = Waktu alir likuida
- r = Radius pipa kapiler

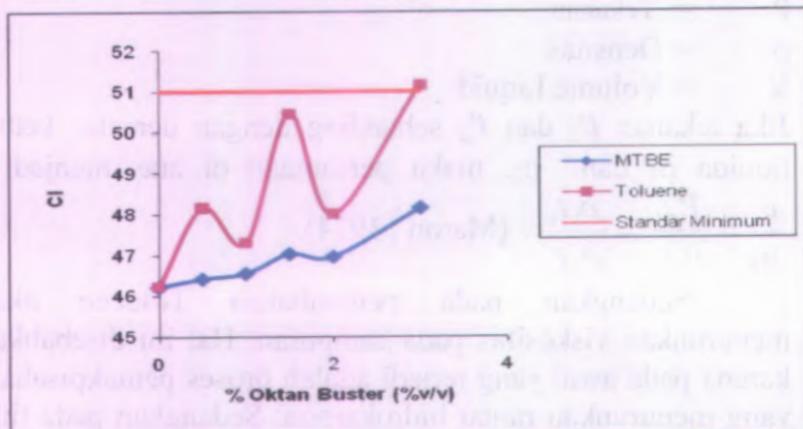
- L = Panjang pipa kapiler
 P = Tekanan
 ρ = Densitas
 V = Volume Liquid

Jika tekanan P_1 dan P_2 sebanding dengan densitas kedua liquid ρ_1 dan ρ_2 , maka persamaan di atas menjadi :

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad (\text{Maron}, 1974).$$

Sedangkan pada penambahan Toluene akan menurunkan viskositas pada campuran, Hal ini disebabkan karena pada awal yang terjadi adalah proses pemakpisan, yang menurunkan rantai hidrokarbon. Sedangkan pada titik penambahan 3% terjadi kenaikan viskositas, hal ini dapat terjadi karena proses akhir menghasilkan rantai hidrokarbon yang lebih panjang. Dari penelitian yang telah dilakukan terjadi sifat anomali pada reaksi polimerisasi, viskositas larutan polimer berkurang saat mulai diencerkan, tetapi pada pengenceran lebih lanjut kekentalan justru meningkat lagi. (Cowd, 1991). Dari hasil penelitian yang diperoleh untuk viskositas biodiesel + oktan buster adalah 4,137-5,294 cSt. Viskositas yang diperoleh telah memenuhi standar Forum Biodiesel Indonesia 2005 yang ditetapkan yaitu berkisar antara 2,3-6 cSt. Viskositas ini sangat berperan dalam suplai fuel ke dalam ruang bakar.

3. Calculated Cetane Index (CCI)

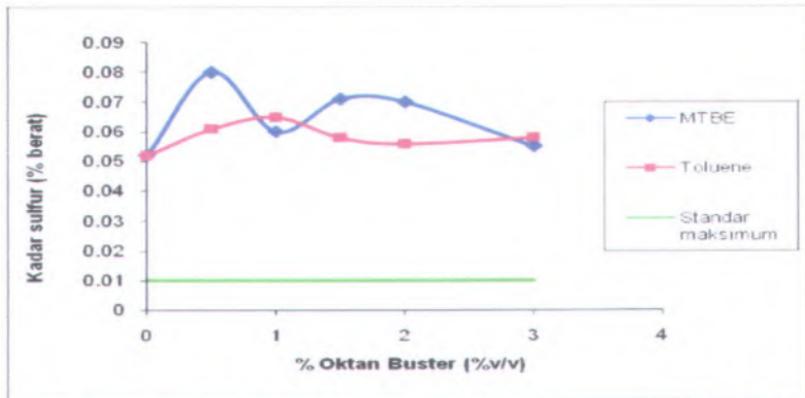


Gambar 4.3 Hubungan Cetane Index (CI) dengan penambahan oktan buster pada biodiesel dari biji karet

Dari grafik 4.3 dapat dijelaskan bahwa penambahan oktan buster baik MTBE dan Toluene dapat meningkatkan Cetane Index. Meskipun pola kenaikan pertambahan cetane indeks naik perlahan-lahan seiring dengan pertambahan MTBE. Hal ini disebabkan oleh keberadaan oksigen, bila dilihat dari rumus kimianya yaitu $\text{CH}_3\text{-O-C}(\text{CH}_3)_3$ dimana oksigen ini dapat menjadi pelambat dari reaksi polimerisasi. Reaksi Polimerisasi adalah suatu reaksi untuk meningkatkan jumlah molekul (Cowd,1991). Akan tetapi untuk penambahan Toluene pada biodiesel, terjadi fluktuasi. Hal ini disebabkan oleh sifat radikal bebas Toluene, yang menyebabkan terbentuknya berbagai produk (Fessenden &Fessenden,1982). Sehingga menghasilkan energi yang juga besar, menyebabkan reaksi menjadi tidak stabil. Dari literatur diketahui Cetane index dan Cetane Number mempunyai hubungan yang linier sehingga dapat

disimpulkan bahwa Cetane Number dapat meningkat dengan penambahan MTBE ataupun Toluene.

