

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melihat kondisi saat ini, manusia masih sangat membutuhkan bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama dalam membantu proses kehidupan sehari-hari. Ketergantungan tersebut menyebabkan cadangan sumber energi yang berasal dari perut bumi semakin lama semakin berkurang dan harganya terus menanjak. Selain itu bahan bakar minyak merupakan sumber energi yang tak dapat diperbaharui, dengan kata lain sumber energi itu sewaktu-waktu bisa habis. Hal ini membuat kita sadar bahwa ketergantungan terhadap bahan bakar fosil harus segera dikurangi. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan adanya bahan bakar alternatif yang murah dan mudah didapatkan serta bersifat terbarukan (*renewable*).

Selain masalah ketersediaan, bahan bakar fosil juga memberikan dampak yang cukup besar dalam percepatan pemanasan global, dan menghasilkan emisi gas buang yang cukup berbahaya bagi bumi beserta isinya. Dengan munculnya masalah – masalah tersebut, sudah seharusnya kita perlu bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Untuk menemukan bahan bakar alternatif yang bisa mengatasi permasalahan di atas, kita juga harus mempertimbangkan masalah ketersediaan bahan baku. Diusahakan bahan baku berasal dari tanaman non-pangan di Indonesia, minyak biji karet merupakan bahan baku potensial untuk pembuatan biodiesel karena sifatnya *non-edible oil*.

Saat ini cadangan minyak di Indonesia semakin menipis, hal itu nampak dari produksi minyak yang terus menurun. Pada awal tahun 2004 produksi minyak Indonesia mencapai 1,11 juta barel per hari kemudian pada akhir 2007 turun menjadi 970 ribu barel per hari. Sehingga produksi yang dihasilkan dari cadangan minyak yang ada sekarang diperkirakan akan terus turun hingga 50 persen dalam satu dekade mendatang, dari data *Indonesian Petroleum Association* (IPA). Hal ini disebabkan minyak bumi termasuk sumber energi yang tidak dapat

diperbaharui, jadi diperlukan energi alternatif sebagai penggantinya. Salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui adalah minyak nabati dimana minyak nabati dapat menggantikan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi jenis minyak solar. Minyak nabati dihasilkan dari minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak biji karet, minyak jarak, minyak kedelai dan lain – lain.

Dalam penelitian ini kami menggunakan minyak biji karet. Indonesia memiliki lahan perkebunan karet terluas di dunia yaitu sekitar 3 juta hektar dan diperkirakan mampu menghasilkan minyak biji karet sebesar 25 juta liter/th. Setelah berumur enam bulan buah akan masak dan pecah sehingga biji karet terlepas dari batoknya. Biji karet terdiri dari 40 – 50% kulit yang keras berwarna coklat, 50 – 60% kernel yang berwarna putih kekuningan. Kernel biji karet terdiri dari 40 – 50 % minyak, 2,71% abu, 3,71% air, 22,17% protein dan 24,21% karbohidrat. Ini menunjukkan bahwa biji karet berpotensi untuk dijadikan sumber minyak nabati (Ikwuagwu, 2000).

Penelitian yang lainnya juga masih dalam proses reaksi esterifikasi yang dilakukan oleh Yuliani (2009) yaitu pengaruh katalis asam H_2SO_4 dan suhu reaksi esterifikasi minyak biji karet menjadi biodiesel diperoleh jumlah katalis asam yang terbaik adalah 0,5% dan suhu reaksi $60^{\circ}C$.

Pembentukan biodiesel dilakukan dengan proses esterifikasi. Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi $120^{\circ}C$), reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air produk yang ikut reaksi, harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi-kombinasi yang tepat dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penyingkiran air, konversi sempurna asam-asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu satu sampai beberapa jam.

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.

Pembentukan biodiesel dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis minyak tumbuhan, alkohol, jenis dan persentase katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air dan kandungan asam lemak (Prihandana, 2006). Pada proses reaksi, peranan katalis sangat besar pengaruhnya. Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan variasi presentase KOH yang tepat agar dihasilkan biodiesel yang berkualitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Bagaimana pengaruh variasi persentase KOH dengan minyak biji karet (*Hevea Brasiliensis*) pada proses esterifikasi untuk menghasilkan biodiesel dengan memanfaatkan gelombang mikro?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjadikan penelitian ini lebih terarah maka penulis akan memberikan batasan-batasan masalah yang meliputi hal-hal berikut ini :

