

**OPTIMASI KECEPATAN PUTAR PENGADUKAN DAN WAKTU
PENGADUKAN TERHADAP KUALITAS FISIKA BIODIESEL DARI
MINYAK KELAPA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Sebagian Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Sains



OLEH :

Riny Andwika Simatupang

1101421 / 2011

PROGRAM STUDI FISIKA

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2015

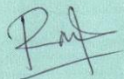
PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Optimasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Fisika Biodiesel dari Minyak Kelapa
Nama : Riny Andwika Simatupang
NIM : 1101421 / 2011
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 30 Juli 2015

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Ramli, S.Pd, M.Si.
NIP. 19730204 200112 1 002

Pembimbing II



Drs. Mahrizal, M.Si
NIP. 19510512 197603 1 005

PENGESAHAN LULUSAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Riny Andwika Simatupang
NIM : 1101421 / 2011
Program Studi : Fisika
Jurusan Fisika : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

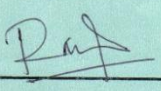
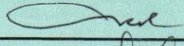
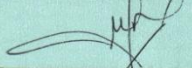
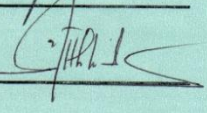
dengan judul

**Optimasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan Terhadap
Kualitas Fisika Biodiesel dari Minyak Kelapa**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 4 Agustus 2015

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Ramli, S.Pd, M.Si.	
2. Sekretaris	: Drs. Mahrizal, M.Si.	
3. Anggota	: Dra. Syakbaniah, M.Si.	
4. Anggota	: Drs. Gusnedi, M.Si.	
5. Anggota	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.	

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berupa skripsi dengan judul "Optimasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Fisika Biodiesel dari Minyak Kelapa" merupakan asli karya saya sendiri. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis maupun yang diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dalam karya ilmiah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.

Padang, 15 September 2015
Yang menyatakan



Riny Andwika Simatupang
NIM. 1101421/2011

ABSTRAK

Riny A. Simatupang : Optimasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Fisika Biodiesel Dari Minyak Kelapa

Karena kondisi bahan bakar minyak (BBM) di alam yang semakin menipis, mengakibatkan kita harus mencari solusi dengan memanfaatkan bahan-bahan organik yang ada. Bahan organik berupa tanaman kelapa sebagai Bahan Bakar Nabati / BBN dapat menjadikannya sebagai sumber energi alternatif pengganti solar yang dikenal juga dengan biodiesel. Biodiesel dapat dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi, yaitu mereaksikan minyak atau lemak dari tanaman kelapa dari Desa Aie Tajun, Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat menggunakan methanol dengan bantuan katalis NaOH.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika dan Laboratorium Quality & Quantity (QQ) Terminal Teluk Kabung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai optimum dari kecepatan putar pengadukan dan waktu pengadukan yang dapat menghasilkan biodiesel berkualitas sebagai sumber energi alternatif. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah kecepatan putar pengadukan menggunakan *mixer* yaitu 1050 rpm, 1100 rpm dan 1200 rpm serta waktu pengadukan yang dilakukan selama 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit. Untuk variabel kontrol berupa suhu proses 50°C, lama pengendapan selama 24 jam dan katalis NaOH. Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa sifat-sifat fisika seperti viskositas, densitas, titik nyala dan rendemen yang dihasilkan dalam pembuatan biodiesel dari minyak kelapa. Hasil pengujian dan pengukuran yang diperoleh akan dibuat tabel dan grafik hubungan antara variabel bebas dengan sifat fisika biodiesel berdasarkan SNI 04-7182-2006.

Pada penelitian ini diperoleh data pengukuran dari pengujian viskositas, densitas dan titik nyala biodiesel. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisika yang dilakukan, maka diperoleh nilai optimal yang dapat dijadikan sebagai biodiesel dari minyak kelapa yaitu menggunakan kecepatan putar pengadukan 1100 rpm dengan waktu pengadukan adalah selama 5 menit. Hal ini disebabkan karena hasil pengujian termasuk standar bahan bakar pada SNI 04-7182-2006. Hasil pengujiannya yaitu dengan nilai viskositas 4.4084 cSt, densitas 872.9956 kg/m³ dan titik nyala > 110°C. Dari proses pembuatan biodiesel minyak kelapa didapatkan 1690 mL biodiesel dan rendemen 84.5%.

Kata kunci : Biodiesel, transesterifikasi, minyak kelapa

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Optimasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Fisika Biodiesel Dari Minyak Kelapa”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Kegiatan penelitian dan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara moril maupun secara materil. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ramli, S.Pd., M.Si., sebagai pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan memberikan saran untuk membimbing penulis dalam melakukan penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Drs. Mahrizal, M.Si., sebagai pembimbing II yang telah banyak membantu, meluangkan waktu dan tenaga serta membimbing penulis dalam memulai dan melakukan penelitian serta penulisan tugas akhir ini.
3. Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si., Bapak Drs. Gusnedi, M.Si., Bapak Zulhendri Kamus, S.Pd., M.Si., selaku tim penguji pada tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. H. Asrul, M.A., sebagai Penasehat Akademik yang telah memberikan waktu, membimbing dan membantu penulis selama perkuliahan di Jurusan Fisika FMIPA UNP.

5. Bapak Drs. Akmam, M.Si., sebagai Ketua Jurusan Fisika dan Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai sekretaris Fisika FMIPA UNP.
6. Ibu Dra. Hidayati, M.Si., sebagai Ketua Program Studi Jurusan Fisika FMIPA UNP.
7. Seluruh staf pengajar Jurusan Fisika yang telah membantu dan membekali penulis dengan berbagai ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan.
8. Bapak Bunyamin Hasibuan yang telah memberikan penjelasan dalam melakukan pengujian sampel di Laboratorium Quality & Quantity (QQ) Terminal BBM Teluk Kabung.
9. Kedua orangtua dan semua keluarga, yang telah memberikan semangat, dorongan motivasi, bantuan tenaga, moril dan materil serta doa yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Rekan-rekan satu tim dan mahasiswa jurusan Fisika FMIPA UNP, yang telah bekerja sama, memberikan motivasi dan saling membantu serta memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam melakukan penulisan tugas akhir ini banyak terdapat kesalahan dan kelemahan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dan memperbaiki hasil penulisan untuk kesempurnaan tugas akhir ini dan dapat menjadikannya suatu hal yang positif bagi penulis khususnya. Penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Agustus 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB. I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Pertanyaan Penelitian.....	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB. II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Tentang Biodiesel	6
1. Proses Transesterifikasi	6
2. Karakteristik Biodiesel	10
3. Keuntungan Biodiesel	11
B. Tinjauan Tentang Minyak	14
C. Tinjauan Tentang Minyak Kelapa	16
1. Klasifikasi Minyak Kelapa	16

2. Manfaat Tanaman Kelapa	17
3. Komposisi Minyak Kelapa	19
D. Bahan Baku Pembuatan Biodiesel.....	21
1. Alkohol	22
2. Katalis	23
E. Kualitas Biodiesel	24
1. Viskositas	24
2. Densitas	26
3. Titik Nyala	26
4. Rendemen	27
F. Instrumen Pengujian Kualitas Biodiesel.....	27
1. Viskometer Cannon	28
2. Piknometer.....	33
3. <i>Flash Point Tester</i>	34

BAB. III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	38
B. Tempat Penelitian	38
C. Waktu Penelitian.....	38
D. Alat dan Bahan	40
E. Variabel Penelitian	45
F. Pelaksanaan Penelitian	47
1. Tahap Preparasi Sampel	47
2. Tahap Pembuatan Minyak Kelapa	47

3. Pengujian Kualitas Kimia Minyak Kelapa	48
4. Tahap Pembuatan Biodiesel Minyak Kelapa.....	49
5. Tahap Pengadukan.....	50
6. Tahap Pengendapan.....	51
7. Tahap Pencucian.....	51
8. Tahap Pengujian Terhadap Kualitas Fisis Biodiesel Minyak Kelapa	52
a. Pengujian Viskositas.....	52
b. Pengujian Densitas	54
c. Pengujian Titik Nyala	56
9. Tahap Pengolahan dan Analisis Data	58
G. Diagram Alir Penelitian.....	58
H. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data.....	60
I. Analisis Data.....	60