4. Kadar Sulfur

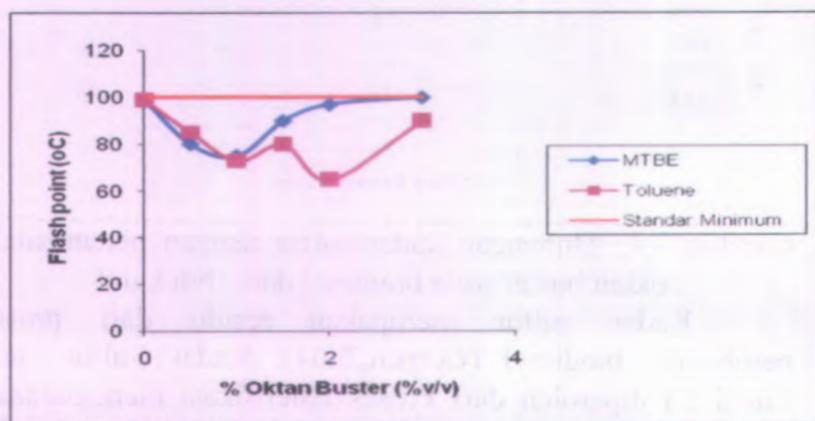


Gambar 4.4 Hubungan kadar sulfur dengan penambahan oktan buster pada biodiesel dari biji karet

Kadar sulfur merupakan residu dari proses pembuatan biodiesel (Gerpen,2004). Kadar Sulfur yang tinggi ini diperoleh dari Proses Esterifikasi menggunakan katalis H_2SO_4 . Proses pencucian untuk penghilangan katalis berlebih masih belum dapat mengurangi kadar sulfur. Sulfur merupakan zat yang tidak diharapkan karena sifatnya yang merusak. Keberadaan sulfur ini dapat menyebabkan korosi terhadap logam di dalam ruang bakar dan sistem gas buang. Dari grafik 4.4 didapatkan bahwa dengan penambahan MTBE dan Toluene meningkatkan kadar sulfur dari biodiesel. Untuk standar maximum kadar sulfur dalam biodiesel adalah sebesar 100 ppm atau 0,01% berat. Dari hasil yang diperoleh dari penelitian ini, biodiesel masih memiliki kandungan sulfur yang tinggi yaitu sebesar 0,052% berat. Kandungan sulfur setelah ditambah oktan

buster baik MTBE dan Toluene sama-sama meningkat. Untuk MTBE meningkat hingga 0,08% berat, sedangkan Toluene meningkat menjadi 0,065 % berat. Pola yang tidak teratur terlihat pada penambahan oktan buster lebih lanjut, hal ini disebabkan oleh sifat oktan buster sebagai bahan aditif yang merupakan radikal bebas, sehingga akan menghasilkan gerakan yang bersifat acak. (Cowd,1991).

5. Flash point



Gambar 4.5 Hubungan flash point dengan penambahan oktan buster pada biodiesel dari biji karet

Titik nyala (flash point) merupakan suhu yang paling rendah yang harus dicapai dalam pemanasan minyak untuk menimbulkan uap terbakar sesaat ketika disinggung dengan suatu nyala api. Pada grafik 4.5 diketahui bahwa dengan penambahan MTBE dan Toluene menyebabkan fluktuasi terhadap nilai flash point. Hal ini disebabkan karena MTBE dan Toluene memiliki sifat yang mudah menguap sehingga ketika dilakukan penambahan MTBE dan Toluene tersebut ada sebagian dari oktan buster tersebut

yang menguap. (www.temarry.com/MSDS/Toluene_msdms.htm). Hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa dengan penambahan MTBE dan Toluene, nilai flash point lebih rendah dari Standar Biodiesel Indonesia. Standar flash point untuk biodiesel adalah minimal 100°C. Flash point ini sangat penting dalam keamanan penyimpanan bahan bakar. Dengan nilai flash point yang rendah menunjukkan bahwa bahan bakar lebih cepat terbakar pada saat pembakaran. Dengan didukung angka setana yang tinggi maka hal ini akan berpengaruh terhadap periode keterlambatan penyalaan yang pendek.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan oktan buster (MTBE dan Toluene) nilai densitas, viskositas telah memenuhi standar forum biodiesel, sedangkan CCI, kadar sulfur dan flash point belum memenuhi standar. Akan tetapi pada penambahan 3% Toluene nilai CCI telah memenuhi standar yaitu sebesar 51,16 dan nilai flashpoint mencapai standar minimum pada penambahan 3% MTBE yaitu 100°C.

5.2 Saran

1. Perlu ditingkatkan penelitian mengenai sintesis metil ester dengan penambahan aditif ataupun pelarut lainnya, sehingga diperoleh kualitas biodiesel yang memenuhi standar, baik untuk sifat fisik maupun kimianya.
2. Perlu pengembangan pengambil *n*-variable untuk meningkatkan kualitas biodiesel dari biji karet khususnya dengan penambahan aditif MTBE dan Toluene.
3. Perlu peralatan yang dapat mendukung untuk analisa, seperti Spectra n.m.r, atau GCMS.