1. Bahan bakar yang digunakan adalah minyak biji karet.
2. Jenis proses yang digunakan adalah esterifikasi dengan gelombang mikro.
3. Volume minyak tiap sampel 400 ml.
4. Jenis gelombang mikro adalah *pulse*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi prosentase KOH dengan minyak biji karet (*Hevea Brasiliensis*) pada proses esterifikasi untuk menghasilkan biodiesel dengan memanfaatkan gelombang mikro.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi persentase katalis KOH pada proses esterifikasi minyak biji karet (*Hevea Brasiliensis*) dengan memanfaatkan gelombang mikro.
2. Sebagai literatur bagi mahasiswa untuk mengembangkan ilmu yang berkaitan pengaruh variasi persentase katalis KOH pada proses esterifikasi minyak biji karet (*Hevea Brasiliensis*) dengan memanfaatkan gelombang mikro.
3. Memberikan informasi bagi industri tentang pengaruh variasi persentase katalis KOH pada proses esterifikasi minyak biji karet (*Hevea Brasiliensis*) dengan memanfaatkan gelombang mikro.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pembuatan biodiesel dari minyak biji karet dengan proses transesterifikasi dalam kolom *Packed Bed*, telah diteliti oleh Hardjono (2010). Penelitian tersebut bertujuan mempelajari pengaruh suhu, kecepatan alir dalam reaktor dan kecepatan alir produk terhadap yield FAME pada proses transesterifikasi minyak biji karet menjadi biodiesel dalam kolom *packed bed*. Secara keseluruhan proses yang dilalui meliputi ekstraksi minyak biji karet, penghilangan getah (*degumming*), esterifikasi berkatalis asam dan transesterifikasi berkatalis basa. Proses transesterifikasi dilakukan dalam kolom *packed bed* berdiameter 2,093 cm. dan tinggi 75 cm. dengan isian raschig rings berdiameter 5 mm, tebal 1 mm dan tinggi 6 mm. Pada proses transesterifikasi, variabel yang dibuat tetap adalah rasio molar metanol terhadap minyak dan jumlah katalis NaOH terhadap minyak. Sedangkan variabel bebasnya adalah suhu, kecepatan alir dalam reaktor dan kecepatan alir produk transesterifikasi dan variabel responsnya adalah % FAME dalam produk. Untuk memperoleh % FAME, sampel produk dianalisa menggunakan GC dengan metode standar internal. Hasil dari percobaan dengan *yield* maksimal sebesar 85,40 % FAME diperoleh pada kondisi suhu 60 °C kecepatan alir dalam reaktor 14,73 cm³/s dan kecepatan alir produk 0,21 cm³/s.

Pada tahun 2006 telah dilakukan penelitian oleh Fitri Yuliani dkk, tentang Pengaruh Katalis Asam (H₂SO₄) dan Suhu Reaksi pada Reaksi Esterifikasi Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Menjadi Biodiesel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi esterifikasi prosentase penurunan asam lemak semakin besar. Berat katalis H₂SO₄ sebesar 0,5% berat memberikan prosentasi penurunan paling cepat (berturut-turut mencapai 1,57% dan 1,33% FFA dalam 120 menit reaksi pada 55° C dan 60°C). Sedangkan untuk berat katalis H₂SO₄ 0,25%, 1% dan 2% prosentase penurunan asam lemak cenderung berjalan lambat (pada waktu reaksi yang sama dan suhu reaksi 55°C berturut-turut mencapai 3,91%; 3,16%; dan 2,62% FFA (*Free Fatty Acid*) untuk

0,25%, 1% dan 2% berat katalis). Kondisi operasi yang memberikan *yield crude* FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) terbesar adalah suhu reaksi esterifikasi 60°C dan 0,5% berat katalis H₂SO₄.

2.2 Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*)

Ada banyak sekali manfaat yang dapat diambil dengan memanfaatkan biji karet yang tidak pernah diolah dan dikembangkan secara khusus. Secara umum, yang diketahui oleh masyarakat hanyalah pengambilan getah dari batang karet atau yang sering disebut dengan menyadap. Bahkan, hal – hal yang perlu diketahui dalam proses penyadapan kurang diketahui oleh masyarakat, sehingga kualitas karet yang dihasilkan kurang bagus. Jika kita melihat komposisi biji karet yang begitu banyak mengandung minyak, seharusnya ada suatu pemanfaatan lebih dalam pengolahan biji karet tersebut. Dengan luasnya lahan perkebunan karet di Provinsi Jambi, maka tentu dapat menjadi kemudahan tersendiri dalam mengatasi krisis energi yang semakin menghantui. Apalagi dengan adanya bayang – bayangan bahwa energi yang berasal dari fosil sudah tidak dapat diandalkan lagi. Adapun beberapa energi alternatif yang dihasilkan dari bahan dasar biji karet adalah sebagai berikut:

1. Briket

Briket merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang memiliki prospek bagus untuk dikembangkan. Bahan-bahan yang bersumber dari limbah bisa untuk dimanfaatkan dalam pembuatan briket arang. Salah satu dari bahan tersebut adalah limbah perkebunan yaitu cangkang biji karet. Hal ini dikarenakan cangkang biji karet mempunyai lapisan sekeras lapisan tempurung kelapa. Proses pembuatan briket dari arang cangkang biji karet adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan bahan awal untuk pembuatan biobriket cangkang biji karet yang telah digiling dengan *hammer mill*.
- b. Melakukan penyaringan arang cangkang biji karet.
- c. Menambahkan larutan perekat 35% pada komposisi dan diaduk hingga merata.