BAB. IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian FFA	63
2. Hasil Pengujian Variasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Biodiesel	64
3. Hasil Pengujian Titik Nyala	68
4. Rendemen Biodiesel.....	68

BAB. V PENUTUP

A. Kesimpulan	70
B. Saran	70

DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel :		Halaman
1. Syarat Mutu Biodiesel SNI 04-7182-2006		11
2. Metoda Uji Mutu Biodiesel		11
3. Asam Lemak Dalam Minyak		15
4. Jenis Tumbuhan Yang Menghasilkan Minyak dan Lemak		16
5. Klasifikasi Ilmiah Tanaman Kelapa		18
6. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa		20
7. Klasifikasi Minyak Nabati		21
8. Sifat-sifat Fisis dan Kimia Alkohol		23
9. Konversi Nilai Kecepatan Putar		47
10. Daftar Faktor Tube Viskometer		54
11. Variasi Waktu Pengadukan Menggunakan Kecepatan Putar		
Pengadukan 1050 rpm, 1100 rpm, 1200 rpm		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman
1. Reaksi Transesterifikasi	7
2. Tanaman Kelapa	17
3. Metanol	22
4. Katalis NaOH	23
5. Alat Koehler Type KV 3000 series	28
6. Pengisian Pipa Kapiler	31
7. Pipa Kapiler.....	33
8. Alat Pengujian Densitas (a) Aerometer, (b) Piknometer	33
9. <i>Flash Point Tester</i> HFP 139	34
10. <i>Cup</i>	35
11. Penutup <i>Cup</i>	35
12. Termometer	36
13. <i>Coupling</i>	36
14. <i>Wall Heater</i>	36
15. <i>Display Monitor</i>	37
16. <i>Electric Igniter</i>	37
17. Gelas Ukur	40
18. Termometer	41
19. Saringan Bertangkai	41
20. Stopwatch	42
21. Timbangan Digital	43
22. Alat <i>mixer</i>	43
23. Kompor Listrik/Pemanas	44
24. Corong Pisah	44
25. Minyak Kelapa	45
26. Cuka	45
27. Air/Aquades	46

28. Buah Kelapa	47
29. Pembuatan Minyak Kelapa (a) Pengambilan Minyak Kelapa Murni (b) Pemanasan Santan Hingga Menjadi Minyak	48
30. Pengujian FFA	49
31. Pembuatan Biodiesel	50
32. Proses Pengadukan	50
33. Proses Pengendapan	51
34. Proses Pencucian Biodiesel (a) Menggunakan Cuka (b) Hasil Pencucian dengan Cuka	51
35. Pencucian Biodiesel Menggunakan Aquades	52
36. Pengujian Densitas (a) Aerometer dan (b) Piknometer 25 mL	55
37. Pengujian Titik Nyala	56
38. Alat <i>Flash Point Tester PMcc Automatic</i> (ASTM D-93)	57
39. Pematik Bunga Api <i>Flash Point</i>	57
40. Diagram Alir Penelitian	59
41. Grafik Optimasi Kecepatan Putar dan Waktu Pengadukan Terhadap Viskositas Biodiesel	66
42. Grafik Optimasi Kecepatan Putar dan Waktu Pengadukan Terhadap Densitas Biodiesel	67
43. Diagram Rendemen Biodiesel Minyak Kelapa	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :	Halaman
1. Lampiran 1. Data Mentah Hasil Pengukuran Viskositas, Densitas, Rendemen Biodiesel Minyak Kelapa Masing-masing Sampel Uji	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini, penggunaan kendaraan berbahan bakar minyak semakin banyak dan tidak terkendali. Dengan demikian, penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) juga akan semakin meningkat. Banyaknya pemakaian bahan bakar minyak akan mengakibatkan ketersediaan bahan bakar minyak yang tersedia di alam semakin berkurang sehingga sulit untuk didapatkan dan harganya akan semakin mahal. Mahalnya harga BBM salah satunya terjadi di Siberut Utara dan Siberut Selatan, dimana harga BBM jenis Premium dan Solar mencapai Rp 15.000,00/liter (Sindonews). Untuk itu, perlu dicarikan sumber-sumber energi untuk menjadi alternatif pilihan selain penggunaan bahan bakar minyak.

Salah satu energi alternatif yang sekarang dikembangkan adalah energi yang berasal dari bahan-bahan organik, seperti halnya tumbuh-tumbuhan. Hal ini dikarenakan senyawa organik tersebut tergolong energi yang dapat diperbaharui. Keberadaan bahan-bahan organik tersebut mudah didapat, selain itu bahan organik juga ramah lingkungan, sehingga faktor utama keberadaan bahan organik dapat dipertimbangkan sebagai energi masa depan. Di sisi lain, bahan organik memberikan dampak positif bagi kelangsungan hidup manusia, yaitu menjadi salah satu sumber energi baru pengganti bahan bakar fosil.

Bahan bakar alternatif yang berasal dari bahan organik dapat berupa tanaman yang dapat diperbaharui, yang disebut juga Bahan Bakar Nabati (BBN).

Bahan bakar nabati terdiri dari dua macam yaitu bioetanol dan biodiesel. Bioetanol merupakan salah satu bentuk bahan bakar nabati yang berasal dari tumbuhan yang memanfaatkan kandungan pati, selulosa dan gula yang terkandung dalam tanaman tersebut. Contoh tumbuhan yang dapat dijadikan bahan dasar bioetanol adalah tebu, jagung, pepaya ataupun ketela pohon. Biodiesel adalah bentuk sumber energi bahan bakar alternatif yang menggunakan kandungan minyak lemak nabati yang ada pada tumbuhan, seperti minyak kelapa sawit, tanaman jarak dan kelapa. Kegunaan bioetanol adalah bentuk sumber energi masa depan pengganti bensin, sedangkan biodiesel merupakan bahan bakar pengganti solar.

Senyawa utama dalam pembuatan biodiesel adalah ester. Karena itu, proses pembuatan biodiesel itu dikenal dengan proses transesterifikasi. Pada proses ini, asam lemak yang terdapat pada tanaman yang akan direaksikan dengan alkohol sehingga menghasilkan metil ester dan gliserin yang merupakan produk sampingan dari reaksi. Selain produk utama yang diinginkan yaitu biodiesel sebagai sumber energi alternatif dimasa yang akan datang, sabun juga merupakan hasil dari proses transesterifikasi dari gliserol tersebut dapat bermanfaat dalam kehidupan dan bernilai ekonomis yang cukup tinggi.

Biodiesel dapat berasal dari berbagai jenis tumbuhan, misalnya seperti kelapa. Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar didunia dengan areal tanaman sekitar 3,88 juta ha dan produksi yang dihasilkan tahun 2005 adalah 3,2 juta ton (Kementrian Perindustrian, 2009). Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan hasil bumi yang ketersediaannya melimpah di Indonesia, khususnya

di daerah Pariaman Sumatera Barat. Pertumbuhan tanaman kelapa tidak memerlukan perhatian khusus, sedangkan seluruh bagian dari tanaman kelapa sangat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat yang bernilai ekonomis.

Kelapa memiliki daging buah yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan minyak kelapa. Minyak kelapa memiliki banyak manfaat dalam kehidupan manusia. Kandungan asam lemak pada minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel. Asam lemak yang dimaksud dapat berupa asam laurat yang akan bereaksi dengan larutan metoksi yang nantinya menghasilkan biodiesel. Hal ini disebabkan karena kandungan asam laurat yang tinggi yaitu 44-52% dibandingkan dengan asam lemak lainnya yang terkandung dalam minyak kelapa, seperti asam kaprat 4.5-9.5%, asam miristat 13-19% dan asam palmitat 7.5-10.5% (Ketaren, 1986).

Pembuatan biodiesel saat ini banyak dilakukan secara manual dan menggunakan *mixer*. Dalam proses pembuatannya secara manual dapat menggunakan tangan secara langsung saat pengadukan antara minyak kelapa dengan larutan metoksi dilakukan. Hal ini dapat menyebabkan reaksi yang terjadi tidak merata karena kecepatan putar dalam pengadukan tidak konstan dan waktu yang dibutuhkan dalam proses pengadukan juga sangat lama. Keadaan ini menjadi salah satu faktor kelemahan dalam pembuatan biodiesel yang dilakukan secara manual dalam pengadukannya selama proses berlangsung. Sedangkan menggunakan alat pengaduk otomatis seperti *mixer* belum banyak yang menggunakannya dalam penelitian.

Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa ini sangat berpotensi untuk membuat bahan bakar pengganti bahan bakar fosil di masa yang akan datang. Berdasarkan uraian tersebut dan pentingnya sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan menggunakan parameter-parameter fisika yaitu kecepatan putar pengadukan selama proses dan waktu pengadukan yang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel tersebut. Hal ini bertujuan agar pembuatan biodiesel lebih terkontrol dan dapat menghasilkan kualitas dari biodiesel yang lebih baik, maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan judul “Optimasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Fisika Biodiesel dari Minyak Kelapa”.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Berapakah kecepatan putar pengadukan optimum dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa?
2. Berapakah lama waktu pengadukan optimum dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa?

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Katalis yang digunakan adalah katalis basa yaitu NaOH.
2. Persentasi metoksi yang digunakan adalah 20% dari total sampel.
3. Pengadukan dilakukan menggunakan alat pengaduk otomatis yaitu *mixer*.

4. Menggunakan suhu proses 50°C dan lama pengendapan yang dilakukan setelah pembuatan biodiesel selama 24 jam.
5. Kualitas fisis biodiesel yang diuji adalah viskositas, densitas dan titik nyala.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menentukan arah penelitian, maka dikemukakan pertanyaan penelitian yaitu :

1. Berapakah kecepatan putar pengadukan optimum dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa?
2. Berapakah lama waktu pengadukan optimum dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui kecepatan putar pengadukan yang optimum agar menghasilkan biodiesel yang berkualitas baik dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa.
2. Mengetahui lama waktu pengadukan yang optimum agar menghasilkan biodiesel yang berkualitas baik dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa.

F. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini, diharapkan nantinya dapat bermanfaat :

1. Bagi Penulis

- a. Menambah wawasan tentang biodiesel yang memanfaatkan hasil bumi terbarukan maupun limbah.
- b. Menambah wawasan dan pengalaman dalam menciptakan energi alternatif dari minyak kelapa.
- c. Meningkatkan pemahaman dan penerapan ilmu Fisika serta teknologi khususnya mengenai Biodiesel.
- d. Memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan khususnya mengenai biodiesel.
- e. Memenuhi syarat untuk menyelesaikan Program S1 di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

2. Bagi Pembaca

- a. Menambah wawasan tentang biodiesel dalam memanfaatkan limbah dan hasil bumi yang dapat berupa bahan-bahan organik (nabati) yang dapat menghasilkan minyak.
- b. Memberikan informasi bagi perkembangan penelitian tentang biodiesel yang merupakan salah satu bentuk bahan bakar alternatif masa depan yang ramah lingkungan.
- c. Sebagai literatur tambahan untuk penelitian berikutnya.

BAB II

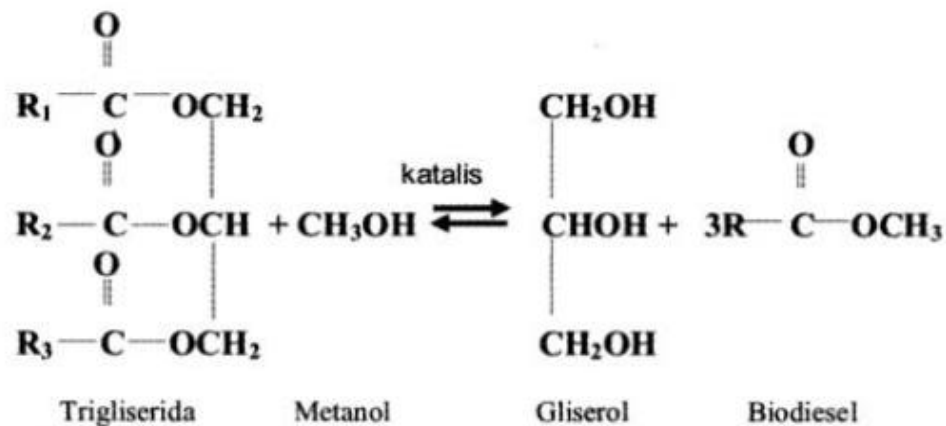
TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Tentang Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang bisa digunakan sebagai bahan bakar layaknya bahan bakar fosil (solar). Biodiesel dapat diperoleh dari minyak nabati, seperti minyak kelapa, minyak biji jarak, minyak kelapa sawit dan juga minyak hewani yang bersifat dapat diperbaharui. Biodiesel memiliki sifat yang sangat mirip dengan petrodiesel ataupun minyak diesel sintetis, yaitu memiliki energi pembakaran dan angka sentana yang lebih tinggi (>60) sehingga pembakarannya lebih efisien dan sekaligus melumasi piston mesin. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar mesin yang pembakarannya menggunakan sistem kompresi tinggi (mesin diesel) dengan sedikit modifikasi atau bahkan tanpa modifikasi (Manai, 2010).

1. Proses Transesterifikasi

Biodiesel dihasilkan melalui proses sederhana yang disebut sebagai proses transesterifikasi. Pada proses ini, metanol akan dicampurkan dengan minyak atau lemak yang akan digunakan dan dibantu dengan katalis basa selama proses berlangsung, sehingga akan terbentuk metil ester atau yang disebut dengan biodiesel. Katalis yang sering digunakan adalah NaOH maupun KOH. Biodiesel merupakan produk utama yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi. Adapun proses transesterifikasi dapat dilihat pada Gambar 1 (Hambali, 2007).



Gambar 1. Reaksi Transesterifikasi (Hambali, 2007)

Berdasarkan Gambar 1, biodiesel dihasilkan melalui proses kimia yang disebut sebagai proses transesterifikasi, yaitu proses pemisahan gliserin dari minyak nabati atau hewani (*fat/vegetable oil*) (Manai, 2010). Metode transesterifikasi digunakan dalam proses pembuatan biodiesel yang dapat menghasilkan rendemen 95% dari bahan baku berupa minyak nabati (tumbuhan). Adapun tahapan dari proses transesterifikasi adalah :

- a. Menyediakan katalis yang bersifat basa berupa NaOH atau KOH dengan alkohol seperti metanol dengan konsentrasi katalis antara 0,5-1% dan metanol antara 10-20% terhadap massa minyak.
- b. Mencampurkan katalis dengan alkohol, sehingga teraduk secara merata yang disebut dengan larutan metoksi. Kemudian mencampurkannya dengan minyak dengan suhu dan kecepatan pengadukan tetap. Serta waktu reaksi yang digunakan sekitar 30-45 menit.
- c. Setelah itu, campuran metoksi dengan minyak didiamkan selama beberapa waktu sehingga terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan minyak

(biodiesel) pada bagian atas dan gliserol (berbentuk gumpalan) dibagian bawah (Hambali, 2007).

Dari proses tersebut akan dihasilkan produk berupa biodiesel (metil ester) dan gliserin (gliserol) yang merupakan produk sampingan. Produk sampingan ini merupakan bahan yang sangat berguna, misalnya sebagai bahan dasar pembuat sabun dan aneka produk lainnya (Manai, 2010). Melalui proses transesterifikasi ini, sangat menginginkan perolehan produk biodiesel dalam jumlah yang maksimum. Ada beberapa keadaan yang dapat mempengaruhi perubahan dan perolehan biodiesel melalui proses transesterifikasi yaitu:

a) Pengaruh air dan asam lemak bebas

Minyak nabati yang akan melalui proses transesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Semua bahan yang digunakan harus bebas dari air, karena dapat bereaksi dengan katalis sehingga dapat menyebabkan jumlah katalis dapat berkurang. Katalis harus disimpan agar tidak terjadi kontak langsung dengan uap air dan karbondioksida.