KATA PENGANTAR

2.1 Kata Pengantar

Penyusunan buku ini didasarkan pada konsep dan teori-teori yang ada di dalam dunia pendidikan. Buku ini disusun untuk memenuhi kebutuhan belajar siswa di tingkat SMA/MA. Buku ini disusun dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti. Buku ini disusun dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti. Buku ini disusun dengan menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti.

2.2 Kata Pengantar

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan untuk memenuhi kebutuhan belajar siswa di tingkat SMA/MA. Halaman ini sengaja dikosongkan untuk memenuhi kebutuhan belajar siswa di tingkat SMA/MA. Halaman ini sengaja dikosongkan untuk memenuhi kebutuhan belajar siswa di tingkat SMA/MA.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agarwal, A.W., *Biofuel Applications as Fuel for Internal Combustion Engines*, Trans Am Soc Mech Eng, 33:233-271, 2000.
2. Bailey, E., *Bailey's Industrial oil and Fat Products, 4th edition vol- I*, John Willey and Sons, New York, 1982.
3. Canacki, M. and J. Van Gerpen, *Biodiesel Production via Acid Catalysis*, Trans Am Soc Agric Eng, 42:1203-1210, 1999.
4. Cowd, M.A., *Kimia Polimer*, diterjemahkan oleh Harry F., Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1991.
5. Ferguson, C.R., *Internal Combustion Engine Applied Thermosciences*, John Willey and Sons, New York, 1986.
6. Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S., *Kimia Organik edisi ketiga*, diterjemahkan oleh Aloysius, H.P., Ph.D., Erlangga, Jakarta, 1982.
7. Ghadge, S. V. , H. Raheman, *Biodiesel Production From Mahua (Madhuca Indica) Oil Having High Free Fatty Acids*, Biomass And Bioenergy, 28:601-605, 2005
8. Hermiyawan, M., dan T. Andriana, *Pengaruh Jumlah Katalis dan Temperatur Reaksi Transesterifikasi Pada Pembuatan Biodiesel Biji Karet*, Skripsi ITS Surabaya, 2007.
9. Heywood, J.B., *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill, Singapore, 1989.
10. Ketaren, S., *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI-Press, Jakarta, 1986
11. Maleev, V.L., M.E, Dr.A.M., *Diesel Engine Operation and Maintenance*, Mc Graw Hill, Inc., 1986.
12. Maron, S.H., dan T.B. Lando, *Fundamentals of Physical Chemistry*, Macmillan Publising, Inc., New York, 1974.
13. Nasikin, M., R. Arbianti dan A. Aziz , *Paditif Peningkat Angka Setana Bahan Bakar Solar Yang disntetis Dari Minyak*

Kelapa, Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia Kampus Baru UI, Depok-JawaBarat, 2002.

14. Rahayu, M., *Teknologi Proses Produksi Biodiesel*, 2005.
15. Ramadhas, A.S., S.Jayaraj, and C.Muraleedharan, *Characterization and effect of using rubber seed oil as fuel in the compression ignition engines*, Renewable Energy, 84: 335-340, 2004.
16. Soerawidjaja, T.H., *Standar dan Metode Uji Biodiesel di Indonesia*, Bandung, 2003. diakses di www.indobiofuel.com
17. Susilo, B., *Biodiesel*, Trubus Agrisarana, Surabaya, 2006.
18. Triyoga, C.S., *Pemanfaatan Toluene untuk Meningkatkan Angka Oktan Bahan Bakar Bensin*, Skripsi Jurusan Teknik Mesin, UKP, 2006.
19. United States Patent 7367995
20. Yuliani, F. dan M.Primasari, *Pengaruh Katalis Asam dan Suhu Reaksi pada Esterifikasi Pembuatan Biodiesel dari Biji Karet*, Skripsi ITS Surabaya, 2007.
21. Sumber-sumber lain :
www.indobiofuel.com
www.wikipedia.org
www.kemenegpdrt.go.id
www.agro-tpn12.com
www.ipard.com
www.temarry.com/MSDS/Toluene_msd.html

LAMPIRAN

A. HASIL ANALISA PENELITIAN

Tabel 1 Hasil analisa kadar ester pada biodiesel murni

Run ke-	Angka Asam (mgKOH/g)	Angka Penyabunan (mgKOH/g)	% Gliserol Total (%massa)	% Kadar Ester
1	0,22931	191,4212	0,25523	99,2708
2	0,23186	191,5160	0,25612	99,2670
Rata-rata	0,230585	191,4686	0,25567	99,2689