- d. Mencetak biobriket dengan alat pencetak atau pralon.
- e. Pengeringan biobriket dilakukan dengan *cabinet dryer* pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 48 jam.
- f. Disamping keunggulan keunggulan biobriket yang telah disebutkan sebelumnya, perlu juga dipertimbangkan kemungkinan teradinya polusi udara, terutama polusi berbentuk asap, antara lain dapat menimbulkan gejala sesak nafas (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) dan pada kasus kasus tertentu lambat laun dapat menimbulkan efek karsinogenik, terutama di paru paru manusia . Oleh sebab itu, kondisi tersebut harus diimbangi dengan upaya inovasi bahan bakar bioenergi yang mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan biobriket. Kualitas tersebut pada dasarnya dapat diukur dari parameter nilai kalori pembakaran dan emisi gas pencemar.

2. Biokerosin

Dalam upaya mengatasi krisis energi terutama minyak tanah, pemerintah menerapkan kebijakan konversi minyak tanah ke gas. Namun, konversi ini memerlukan proses dan sosialisasi yang panjang, selain itu membutuhkan dana besar serta pengelolaan yang profesional. Untuk menyiasati kelangkaan minyak tersebut masyarakat pedesaan lebih memilih menggunakan kayu bakar. Jika hal ini terus berlanjut maka dapat menimbulkan kerusakan lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi konsumsi minyak tanah adalah substitusi dengan biokerosin. Biokerosin adalah minyak tanah yang bersumber dari bahan-bahan hayati yang sifatnya terbarukan . Biokerosin diperoleh dari berbagai biji-bijian termasuk biji karet. Kemungkinan biji karet berpotensi menjadi biokerosin dapat dipertimbangkan sebagai substitusi minyak tanah. Hal ini juga dapat meningkatkan nilai tambah perkebunan karet bagi pendapatan masyarakat dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan masukan dalam mengembangkan pengelolaan bioenergi di tingkat pedesaan, serta mendorong kegiatan ekonomi produktif yang memanfaatkan bahan bioenergi dari biji karet dan produk sampingnya.

3. Biopelet

Inovasi biopelet yang akan dikembangkan adalah biopelet yang berbahan baku biji karet yang akan diaplikasikan untuk kegiatan rumah tangga seperti memasak. Hal tersebut didasarkan pada kelimpahan tanaman karet di Provinsi Jambi dengan nilai kalorinya yang relatif tinggi. Pelet diproduksi dengan menghancurkan biji karet dengan menggunakan hammer mill, sehingga diperoleh massa partikel bioenergi yang berukuran seragam. Massa partikel tersebut kemudian diumpankan ke dalam mesin pengepres dengan diameter 6-8 mm dan panjang 10-12 mm. tekanan yang sangat tinggi menyebabkan suhu biji karet meningkat, sehingga senyawa lignin pada biji karet berubah sifat plastisitasnya membentuk perekat alami yang menghasilkan pelet pelet yang padat dan kompak pada saat dingin. Aplikasi biopelet yang dibuat difokuskan untuk bahan bakar rumah tangga. Pada proses pembakaran biopelet biji karet, cara penggunaan kompor ini tergolong sangat sederhana, sehingga dapat digunakan dengan mudah oleh semua lapisan masyarakat, khususnya di Provinsi Jambi.

4. Biodiesel

Biji karet memiliki kandungan minyak 40-50%-berat yang berpotensi sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel. Pemanfaatan bahan baku minyak *non-edible* berharga murah akan meminimalkan biaya produksi biodiesel sehingga diharapkan dapat dihasilkan biodiesel dengan yang harga bersaing terhadap petrodiesel. Beberapa alasan yang mendukung penggunaan biodiesel dari biji karet di Provinsi Jambi apabila ditinjau dari segi tanaman karetnya, tanaman bn karet tersebut tersedia melimpah di Provinsi Jambi dan kalau ditinjau dari segi biodieselnnya, biodiesel mempunyai sifat-sifat fisik yang hampir sama dengan minyak solar, mempunyai angka setana lebih baik dari minyak solar. Adapun secara teknologi, mulai dari penanaman, penyiapan bahan baku sampai produksi menjadi biodiesel tidak menuntut teknologi yang tinggi dan mahal, prosesnya tidak membahayakan, pabriknya dapat diadakan

dalam dua skala kecil, sehingga modalnya tidak terlalu besar dan keuntungannya dapat mengangkat perekonomian setempat.