Fukuda (2001) dan Sudradjat dkk (2005) menyatakan bahwa adanya air yang berlebihan yang terkandung dalam bahan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi yang nantinya akan menghasilkan sabun. Sabun akan bereaksi dengan katalis basa dan akan mengurangi efisiensi katalis sehingga dapat

meningkatkan viskositas, terbentuk gel dan akan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester.

b) Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah

Secara umum, semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah. Pada rasio molar 6:1 setelah 1 jam konversi yang dihasilkan adalah 98-99%, sedangkan pada rasio molar 3:1 adalah 74-89%.

c) Pengaruh jenis alkohol

Methanol akan memberikan perolehan ester yang tertinggi pada rasio molar 6:1, dibandingkan dengan jenis alkohol lainnya seperti etanol. Metanol adalah salah satu bentuk alkohol yang banyak digunakan dalam proses transesterifikasi, karena memiliki sifat yang lebih reaktif.

d) Pengaruh jenis katalis

Katalis basa dalam proses transesterifikasi dapat mempercepat reaksi dibandingkan dengan katalis asam. Katalis basa yang sering digunakan adalah KOH dan NaOH. Jumlah katalis yang efektif untuk dapat direaksikan adalah sebesar 0,5% minyak nabati untuk natrium metoksida dan 1% minyak nabati untuk natrium hidroksida.

e) Metanolisis *Crude* dan *Refined* minyak nabati

Metil ester akan banyak diperoleh jika menggunakan minyak nabati *refined*. Tetapi jika produk metil ester tidak digunakan sebagai

bahan bakar mesin diesel, maka cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan kemudian disaring.

f) Pengaruh Temperatur

Reaksi transesterifikasi dilakukan pada temperatur 30-65°C, karena titik didih methanol sekitar 65°C (Freedman, 1984). Dalam proses transesterifikasi, suhu yang diberikan mempengaruhi viskositas dan densitas. Hal ini terjadi karena viskositas dan densitas merupakan parameter fisis yang mempengaruhi biodiesel untuk dapat dijadikan bahan bakar. Semakin tinggi suhu yang diberikan akan menyebabkan gerakan molekul-molekul semakin cepat, sehingga tumbukan antar molekulpun juga meningkat.

g) Putaran Pengadukan

Keberhasilan suatu proses pembuatan biodiesel dapat dipengaruhi oleh putaran pengadukan (Darmanto, 2010). Putaran pengadukan dilakukan dalam proses ini agar sampel dan larutan metoksi menjadi homogen dan dapat menghasilkan biodiesel yang baik. Pengadukan bisa dilakukan dengan menggunakan tangan dan alat pengaduk otomatis seperti *mixer* (Manai, 2010).

2. Karakteristik Biodiesel

Biodiesel memiliki beberapa karakteristik. Salah satunya yaitu nilai dari kekentalan (viskositas), massa jenis (densitas) dan titik nyala (*flash point*). Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Sementara itu, metode uji mutu biodiesel diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Syarat Mutu Biodiesel SNI 04-7182-2006.

Karakteristik	Satuan	SNI Biodiesel
Massa jenis pada 40°C	kg/m ³	850-890
Viskositas Kinematik pada 40°C	mm ² /s	2,3-6,0
Titik nyala	°C	min. 100

Sumber : SNI 04-7182-2006

Tabel 2. Metoda Uji Mutu Biodiesel

Parameter	Metoda Uji
Massa jenis pada 40°C	ASTM D 1298
Viskositas Kinematik pada 40°C	ASTM D 445
Titik nyala	ASTM D 93

Sumber : SNI 04-7182-2006

Biodiesel sebagai sumber energi alternatif memiliki sifat yang unggul. Sifat biodiesel yaitu lebih ramah lingkungan, dapat diperbaharui, dapat terurai, memiliki sifat pelumasan terhadap mesin piston karena termasuk kelompok minyak yang tidak mengering (*non-drying oil*) dibandingkan dengan bahan bakar diesel. Biodiesel menghasilkan gas yang lebih baik dibandingkan bahan bakar diesel yaitu dengan bilangan asap rendah, bebas sulfur dan angka sentana berkisar antara 57-62 sehingga dapat bersifat ramah lingkungan yang tidak menghasilkan gas beracun serta efisiensi pembakarannya juga lebih baik (Hambali, 2007).

3. Keuntungan Biodiesel

Adapun keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan biodiesel adalah sebagai berikut :

a) Keuntungan Ekonomis

Sumber energi yang berbahan bakar fosil semakin berkurang. Permintaan akan bahan bakar fosil ini akan semakin meningkat yang akan menyebabkan harga bahan bakar fosil tersebut akan semakin mahal. Sekarang, salah satu faktor pemakaian yang semakin tinggi adalah penggunaan transportasi yang tidak terkendali, sehingga harga BBM juga semakin tinggi karena penggunaan bahan bakar fosil yang tidak bisa dikurangi. Sementara itu, bahan bakar biodiesel dapat diperoleh dengan biaya yang murah.

Disamping itu, mesin lama yang menggunakan bahan bakar fosil tetap bisa digunakan tanpa adanya modifikasi jika ingin menggunakan bahan bakar biodiesel. Secara tidak langsung, hal ini merupakan nilai tambah ekonomis. Artinya, untuk beralih ke bahan bakar biodiesel tidak diperlukan tambahan biaya untuk mengganti mesin perawatan.

b) Keuntungan dari segi Lingkungan

Biodiesel mempunyai keunggulan dari sisi lingkungan. Emisi dari hasil pembakarannya lebih bersih daripada sisa pembakaran bahan bakar senyawa ataupun gas dari bahan bakar fosil. Berikut ini adalah tinjauan emisi biodiesel dibandingkan dengan solar sebagai bahan bakar diesel.

1) Hidrokarbon

Hidrokarbon merupakan salah satu senyawa yang terdapat dalam asap yang dihasilkan saat pembakaran. Biodiesel bisa mengurangi kandungan hidrokarbon dari pembakaran hingga sekitar

50%. Kandungan senyawa sulfur yang dihasilkannya lebih kecil (Manai, 2010).

Biodiesel dapat menurunkan kadar emisi hidrokarbon sampai 67% lebih rendah dibandingkan solar. Ada beberapa senyawa berbahaya lain yang juga bisa dikurangi, seperti *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAH) yang bisa berkurang antara 75-85% dan *nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons* (nPAH) yang mencapai 90%. Keduanya merupakan senyawa yang berpotensi sebagai pencetus kanker.

2) Karbonmonoksida (CO)

Karbonmonoksida merupakan salah satu bentuk dari gas buang yang dihasilkan dari suatu kendaraan. Karbon monoksida juga merupakan gas yang dapat mengakibatkan kematian jika terhirup dalam. Biodiesel bisa mengurangi emisi gas karbonmonoksida sampai 48% lebih rendah dibanding emisi gas buang dari yang menggunakan bahan bakar solar (Manai, 2010).

Jadi biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, karena hasil pembakaran dari biodiesel tidak mengandung bahan-bahan berbahaya seperti pada pembakaran dari bahan bakar fosil. Kelebihan penggunaan biodiesel dibandingkan dengan bahan bakar fosil adalah :

- a) Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan karena memiliki emisi gas buang yang jauh lebih baik.

- b) Biodiesel memiliki efisiensi pembakaran yang jauh lebih baik karena memiliki angka sentana lebih tinggi (>57).
- c) Biodiesel memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin dan dapat terurai (*biodegradable*).
- d) Biodiesel berasal dari bahan-bahan organik yang dapat diperbaharui dan ketersediaannya di alam juga terjamin.
- e) Dapat diproduksi secara lokal maupun individu (Hambali, 2007).

B. Tinjauan Tentang Minyak

Minyak atau lemak termasuk salah satu dari golongan lipid, yaitu lipid netral. Lipid dapat diklasifikasikan menjadi 4 bagian, yaitu lipid netral, fosfatida, spingolipid dan glikolipid. Minyak yang telah dipisahkan dari jaringan asalnya mengandung sejumlah kecil komponen selain trigliserida, yaitu lipid kompleks, sterol, asam lemak bebas, lilin, pigmen yang larut dalam lemak dan hidrokarbon. Komponen tersebut mempengaruhi warna dan flavor produk, serta berperan dalam proses ketengikan (Ketaren, 1986).