Tabel 2 Hasil analisa Biodiesel + MTBE

Komposisi	Analisa Biodiesel + MTBE			
%MTBE	Densitas 15°C (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Kadar sulfur (% b)	Flash point (°C)
0,0%	0,88536	5,086	0,052	99
0,5%	0,88389	5,097	0,08	80
1,0%	0,88378	5,16	0,06	75
1,5%	0,88421	5,294	0,071	90
2,0%	0,88480	5,294	0,07	97
3,0%	0,88077	4,159	0,055	100

Tabel 3 Hasil analisa Biodiesel + Toluene

Komposisi	Analisa Biodiesel + Toluene			
%Toluene	Densitas 15°C (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Kadar sulfur (% b)	Flash point (°C)
0,0%	0,88536	5,086	0,052	99
0,5%	0,87865	4,732	0,061	85
1,0%	0,88325	4,6	0,065	73
1,5%	0,87188	4,175	0,058	80
2,0%	0,88052	4,137	0,056	65
3,0%	0,86962	4,519	0,058	90

B. HASIL PERHITUNGAN

1. Perhitungan Cetane Index (CCI)

Tabel 1 Hasil perhitungan Cetane Index Biodiesel + MTBE

Komposisi	Analisa Biodiesel + MTBE		
%MTBE	D (gr/ml)	B (°C)	CCI
0,0%	0,88536	329	46,22615375
0,5%	0,88389	327	46,42888915
1,0%	0,88378	328	46,55722556
1,5%	0,88421	334,5	47,04048885
2,0%	0,88480	335,5	46,96697293
3,0%	0,88077	336,5	48,15414552

Keterangan : D : Densitas biodiesel pada suhu 15°C (gr/ml)

B : Mid boiling temperature saat destilat 50%
recovery (°C)

Tabel 2 Hasil perhitungan Cetane Index Biodiesel + Toluene

Komposisi	Analisa Biodiesel +Toluene		
	%Toluene	D (gr/ml)	B (°C)
0,0%	0,88536	329	46,22615375
0,5%	0,87865	330	48,16498517
1,0%	0,88325	334,5	47,30169913
1,5%	0,87188	334	50,46027071
2,0%	0,88052	334	48,00857028
3,0%	0,86962	334,5	51,164407

Keterangan : D : Densitas biodiesel pada suhu 15°C (gr/ml)
 B : Mid boiling temperature saat destilat 50%
 recovery (°C)

2. Perhitungan Densitas pada suhu 40°C

Tabel 3 Hasil Perhitungan Densitas Biodiesel + MTBE pada Suhu 40°C

Komposisi	Analisa Biodiesel + MTBE		
	%MTBE	D ₁₅ (gr/ml)	D ₃₀ (gr/ml)
0,0%	0,88536	0,8756	0,869093
0,5%	0,88389	0,8741	0,867573
1,0%	0,88378	0,8740	0,867480
1,5%	0,88421	0,8745	0,868027
2,0%	0,8848	0,8741	0,866967
3,0%	0,88077	0,8725	0,866987

Tabel 4 Hasil Perhitungan Densitas Biodiesel + Toluene pada Suhu 40°C

Komposisi	Analisa Biodiesel + Toluene		
	%Toluene	D ₁₅ (gr/ml)	D ₃₀ (gr/ml)
0,0%	0,88536	0,8756	0,869093
0,5%	0,87865	0,8735	0,870067
1,0%	0,88325	0,8689	0,859333
1,5%	0,87188	0,8681	0,865580
2,0%	0,88052	0,8656	0,855653
3,0%	0,86962	0,8645	0,861087

Keterangan : D₁₅ : Densitas pada suhu 15°C

D₃₀ : Densitas pada suhu 30°C

D₄₀ : Densitas pada suhu 40°C

D₁₅ di analisa dengan menggunakan ASTM D-1298, dan D₃₀ diketahui dengan menggunakan table 53 pada ASTM TABLE. Sedangkan D₄₀ adalah hasil interpolasi dari D₁₅ dan D₃₀.

3.Perhitungan densitas minyak biji karet

Contoh perhitungan densitas minyak hasil pengepresan dengan screw press

$$m \text{ pikno kosong} = \frac{11,819 + 11,831 + 11,844}{3} = 11,831 \text{ gr}$$

$$m \text{ pikno + air} = \frac{21,412 + 21,411 + 21,408}{3} = 21,410 \text{ gr}$$

$$\rho_{\text{air}} (T=27^{\circ}\text{C}) = 995 \text{ kg/m}^3 = 0,995 \text{ gr/cm}^3$$

$$v \text{ pikno} = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{(m_{\text{pikno+air}}) - (m_{\text{pikno}})}{\rho_{\text{air}}}$$

$$= \frac{(21,410 - 11,831) \text{ gr}}{0,995 \text{ gr/cm}^3}$$

$$= 9,622 \text{ cm}^3 = 9,622 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 m \text{ pikno} + \text{minyak} &= \frac{20,642 + 20,681 + 20,700}{3} \\
 &= 20,674 \text{ gr} \\
 \rho \text{ minyak} &= \frac{m_{\text{minyak}}}{V_{\text{pikno}}} \\
 &= \frac{(20,674 - 11,831) \text{ gr}}{9,622 \text{ ml}} \\
 &= 0,91904 \text{ gr/ml}
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan berat minyak biji karet

Perhitungan dengan menggunakan persamaan densitas $\rho = m/v$
 volume minyak yang diperoleh = 1.400 ml
 $m = 1.400 \text{ ml} \times 0,91904 \text{ gr/ml}$
 $= 1.287 \text{ gr}$

5. Perhitungan rendemen minyak biji karet

$$\begin{aligned}
 \text{Rendemen minyak} &= \frac{\text{Berat Minyak}}{\text{Berat Kernel mula - mula}} \times 100\% \\
 \text{Berat kernel mula-mula} &= 4,14 \text{ kg} \\
 \text{Rendemen minyak} &= \frac{1,287}{4,14} \times 100\% \\
 &= 31,08 \%
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan % FFA minyak biji karet

$$\begin{aligned}
 A &= \text{Jumlah ml KOH untuk titrasi} = 0,568 \text{ ml} \\
 N &= \text{Normalitas larutan KOH} = 0,089 \text{ N} \\
 G &= \text{Berat sample} = 0,0812 \text{ gr} \\
 \text{Bilangan asam (Aa)} &= \frac{(A \times N \times 56,1)}{G} \\
 &= \frac{(0,568 \times 0,089 \times 56,1)}{0,0812} \\
 &= 34,9257 \\
 \% \text{ FFA} &= Aa/2 = 17,46285 \%
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan % gum dalam minyak

$$v \text{ minyak} = 100 \text{ ml}$$

$$m \text{ minyak} = 91 \text{ gr}$$

$$m \text{ gum} = 0,8 \text{ gr}$$

$$\% \text{ gum dalam minyak} = 0,8/91 \times 100\% = 0,88\%$$

8. Perhitungan kebutuhan bahan

- ❖ Kebutuhan methanol untuk esterifikasi

$$\text{Rasio mol} = \text{Methanol} : \text{minyak biji karet} = 6 : 1$$

$$v \text{ minyak} = 100 \text{ ml}$$

$$m \text{ minyak} = \rho \text{ minyak} \times v \text{ minyak}$$

$$= 0,91904 \text{ gr/ml} \times 100 \text{ ml}$$

$$= 91,904 \text{ gr}$$

$$n \text{ minyak} = \frac{m_{\text{minyak}}}{BM_{\text{linoleat}}} = \frac{91,904 \text{ gr}}{879,413 \text{ gr/gmol}}$$

$$= 0,1035 \text{ gmol}$$

$$n \text{ methanol} = 6 \times 0,1035 \text{ gmol} = 0,621 \text{ gmol}$$

$$m \text{ methanol} = n \text{ methanol} \times BM \text{ methanol}$$

$$= 0,621 \text{ gmol} \times 32 \text{ gr/gmol}$$

$$= 19,872 \text{ gr}$$

$$v \text{ methanol} = \frac{m_{\text{methanol}}}{\rho_{\text{methanol}}} = \frac{19,872 \text{ gr}}{0,79 \text{ gr/ml}} = 25,154 \text{ ml}$$

- ❖ Kebutuhan H_2SO_4 untuk esterifikasi

Tersedia H_2SO_4 p.a dengan $\rho = 1,84 \text{ gr/ml}$, sehingga H_2SO_4 yang dibutuhkan :

$$m \text{ H}_2\text{SO}_4 = 0,5\% \times \text{berat minyak}$$

$$= 0,5\% \times 91,904 \text{ gr} = 0,459 \text{ gr}$$

$$v \text{ H}_2\text{SO}_4 = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{0,459 \text{ gr}}{1,84 \text{ gr/ml}} = 0,247 \text{ ml}$$

- ❖ Kebutuhan NaOH untuk transesterifikasi

Tersedia NaOH p.a dengan $\rho = 1,829$ gr/ml, sehingga NaOH yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned} m \text{ NaOH} &= 0,6 \% \times \text{berat minyak} \\ &= 0,6 \% \times 91,904 \text{ gr} \\ &= 0,551 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$v \text{ NaOH} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{\rho_{\text{NaOH}}} = \frac{0,551 \text{ gr}}{1,829 \text{ gr/ml}} = 0,301 \text{ ml}$$

9 Perhitungan % FFA setelah Esterifikasi

$$\begin{aligned} A &= \text{Jumlah ml KOH untuk titrasi} = 0,4 \text{ ml} \\ N &= \text{Normalitas larutan KOH} = 0,089 \text{ N} \\ G &= \text{Berat sample} = 0,45 \text{ gr} \\ \text{Angka asam (Aa)} &= \frac{(A \times N \times 56,1)}{G} \\ &= \frac{(0,4 \times 0,089 \times 56,1)}{0,45} \\ &= 4,3 \\ \% \text{ FFA} &= \text{Aa}/2 = 2,15\% \end{aligned}$$

10. Perhitungan Angka Asam

Dihitung dengan cara yang sama seperti nomer 9 angka asam dari biodiesel hasil transesterifikasi adalah 0,22931 mgKOH/gr FAME