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak. Lemak jika dihidrolisis menghasilkan 3 molekul asam lemak dan 1 molekul gliserol. Trigliserida dapat berwujud padat dan cair tergantung pada komposisi asam lemak yang menyusunnya. Beberapa jenis asam lemak dapat dilihat pada Tabel 3. Sebagian besar minyak nabati berbentuk cair karena mengandung sejumlah asam lemak tidak jenuh, yaitu asam oleat, linoleat dengan titik cair yang rendah minyak dan lemak (trigliserida) memiliki sifat fisiko-kimia yang berbeda dari setiap sumber yang

digunakan. Hal ini tergantung pada jumlah dan jenis ester yang terkandung dalamnya. Suatu larutan disebut minyak, jika hanya berbentuk padat pada suhu kamar (Ketaren, 1986).

Tabel 3. Asam Lemak Terdapat Dalam Minyak

Jenis Asam (Asam Lemak Jenuh)	Sumber (Asal)
Asetat	Minyak pohon <i>spindle</i>
n-Butirat	Lemak susu sapi, mentega
n-Kaproat	Minyak kelapa, mentega, minyak kelapa sawit
Kaprat	Susu sapi dan kambing, minyak kelapa, minyak kelapa sawit
Laurat	Minyak kelapa, minyak sawit, susu
Palmitat	Terdapat dalam sebagian besar lemak hewani dan minyak nabati
Miristat	Minyak pala, lemak nabati, susu ternak dan minyak ikan hiu

Sumber : Ketaren, 1986

Indonesia memiliki berbagai jenis tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai bahan baku biodiesel. Beberapa jenis tumbuhan yang menghasilkan minyak dan lemak dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan tabel 4, terlihat bahwa tanaman kelapa memiliki jumlah minyak yang jauh lebih banyak dibandingkan tanaman lainnya. Minyak kelapa tersebut diperoleh dari daging buah kelapa tua yang memiliki kadar minyak kelapa mencapai 60-70%.

Tabel 4. Jenis Tumbuhan yang Menghasilkan Minyak dan Lemak

No.	Tumbuhan	Sumber	Kadar (%)
1.	Jarak kaliki	Biji	45-50
2.	Jarak pagar	Inti biji	40-60
3.	Kapuk	Biji	24-50
4.	Kelapa	Daging buah	60-70
5.	Kemiri	Inti biji	57-69
6.	Sawit	Daging buah	45-54
7.	Alpukat	Daging buah	40-80
8.	Cokelat	Biji	54-58
9.	Nyamplung	Inti biji	40-73
10.	Pepaya	Biji	20-25
11.	Kayu manis	Biji	30
12.	Rosela	Biji	17

Sumber : Kuncahyo, 2013

C. Tinjauan Tentang Minyak Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren-arenan atau Arecaceae. Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, sehingga dianggap sebagai tumbuhan serbaguna terutama bagi masyarakat pesisir. Tanaman kelapa dapat ditunjukkan pada Gambar 2.

1. Klasifikasi Tanaman Kelapa

Kelapa merupakan *socio-tropical crops* (Haryadi, 2008). Disebut demikian karena semua bagian tanaman dapat memberikan manfaat ekonomi dan sosial bagi masyarakat. Selain itu, kelapa memiliki banyak

kegunaan, baik dari hasil utama maupun limbahnya yang dapat bermanfaat sebagai produk-produk yang bernilai sosial dan ekonomis.



Gambar 2. Tanaman Kelapa

Kelapa secara alami tumbuh di pantai dan pohonnya mencapai ketinggian 30 m. Kelapa berasal dari pesisir Samudera Hindia, tetapi sekarang sudah tersebar ke seluruh daerah tropika. Kelapa memiliki klasifikasi ilmiah dalam kajian biologi yaitu dapat dilihat pada Tabel 5.

Kelapa termasuk jenis tanaman yang keberadaannya sangat melimpah di Indonesia serta memiliki banyak manfaat. Kelapa adalah sebuah pohon yang memiliki batang tunggal dan kadang-kadang bercabang. Akar tanaman kelapa adalah akar serabut, tebal dan berkayu, berkerumun membentuk bonggol, dan bentuk batang yang beruas-ruas. Daun tanaman kelapa berupa daun tunggal dengan pertulangan menyirip serta memiliki bunga dan buah.

Tabel 5. Klasifikasi Ilmiah Tanaman Kelapa

Kingdom	Plantae
Ordo	Arecales
Famili	Arecaceae
Bangsa	Cocoeae
Genus	Cocos
Spesies	C. nucifera L.

Sumber : Wikipedia

2. Manfaat Tanaman Kelapa

Menurut Meita Pratiwi (2013) dalam hasil penelitiannya yang menyatakan bahwa seluruh bagian-bagian dari tanaman kelapa dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Bagian kelapa seperti buah tua maupun muda, akar, batang, daun, tempurung bahkan serabut kelapa dapat dimanfaatkan sebagai sarana obat tradisional maupun untuk kebutuhan rumah tangga. Buah kelapa memiliki persentase yang tinggi yaitu 53%, air sebanyak 35%, daging buah sebanyak 12.9%, tempurung 4.7%, akarnya sebanyak 2%, batang 22% dan daun sebanyak 23% (Meita, 2013).

Semua bagian pada tumbuhan kelapa sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Beberapa fungsi dari bagian-bagian tumbuhan kelapa (*Cocos nucifera* L.) adalah sebagai berikut:

- a) Batang kelapa biasanya dibuat papan untuk keperluan pembangunan rumah.
- b) Daunnya digunakan untuk atap rumah setelah dikeringkan sedangkan daun muda kelapa dimanfaatkan untuk membuat *janur* yang dipakai

sebagai bahan anyaman dalam pembuatan ketupat atau berbagai bentuk hiasan yang sangat menarik. Hal ini menjadi tradisi masyarakat Jawa dan Bali pada umumnya, dalam berbagai upacara dan menjadi bentuk kerajinan tangan.

- c) Tangkai anak daun yang sudah dikeringkan disebut lidi, yang dapat dijadikan sebagai sapu jika dihimpun menjadi satu.
- d) Buah kelapa dapat dikonsumsi secara langsung, sabut dapat diperdagangkan sebagai bahan bakar, anyaman tali, keset serta media tanam bagi anggrek.
- e) Tempurung atau batok kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar, wadah minuman dan bahan baku kerajinan tangan.
- f) Daging buah kelapa yang berwarna putih dan lunak dapat dijadikan sebagai es kelapa muda. Daging buah kelapa yang tua dapat diambil dan dikeringkan menjadi kopra, yang merupakan bahan baku pembuatan minyak kelapa.
- g) Pada kelapa terdapat cairan buah yang merupakan limbah industri berupa kopra yang dimanfaatkan lagi untuk bahan *jelly* yang disebut *nata de coco* (Wikipedia).

3. Komposisi Minyak Kelapa

Minyak kelapa termasuk dalam asam laurat karena memiliki jumlah asam lemak yang sangat banyak diantara asam lemak lainnya. Hal ini dapat dilihat dari komposisi asam lemak dari minyak kelapa pada Tabel 6. Minyak kelapa diperoleh dari santan yang dihasilkan dari daging buah kelapa.

Beberapa jenis minyak dari tumbuhan memiliki komposisi atau jenis asam lemak yang berbeda-beda. Keadaan ini disebabkan beberapa faktor seperti perbedaan iklim, cuaca, keberadaan tumbuh tanaman dan pengolahan tanaman.

Tabel 6. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa

Asam Lemak	Rumus Kimia	% (Jumlah)
• Asam Lemak Jenuh		
Asam kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0,0 – 0,8
Asam kaprilat	$C_7H_{17}COOH$	5,5 – 9,5
Asam kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,5 – 9,5
Asam laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	44,0 – 52,0
Asam palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5 – 10,5
Asam miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	13,0 – 19,0
Asam stearate	$C_{17}H_{35}COOH$	1,0 – 3,0
• Asam Lemak Tak Jenuh		
Asam palmitoleat	$C_{15}H_{31}COOH$	0,0 1,3
Asam oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	5,0 – 8,0
Asam linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	1,5 – 2,5

Sumber : Ketaren, 1986

Minyak kelapa termasuk tanaman yang memiliki kandungan asam laurat yang tinggi dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Sedangkan untuk bilangan iod yang menyatakan tingkat ketidakjenuhan minyak kelapa, maka termasuk dalam golongan *non-drying oils* yang dapat dilihat pada Tabel 7, karena memiliki bilangan iod sebesar 7,5-10,5 (Ketaren, 1986). Minyak kelapa memiliki warna kecokelatan karena mengandung protein dan karbohidrat yang

merupakan hasil reaksi senyawa karbonil (berasal dari pemecahan peroksida) dengan asam amino dari protein. Hal ini terjadi terutama pada suhu tinggi.

Tabel 7. Klasifikasi Minyak Nabati

Kelompok Lemak	Jenis lemak / minyak
1. Lemak (berwujud padat)	Lemak biji cokelat, inti sawit, <i>cohune</i> , <i>tengkawang</i> , <i>nutmeg butter</i> , <i>shea butter</i>
2. Minyak (berwujud cair)	
a. Tidak Mengering (<i>non drying oil</i>)	Minyak kelapa, minyak zaitun, inti zaitun, kacang tanah, <i>almond</i> , inti alpukat, jarak, inti pluma
b. Setengah Mengering (<i>semi drying oil</i>)	Minyak dari biji kapas, kapok, jagung, gandum, biji bunga matahari, <i>urgen</i>
c. Mengering (<i>drying oil</i>)	Minyak kacang kedelai, <i>argemone</i> , biji karet, <i>candle nut</i> , <i>hemp</i> , walnut.

Sumber : Ketaren, 1986

Ekstraksi minyak dari bahan mentah terdiri dari dua sistem, yaitu:

- a. *Wet rendering*, merupakan suatu sistem pemisahan minyak dari bahan yang mengandung kadar air tinggi serta dalam pengerjaannya dilakukan penambahan air dengan jumlah tertentu. Contoh pada sistem ini adalah pembuatan minyak kelapa dari daging buah kelapa.
- b. *Dry rendering*, merupakan suatu sistem pemisahan minyak dari bahan yang mengandung kadar air rendah, misalnya saja kopra (Maison, 1984).

D. Bahan Baku Pembuatan Biodiesel

Bahan baku dalam pembuatan biodiesel diantaranya adalah jenis alkohol dan katalis yang digunakan. Katalis merupakan suatu bahan berupa asam, basa

atau enzim yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi, tanpa mengubah kesetimbangan reaksi. (Darnoko, 2000)

1. Alkohol

Alkohol merupakan senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon. Alkohol yang paling banyak digunakan adalah metanol, karena memiliki sifat reaktifitas yang tinggi dan harga yang murah. Pada keadaan atmosfer, metanol memiliki bentuk cair, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar dan beracun dengan memiliki bau yang khas. Metanol digunakan sebagai bahan pelarut, pendingin anti beku dan sebagai bahan aditif bagi industri (Nurul, 2010).

Alkohol terdiri dari molekul polar. Alkohol juga dapat membentuk ikatan hidrogen antara molekul-molekulnya, hal ini dikarenakan titik didih alkohol lebih tinggi daripada titik didih eter, yang bobot molekulnya sebanding. Alkohol berbobot molekul rendah larut dalam air. Kelarutan dalam air ini langsung disebabkan oleh ikatan hidrogen antara alkohol dan air (Fessenden, 1986). Alkohol jenis metanol dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Methanol

Sifat-sifat fisis dan kimia metanol dapat dilihat pada Tabel 8. Produk yang dihasilkan menggunakan metanol ini biasa disebut dengan metil ester asam lemak (*Fatty Acid Methyl Ester/FAME*). Alkohol jenis metanol mempengaruhi proses transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel.

Tabel 8. Sifat-sifat Fisis dan Kimia Alkohol

Massa molar	32,04 g/mol
Wujud	Cairan tidak berwarna
Specific gravity	0,7918 gr/cm ³
Titik leleh	-97°C, -142,9°F (176 K)
Titik didih	64,7°C, 148,4 °F (337,8 K)
Kelarutan dalam air	Sangat larut
Keasaman (pKa)	15,5

Sumber: Nurul, 2010

2. Katalis

Katalis merupakan suatu senyawa yang dapat meningkatkan laju reaksi tetapi tidak dikonsumsi oleh reaksi. Katalis digunakan secara luas, baik di alam, industri maupun laboratorium (Shiver,D., 1999). Katalisator tidak mengalami perubahan pada akhir reaksi. Oleh karena itu, katalis (seperti pada Gambar 4) tidak memberikan energi ke dalam sistem, tetapi akan membentuk mekanisme reaksi alternatif dengan energi pengaktifan yang lebih rendah dibandingkan dengan reaksi tanpa katalis, sehingga adanya katalis akan meningkatkan laju reaksi (Widjajanti, 2005).



Gambar 4. Katalis NaOH

E. Kualitas Biodiesel

Kualitas biodiesel ditentukan berdasarkan kualitas pada SNI 04-7182-2006. Beberapa kualitas biodiesel pada standar yang ditentukan dapat berupa kualitas fisika seperti viskositas, densitas, titik nyala, dan kadar air.

1. Viskositas

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya tahanan geser dari cairan. Berdasarkan besarnya hambatan atau gaya gesekan yang terjadi antara benda dengan cairan telah diteliti oleh *Sir George Stokes* melalui percobaan-percobaannya, yang dikenal dengan *Hukum Stokes*. Aplikasi dari hukum ini adalah metode pengukuran viskositas bola jatuh (Tim Fisika Dasar, 2011). Makin tinggi viskositasnya, maka semakin kental dan semakin sukar mengalir. Sifat umum dari zat cair adalah sebagai berikut:

- 1) Mempunyai daya tarik antar molekul yang cukup kuat sehingga cairan mempunyai volume tertentu yang relatif konstan.

- 2) Daya tarik antar molekul cairan lebih lemah daripada zat padat, sehingga molekul-molekul dapat bergerak, menyelinap dan tergelincir pada molekul-molekul yang lain sehingga cairan mempunyai bentuk sesuai dengan wadahnya.
- 3) Daya tarik antar molekul cairan mengakibatkan cairan mempunyai daya tahan terhadap suatu tekanan atau regangan yang dialaminya.
- 4) Daya tahan terhadap tekanan atau regangan disebut viskositas (kekentalan) (Syukri dkk, 2014).

Viskositas atau kekentalan dapat dibayangkan sebagai gesekan antara satu bagian dengan bagian lain di dalam fluida. Gesekan ditimbulkan oleh gaya tarik-menarik antara molekul-molekul di satu lapisan dengan molekul di lapisan lainnya (Soedjojo, 2004).

Viskositas kinematik (ν) dapat didefinisikan secara matematis yaitu viskositas (η) dibagi dengan kerapatan zat cair (ρ), sehingga dapat dituliskan pada Persamaan (1).

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (1)$$

satuan viskositas kinematik adalah stoke (St) dan centistokes (cSt) (Moechtar, 1989). Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas adalah:

1. Ukuran molekul
2. Gaya tarik intermolekul
3. Suhu
4. Tekanan
5. Luas permukaan (Syukri dkk, 2014)

Semakin tinggi viskositas suatu cairan, maka semakin kental dan semakin sukar cairan tersebut untuk mengalir (Sinarep dan Mirmanto, 2011). Pada suatu cairan yang mengalir cepat seperti air, alkohol dan bensin mempunyai viskositas yang kecil, sedangkan cairan seperti gliserin dan madu memiliki viskositas yang besar sehingga cairan dapat mengalir dengan lambat. Jenis cairan yang memiliki viskositas yang berbeda dapat menentukan kecepatan mengalirnya cairan tersebut (Sutiah, 2008).

2. Densitas

Densitas adalah jumlah zat yang terkandung dalam suatu unit volume (Torriselly, 2008). Densitas suatu bahan tidak sama pada setiap bagiannya tergantung pada faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan. Densitas dirumuskan dalam Persamaan (2) sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

dengan satuan massa adalah kg, v adalah volume dengan satuan m³ dan densitas adalah $\frac{kg}{m^3}$ (Freedman dan Young, 2002).

3. Titik Nyala

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar yang dapat dinyalakan di udara oleh pemantik api yang ada di atas permukaannya. Titik nyala ditentukan secara eksperimental dengan pemanasan wadah yang berisi cairan yang akan diuji. Pemantik api disajikan secara berkala ke permukaan cairan. Jika sebuah nyala terjadi pada permukaan wadah, maka hal itu

menunjukkan bahwa suhu cairan yang diuji telah mencapai (atau melebihi) titik nyala. Wadah dapat dibuka ataupun ditutup otomatis saat pengujian.