11 Perhitungan Angka Penyabunan

$$As = \frac{56,1 \times (B - C) \times N}{M}$$

Dimana B = Volume titran HCL 0,5 N untuk blanko (ml)

C = Volume titran HCL 0,5 N untuk sampel (ml)

N = Normalisasi eksak larutan HCl 0,5 N

M = Berat sampel biodiesel (gr)

$$As = \frac{56,1 \times (65,3 - 31,2) \times 0,49}{5} = 191,4212 \text{ mg KOH/g}$$

12. Perhitungan Kadar Gliserol total

$$Gtt\% = \frac{2,302 \times (B - C) \times N}{W}$$

Dimana B = Volume titran $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ blanko

C = Volume titran $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sampel

N = Normalitas larutan yang telah distandarisasi

W = berat sampel FAME

$$Gtt\% = \frac{2,302 \times (50 - 40,5)}{10} \times 0,0128$$

$$Gtt\% = 0,25523\%$$

13. Perhitungan Kadar Ester (%b)

$$\text{Kadar Ester (\%)} = \frac{100(A_s - A_a - (4,57 \times Gtt))}{A_s}$$

$$\text{Kadar Ester} = \frac{100(191,4212 - 0,22931 - (4,57 \times 0,25523))}{191,301}$$

$$\text{Kadar Ester} = 99,2708\%$$

C. PROSEDUR ANALISA BIODIESEL

1. Analisa densitas biodiesel (ASTM D 1298)

Density menyatakan jumlah masa satu zat yang terkandung dalam satu volume yang memiliki satuan kg/m^3

- Bahan yang digunakan :
Biodiesel minyak biji karet
- Peralatan yang digunakan :
Densitometer
- Prosedur pengujian :
 1. Mengocok contoh biodiesel dalam kemasan supaya larutan homogen.

2. Mengambil biodiesel sebanyak 10 ml dan memasukkan ke dalam saluran yang ada pada densitometer.
3. Mencatat hasil pembacaan pada densitometer.
4. Laporkan hasil pembacaan sebagai densitas 15°C , ASTM 1298 dengan satuan kg/m^3

2. Analisa Viskositas (ASTM D 445)

- Bahan yang digunakan :
Biodiesel dari biji karet
- Peralatan yang digunakan :
 1. Viskometer termostat
 2. Termometer ketelitian $0,02^{\circ}\text{C}$
 3. Viskometer tube, tipe kapiler dan telah dikalibrasi (mempunyai nilai faktor konstan, centi stoke per detik)
 4. Stopwatch ketelitian 0,2 detik
 5. Kompresor penghisap
- Prosedur pegujian
 1. Pilih viskometer dengan faktor tube tertentu dan pastikan dalam keadaan bersih dan kering
 2. Mengisi viskometer dengan biodiesel dengan bantuan kompresor penghisap hingga mencapai garis pembatas bagian atas
 3. Rendam viskometer yang berisi contoh biodiesel dari dalam batch pemanas 40°C selama 10-15 menit
 4. Membiarkan biodiesel mengalir dan mengukur waktu jatuhnya hingga biodiesel mencapai garis pembatas bagian bawah dengan stopwatch
 5. Mencatat waktu alir yang telah diperoleh dalam detik dengan ketelitian $0,02$ detik
 6. Laporkan hasil uji viskositas pada 40°C , ASTM D 445 dengan satuan cSt

3. Analisa Flash Point Biodiesel (ASTM D 93)

Flash Point merupakan suhu terendah biodiesel pada tekanan atmosfer (1 atm), dimana penggunaan nyala uji menyebabkan uap biodiesel sesaat. Metode cawan tertutup (Pensky Martens Closed Cup / PMCC) menurut ASTM D92 menjelaskan bahwa metode ini dapat digunakan untuk Flash Point pada semua produk minyak bumi

- Bahan yang digunakan : Biodiesel dari biji karet
- Peralatan yang digunakan :
 1. Peralatan Flash Point Pensky Martens Closed Cup/PMCC)
 2. Termometer
- Prosedur Pengujian :
 1. Mencuci cawan uji menggunakan pelarut (alkohol) untuk menghilangkan minyak /sisa dari pengujian sebelumnya, menghilangkan deposit arang dengan wol baja
 2. Menuangkan contoh ke dalam cup yang telah bersih dan kering hingga tanda batas bahan uji. Kemudian masukkan cup ke dalam alat Flash Point
 3. Memasang termometer dan pengaduknya tegak dengan dasar cup
 4. Mengisi cawan dengan biodiesel sehingga permukaan biodiesel tepat berada pada garis batas
 5. Menghidupkan nyala uji dan mengaturnya sehingga diameter nyala uji 4 mm
 6. Mencoba memasukkan nyala uji langsung ke dalam ruang uap dalam cup. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bahwa contoh bahan uji tersebut tidak terkontaminasi bahan lain
 7. Menghidupkan alat Flash Point, atur regulator pemanasan sehingga pemanasan 5-6^o/menit. Setelah contoh bahan uji hampir mencapai temperature Flash (kira-kira 10^oC sebelum flash), masukkan api

pencoba ke dalam ruang uap dalam cup selama kurang lebih 1 detik. Dan selanjutnya api pencoba dimasukkan setiap kenaikan 1°C sampai akhirnya terjadi flash dan mencatat suhu pada thermometer sebagai flash point