Nilai titik nyala merupakan parameter yang penting untuk klasifikasi cairan atau material yang mudah terbakar. Titik nyala tidak cukup untuk menilai risiko yang terkait dengan penggunaan atau penyimpanan cairan yang mudah terbakar dalam kondisi kesetimbangan uap-cair. Namun dalam wadah tertutup, keseimbangan uap-cair dapat tercapai. Wadah terdiri dari campuran homogen dari uap dan udara, jika konsentrasi uap termasuk dalam kisaran mudah terbakar, terdiri antara batas bawah mudah terbakar dan batas atas mudah terbakar, suasana eksplosif (meledak) hadir dalam wadah tertutup. Pengujian *flash point* atau titik nyala dari sebuah bahan bakar menggunakan *flash point tester* metode ASTM D-93 (Standar Nasional Indonesia 04-7182-2006).

4. Rendemen Biodiesel

Rendemen merupakan perbandingan berat biodiesel dengan berat minyak awal. Menghitung rendemen biodiesel digunakan Persamaan (3).

$$\text{Rendemen} = \frac{W_{\text{biodiesel}}}{W_{\text{minyak}}} \times 100\% \quad (3)$$

dengan $W_{\text{biodiesel}}$ adalah berat biodiesel murni dan W_{minyak} adalah berat minyak awal yang merupakan bahan baku dalam pembuatan biodiesel (Zuhra dkk, 2015).

F. Instrumen Pengujian Kualitas Biodiesel

Adapun alat-alat yang digunakan dalam melakukan pengujian terhadap kualitas fisis suatu jenis bahan bakar alternatif (biodiesel) adalah:

1. Viskometer Cannon

Kebanyakan hasil minyak bumi dan beberapa jenis material yang bukan minyak bumi, dapat digunakan sebagai pelumas. Operasi yang benar dari peralatan tergantung pada kesesuaian viskositas cairan yang digunakan. Alat yang digunakan dalam pengujian viskositas adalah *Koehler Type KV 3000 series* seperti yang dilihat pada Gambar 5. Ada beberapa keterangan yang perlu diperhatikan dalam penggunaan alat pengujian ini, yaitu:

a. Peralatan

Beberapa perlengkapan yang diperhatikan pada alat yaitu seperti :



Gambar 5. Alat *Koehler Type KV 3000 series*

- 1) Viskometer, hanya menggunakan viskometer jenis kapiler yang telah dikalibrasi, yang mampu digunakan untuk mengukur viskositas kinematik dalam batas ketelitian yang ditentukan.
- 2) Penangas dengan temperatur terkontrol, menggunakan cairan bening (*white oil*) untuk penangas dengan kedalaman yang cukup sedemikian rupa sehingga selama pengukuran suatu sampel dalam

viskometer kurang dari 20 mm di bawah permukaan cairan penangas atau kurang dari 20 mm di atas dasar penangas.

- 3) Kontrol temperatur, dalam setiap pengukuran waktu alir, kontrol temperatur cairan dalam penangas hingga berada dalam kisaran dari 15° - 100°C .
- 4) Alat pencatat waktu, menggunakan alat pencatat waktu yang mampu menunjukkan pembacaan dengan perbedaan 0.1 detik.

b. Pereaksi dan Material

Pereaksi dapat berupa pelarut contoh dan pelarut pengering. Pelarut contoh bercampur sempurna dengan contoh atau cairan yang digunakan. Sebelum digunakan, cairan harus disaring terlebih dahulu. Sedangkan pelarut pengering merupakan pelarut yang mudah menguap yang dapat bercampur dengan pelarut contoh. Aseton cocok untuk digunakan.

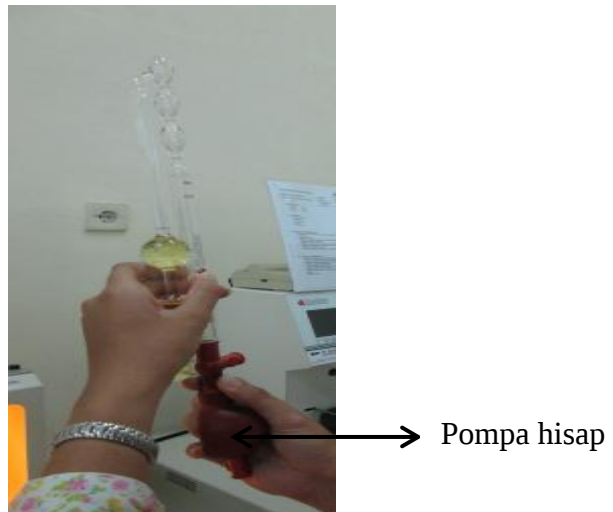
c. Prosedur Umum Untuk Viskositas Kinematik

- 1) Mengatur dan menjaga penangas viskometer pada temperatur uji yang diperlukan dalam batas yang diberikan yaitu 15° - 100°C .
- 2) Memilih sebuah viskometer yang bersih dan kering yang telah dikalibrasi, yaitu suatu kapiler lebar untuk cairan yang kental dan suatu kapiler yang lebih sempit untuk cairan yang lebih encer.

d. Prosedur Untuk Cairan Transparan

Adapun prosedur yang dilakukan untuk pengujian viskositas pada cairan transparan, dapat melakukan langkah-langkah berikut:

- 1) Mengisi viskometer yang sesuai dengan yang digunakan ketika viskometer dikalibrasi. Bila contoh atau cairan mengandung serat atau partikel-partikel padat, disaring terlebih dahulu dengan saringan 200 mesh sewaktu atau selama pengisian.
- 2) Terhadap contoh tertentu yang seperti gel, dapat dilakukan dengan hati-hati dengan melakukan pengukuran waktu alir yang dilakukan pada temperatur cukup tinggi supaya material tersebut dapat mengalir, sehingga diperoleh hasil viskositas kinematik yang sama dalam viskositas dengan diameter kapiler yang berbeda.
- 3) Memasukkan cairan ke dalam viskometer kapiler dan biarkan viskometer yang berisi cairan tetap berada dalam penangas cukup lama untuk mencapai temperatur uji. Waktu selama 30 menit digunakan agar temperatur pada penangas sama dengan temperatur pada kapiler yang berisi cairan uji.
- 4) Menggunakan pompa isap seperti Gambar 6, untuk mengatur batas atas cairan uji ke suatu posisi dalam tangkai kapiler viskometer sekitar 7 mm di atas tanda gelang penetapan waktu pertama. Dengan pengaliran cairan yang bebas, ukur dalam detik sampai ketelitian 0.1 detik, waktu yang diperoleh meniskus untuk bergerak dari tanda gelang penetapan waktu pertama ke tanda gelang penetapan waktu kedua.



Gambar 6. Pengisian gelas kapiler menggunakan pompa isap

- 5) Mengulangi prosedur yang diuraikan pada langkah (4) untuk melakukan pengukuran waktu alir yang kedua, lalu mencatat kedua pengukuran yang telah dilakukan.
 - 6) Mencatat hasil perhitungan setelah dilakukan pengolahan data.
- e. Pembersihan Viskometer

Viskometer dibersihkan ketika contoh yang diuji telah dilakukan, dengan cara sebagai berikut:

- 1) Membersihkan viskometer dengan beberapa kali pencucian menggunakan pelarut contoh. Kemudian diikuti dengan pengeringan pelarut. Kemudian mengeringkan tabung dengan meniupkan udara kering dengan pelan-pelan ke dalam viskometer tersebut selama 2 menit atau sampai sisa pelarut hilang.
- 2) Membersihkan viskometer secara berkala dengan larutan pencuci dan mengeringkannya dengan udara kering atau dengan vakum.