4. Calculated Cetane Index (ASTM D 976)

Perhitungan cetane index memberi arti secara langsung estimasi bilangan cetane number menurut ASTM dari hasil penyulingan bahan bakar dari API gravity dan mid boiling point. Metode CCI dengan menggunakan destilasi ini sesuai dengan ASTM D-976

- Bahan yang digunakan :
Biodiesel dari biji karet
- Peralatan yang digunakan :
 1. Peralatan destilasi
 2. Termometer
 3. Gelas ukur 100 ml
- Prosedur percobaan :
 1. Mengambil sampel sebanyak 100 ml dengan menggunakan gelas ukur 100 ml kemudian memasukkan sampel ke dalam labu destilasi dan menutup labu dengan karet penyumbat yang sudah diberi termometer
 2. Menghidupkan pemanas dan mengaturnya di skala kecil dan naikan perlahan-lahan
 3. Melakukan distilasi dan amati selama prosesnya
 4. Mencatat temperatur pada saat destilat mencapai 50% recovery
 5. Melakukan perhitungan sesuai dengan standar CCI :

$$CCI = 454,74 - 1641,416 D + 774,74D^2 - 0,554B + 97,803(\log B)^2$$

Dimana :

D = densitas (g/ml) pada suhu 15°C

B = Mid boiling temperatur(°C)saat destilat 50% recovery

5. Analisa kadar sulfur Biodiesel (ASTM D 4294)

- Bahan yang digunakan Biodiesel dari biji karet
- Peralatan yang digunakan
 1. Cup Sulfur in oil analyzer
 2. Penutup Plastik Transparan
 3. Sulfur in oil analyzer
- Prosedur Percobaan:
 1. Mengisi Cup Sulfur in oil analyzer dengan bahan uji secukupnya.
 2. Menutup Cup dengan plastik transparan
 3. Memasukkan cup pada tempat cup sulfur in oil analyzer dan menyalakan peralatan
 4. Mengoperasikan peralatan dan tunggu hasilnya. Kandungan sulfur dalam bahan uji dapat dibaca pada print out sulfur in oil analyzer.
 5. Sulfur in oil analyzer akan mrngukur kandungan sulfur pada bahan uji dengan 3 kali pembacaan untuk tiap sampel, dan akan menghitung rata-ratanya sebagai hasil analisa.

6. Analisa kadar ester biodiesel

➤ Analisa bilangan asam (Aa) FBI-A01-03

Pengujian ini digunakan untuk menentukan bilangan asam biodiesel dengan metode titrimetri.

1. Membuat campuran pelarut dengan mencampur 25 ml ethanol 95% dan 25 ml toluene yang kemudian dinetralkan dengan larutan KOH alkoholik
2. Menambahkan indikator PP ke dalam campuran pelarut hingga larutan berwarna merah muda

3. Menambahkan 10 gr sampel biodiesel ke dalam campuran pelarut, larutan ini akan berubah warna menjadi bening
4. Menitrasi campuran dengan larutan KOH alkoholik hingga warna bening berubah kembali menjadi merah muda seperti semula dengan intentitas yang sama
5. Mencatat volume titran KOH alkoholik

$$\text{Angka Asam (Aa)} = \frac{56,1 \times V \times N}{M}$$

V = Volume titran KOH, ml

N = Normalitas eksak larutan KOH 0,1 N

M = Berat contoh biodiesel, gr

Aa = Angka asam , mg KOH / gr FAME

➤ **Analisa bilangan penyabunan (As) FBI-A03-03**

1. Membuat 5 gr sampel biodiesel dan menambah 50 ml larutan KOH alkoholik
2. Merefluk campuran selama 1 jam hingga tersabunkan sempurna
Larutan hasil penyabunan harus jernih dan homogen, jika tidak perpanjang proses penyabunan
3. Mendinginkan larutan sebelum dititrasi
4. Menambahkan indikator PP ke dalam larutan dan menitrasi dengan larutan HCl 0,5 N hingga warna merah jambu larutan berubah bening
5. Mencatat volume titran HCl

$$\text{Angka penyabunan (As)} = \frac{56,1 \times (B - C) \times N}{M}$$

B = Volume titran HCl 0,5 N blanko, ml

C = Volume titran HCl 0,5 N sampel , ml

N = Normalitas eksak larutan HCl 0,5 N

M = Berat contoh biodiesel, gr

As = Angka penyabunan , mg KOH / gr FAME

➤ **Analisa gliserol total (Gttl % b) FBI A02-03**

Pengujian ini digunakan untuk menentukan kadar gliserol total di dalam biodiesel alkyl ester dengan menggunakan metode rodometri asam periodat