f. Perhitungan

Menghitung viskositas kinematik (ν) dari waktu alir yang diukur (t) dan konstanta viskometer (C) dengan menggunakan Persamaan (4):

$$\nu = C \times t \quad (4)$$

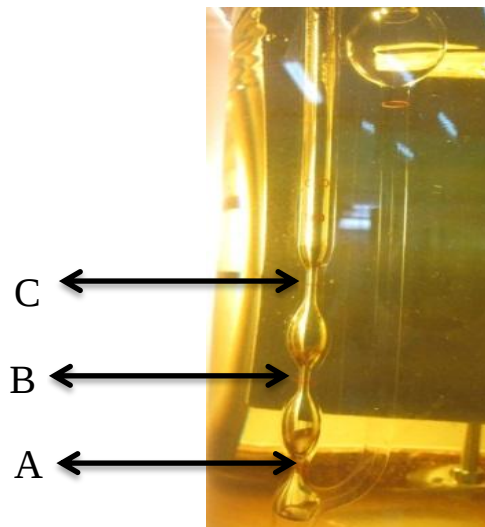
dengan satuan dari ν adalah viskositas kinematik (mm^2/detik), C adalah konstanta dari viskometer yang dikalibrasi ($\text{mm}^2/\text{detik}/\text{detik}$), dan t adalah waktu (detik). Untuk menentukan rata-rata nilai dari viskositas seperti Persamaan (7), terlebih dahulu menetapkan waktu pertama dan kedua dengan menggunakan Persamaan (5) dan Persamaan (6):

$$\nu_{\text{simplo}} = C_1 \times t_1 \quad (5)$$

$$\nu_{\text{duplo}} = C_2 \times t_2 \quad (6)$$

untuk C_1 merupakan penggunaan konstanta *lower (factor tube)* dan C_2 adalah konstanta *upper (factor tube)* yang nilainya sesuai dengan penggunaan gelas kapiler saat pengujian dilakukan dan t_1 adalah waktu alir pada kapiler dari titik A-B dan t_2 adalah waktu alir dari titik B-C yang ditandai dengan adanya gelang merah pada gelas kapiler, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7.

$$\nu = \frac{\nu_{\text{simplo}} + \nu_{\text{duplo}}}{2} \quad (7)$$



Gambar 7. Gelas Kapiler

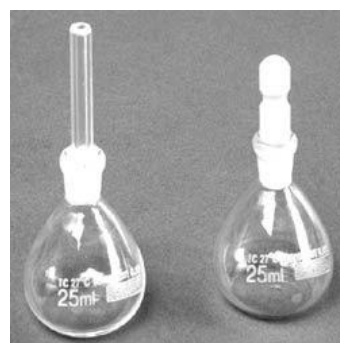
Setelah perhitungan dilakukan sesuai dengan persamaan yang digunakan dalam menyajikan laporan hasil uji viskositas kinematik dapat dinyatakan dalam empat angka nyata beserta dengan temperatur uji (ASTM D-445)

2. Píknometer

Pengujian densitas biodiesel dapat digunakan alat aerometer dan piknometer dengan kapasitas volume 25 mL, seperti dilihat pada Gambar 8.



(a)

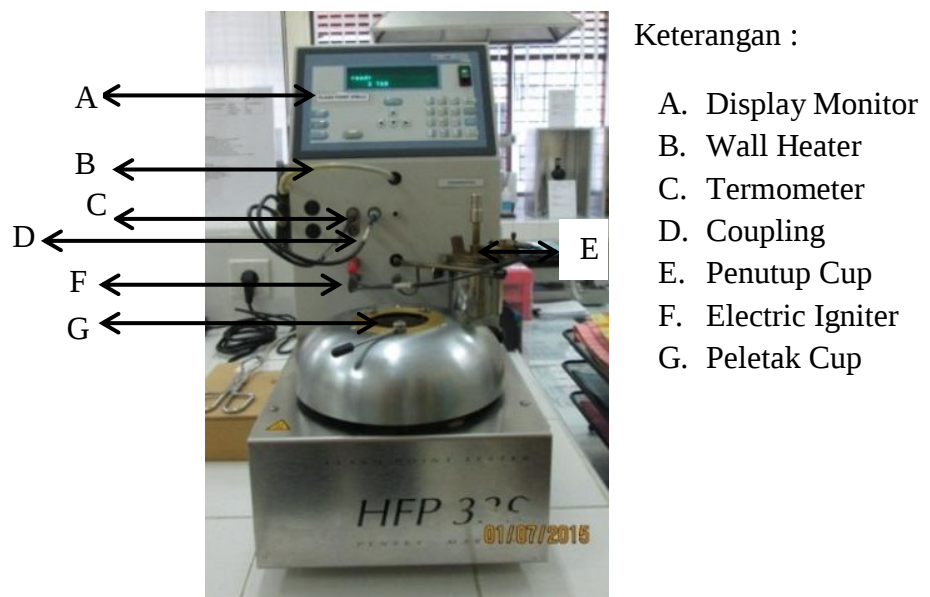


(b)

Gambar 8. Alat pengujian densitas yaitu (a) Aerometer, (b) Píknometer

3. *Flash Point Tester*

Pengujian titik nyala mencakup penentuan titik nyala cairan, dimana campuran sampel dan udara berada pada suhu kesetimbangan. Alat yang digunakan dalam pengujian titik nyala adalah *Flash Point Tester* HFP 339 memenuhi standar ASTM D-93. Alat ini diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. *Flash Point Tester* HFP 339

Pengujian menggunakan alat *Flash Point Tester* HFP 339 terbatas, karena kemampuan pengujian titik nyala berkisar pada suhu 0°C - 110°C.

Alat uji titik nyala terdiri dari beberapa bagian:

a. *Cup*

Cup yang terbuat dari kuningan, digunakan sebagai wadah/cawan untuk tempat meletakkan sampel yang akan dilakukan pengujian titik nyala dan diletakkan pada holder. *Cup* dapat diperlihatkan pada Gambar 10.

Gambar 10. *Cup*

b. Penutup cup

Penutup cup yang terbuat dari kuningan, digunakan sebagai penutup cawan saat pengujian dilakukan. Penutup cup dilengkapi dengan 3 buah lubang yang fungsinya berbeda-beda, yang dapat dilihat pada Gambar 11. Fungsi 3 lubang tersebut, yaitu:

Gambar 11. Penutup *Cup*

1) Termometer

Termometer merupakan salah satu alat yang diletakkan pada lubang penutup *cup* yang akan bersentuhan langsung dengan sampel. Termometer yang menyerupai kabel yang berbahan dasar *steinless* merupakan sebuah pengukur temperatur elektronik seperti termokopel, yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Termometer

2) *Coupling*

Coupling digunakan untuk mengaduk sampel dalam *cup* yang bergerak otomatis tiap kenaikan suhu 1°C , yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. *Coupling*

3) *Wall heater*

Wall heater digunakan sebagai pemanas dinding *cup* yang bersentuhan langsung dengan sampel, seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. *Wall heater*

c. *Display Monitor*

Monitor ini akan menampilkan keterangan dan hasil dari pengujian titik nyala yang dilakukan. Monitor pada alat *Flash Point Tester* HFP 339 dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. *Display Monitor*

d. *Electric Igniter*

Electric Igniter digunakan sebagai pemacu bunga api dengan filament terbuka, yang dapat ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. *Electric Igniter*

e. *Flash Sensor*

Flash Sensor merupakan sensor nyala untuk sampel yang terletak di atas *special cup* yang mengandung air.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kecepatan putar pengadukan yang optimum dalam proses transesterifikasi agar dapat menghasilkan biodiesel berkualitas baik adalah menggunakan kecepatan putar 1100 rpm.
2. Waktu pengadukan optimum dalam proses transesterifikasi pembuatan biodiesel yang dapat menghasilkan kualitas baik adalah selama 5 menit.

B. Saran

Pada penelitian selanjutnya, penulis menyarankan agar jarak dan suhu lingkungan pembuatan biodiesel yang digunakan dalam melakukan pengadukan harus konstan. Kemudian, ketinggian antara pengaduk dan dasar wadah dalam minyak harus diatur sedemikian rupa (konstan). Berdasarkan pengamatan penulis, jika jarak antara pengadukan dan dasar wadah terlalu dekat, maka gliserin yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan biodiesel setelah proses pengendapan dilakukan. Hal ini disebabkan karena gliserin yang terdapat di dasar wadah ikut tercampur kembali saat proses pengadukan berlangsung. Kemudian perlu dilakukannya pengujian yang lebih rinci mengenai kualitas fisika biodiesel dari minyak kelapa seperti pengujian nilai

kalor yang dihasilkan biodiesel, kadar kepekatan asap yang dihasilkan dan kadar air pada biodiesel yang nantinya dapat mengoptimalkan keadaan proses dan dapat meningkatkan kualitas dan hasil biodiesel yang lebih baik.