1. Menimbang 5 gr sample FAME dalam Erlenmeyer, kemudian dilarutkan dalam 50 ml larutan KOH alkoholik
2. Merefluk campuran selama 30 menit untuk mensaponifikasi ester-ester
3. Membuat campuran 45,5 kloroform dan 12,5 ml asam asetat glacial
4. Mencampur larutan no.2 dan 3 serta tambahkan aquades hingga volume 250 ml
5. Menutup rapat larutan dan aduk kuat-kuat selama 30-60 detik
6. Menambahkan aquades dalam larutan hingga volume total 500 ml. Larutan akan terpisah menjadi 2 bagian, larutan atas disebut larutan aquatik dan larutan bawah disebut larutan kloroform
7. Mengambil 50 ml larutan aquatik dan menambahkan 30 ml larutan asam periodat. Kocok hingga larutan tercampur, biarkan 30 menit
8. Menambhkan 1,5 ml larutan KI dalam campuran dan biarkan 1 menit
9. Menitrasi campuran dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ hingga warna coklat larutan menjadi bening
10. Menambahkan indikator pati dalam larutan dan titrasi kembali dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ingá warna biru larutan menjadi bening kembali
11. Membaca volume titran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ total
12. Mengulangi langkah 7 s/d 11 untuk larutan blanko dengan mengganti 50 ml larutan aquatik pada langkah 7 dengan 25 ml aquades

$$\text{Kadar gliserol total (Gttl \% b)} = \frac{2,302 \times (B-C) \times N}{W}$$

Dimana :

B = Volume titran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ blanko

C = Volume titran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sampel

N = Normalitas larutan yang telah distandarisasi

W = Berat sampel FAME

➤ **Kadar ester biodiesel (%) = $\frac{100(\text{As}-\text{Aa}-(4,57 \times \text{Gtt}))}{\text{As}}$**

Halaman ini sengaja dikosongkan

Tentang Penulis



Gadis berdarah Bugis Bone yang sangat hobi travelling dan bisnis ini mempunyai nama lengkap **Asni Saleh**, lahir di Merauke pada 16 Maret 1986. Adalah anak ke 8 dari 9 bersaudara dari pasangan H.Muhammad Saleh dan Hj.Sari. Keinginan untuk bergabung dalam upaya pengembangan wilayah Papua sebagai daerah industri mengantarkan penulis ke kampus ITS Surabaya, pada disiplin ilmu Teknik Kimia. Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi Teknik Kimia ITS adalah tempat bagi penulis untuk menemukan inspirasi, yang dibimbing oleh Bapak Prof.Dr.Ir.H.M.Rachimoellah,Dipl.EST. Tugas Akhir berjudul "*Pra Desain Pabrik i-Karaginan Menggunakan Metode Pengendapan Dengan Isopropil Alkohol*", serta skripsi berjudul "*Pengaruh Oktan Buster terhadap Kualitas Biodiesel dari Biji Karet*", merupakan karya terbesar pada akhir studinya di ITS, sehingga penulis memperoleh sebuah gelar Sarjana Teknik. (Email : assahy@yahoo.com)

Motto : "*Kesempatan tidak pernah datang dua kali*", **Jadi** ciptakanlah kesempatan di atas kekuasaanmu.

Tentang Penulis



FITRI WAHYUNI, lahir pada 20 April 1985 di Kota Kediri Jawa Timur sebagai anak ketiga dari Bapak Sugito (Alm) dan Ibu Murmiati (Almh). Setelah menempuh pendidikan formal di SDN Kandat II, SLTPN 1 Ngadiluwih dan SMUN 2 Kediri, penulis melanjutkan pendidikan tinggi S1 di ITS Jurusan Teknik Kimia masuk pada tahun 2004.

Bersama dengan partner, penulis memilih Laboratorium Biomassa & Konversi Energi sebagai tempat pelaksanaan penelitian dengan bimbingan Bapak Prof.Dr.Ir.H.M.Rachimoellah, Dipl. EST.

Tugas akhir berjudul "*Pra Desain Pabrik I-Karaginan Menggunakan Metode Pengendapan Dengan Isopropil Alkohol*", serta Skripsi berjudul "*Pengaruh Oktan Buster Terhadap Kualitas Biodiesel Dari Biji Karet*", merupakan 2 buah final project yang telah berhasil diselesaikan oleh penulis pada masa akhir studinya di ITS sehingga penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Data Pribadi Penulis

Nama	: Fitri Wahyuni
Tempat/Tanggal Lahir	: Kediri/20 April 1985
Nama Ayah	: Sugito (Alm)
Nama Ibu	: Murmiati (Almh)
Nama Saudara	: 1. Arif Nugroho 2. Rina Yuniarsih
Agama	: Islam
Alamat	: Jl. Galuh 133 RT 02/01 Galuhan Kandat Kediri
Telp/HP	: (0354) 412718/ 0856 4882 2323
E-mail	: fi3_wahyuni@yahoo.com