Karet bukan tanaman asing bagi masyarakat Indonesia. Demam penanaman karet di Indonesia dimulai pada abad ke-19. Ketika itu para pedagang pesisir Sumatera dan Kalimantan yang singgah di Malaka tertarik dengan pembukaan perkebunan karet disana. Mereka kemudian membawa pulang biji-biji karet untuk ditanam di kampungnya. Pada masa itu, penduduk umumnya membudidayakan karet sambil menanam padi. Jika tanah yang olah kurang subur, mereka pindah mencari lahan baru. Namun, mereka tetap memantau pertumbuhan karet yang telah ditanam secara berkala hingga dapat dipanen. Karena itu, sebagian besar perkebunan karet di Indonesia merupakan milik rakyat. Tradisi menanam karet ini berlangsung hingga sekarang. Daerah yang merupakan pusat perkebunan karet nasional adalah Sumatera Selatan, Jambi, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Selatan. Seperti komoditas lain, tinggi rendahnya harga karet menjadi insentif petani untuk memelihara tanaman karetnya. Sayangnya harga karet bersifat fluktuatif. Ini semua membuat posisi karet alam kian sulit dan menjadi warning “kematian” masa depan karet alam. Adakah jalan keluar? petani karet miskin karena selama ini hasilnya hanya berorientasi pada getah. Padahal, bagian-bagian pohon karet bisa dimanfaatkan menjadi produk bernilai ekonomi. Kayunya misalnya, bisa dimanfaatkan untuk berbagai bahan perabotan atau meubeler.

Potensi ekonomi lainnya adalah biji karet. Selama ini biji karet hanya dibuang begitu saja seperti biji kapuk randu seolah-olah tidak ada nilainya. Padahal, biji karet amat potensial menjadi bahan baku biodiesel. Biji karet mengandung minyak lemak 40-50% bahan kering. Cuma, karena minyak biji karet memiliki angka iodium amat tinggi (132-141), akan menghasilkan biodiesel berangka setan tidak memenuhi syarat (<51). Namun, bukan berarti minyak lemak dari biji karet tidak bisa dimanfaatkan. Minyak lemak dari biji karet bisa menjadi bahan pencampur (*blending*) yang baik untuk menaikkan iodium minyak lemak yang memiliki iodium yang rendah. Biodisel yang dibuat dari minyak sawit, minyak inti sawit, dan minyak kelapa misalnya, sekalipun

berangka setan memuaskan dan bertitik kabut memenuhi syarat SNI (maksimum 18 derajat celcius) masih membutuhkan penyesuaian jika hendak dipakai atau di ekspor ke wilayah atau negara dingin atau negara yang memiliki empat musim.

Penyesuaian ini bisa berupa, pertama pembubuhan aditif penurun titik kabut. Atau kedua, pencampuran biodiesel berangka iodium 70-100 atau mungkin lebih baik lagi dilakukan pencampuran (*blending*) minyak-minyak bahan mentah lain sebelum dikonversi ke biodiesel. Bersama minyak kemiri (*Aleurites moluccana*, angka iodium=136-167) dan minyak biji tembakau (*Nicotiana Tabacum*, angka iodium=129-142), minyak lemak biji karet (*Havea brasiliensis*, angka iodium=132-141) merupakan kandidat yang baik untuk menjadi pencampur biodiesel sawit. Dengan cara ini terbuka peluang bagi para petani karet untuk meraih pendapatan tambahan.

Ada lima kebijakan dalam mendukung pengembangan karet. Pertama, peningkatan produktivitas dan mutu melalui peremajaan karet partisipatif dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan. Kedua, pengembangan industri hilir dan peningkatan nilai tambah. Ketiga, fasilitasi dukungan penyedia dana, seperti subsidi bunga. Keempat, pemberdayaan petani dan petugas. Kelima, pemantapan kelembagaan yang berkaitan dengan pengembangan tanaman karet, termasuk lembaga penelitian, penyuluhan, dan pembinaan petani. Program ini menargetkan ada pembukaan 50.000 hektar kebun karet baru tiap tahun hingga 2010. Sedangkan untuk peremajaan, ditargetkan seluas 250.000 hektar kebun rakyat bisa kembali selama lima tahun.

Tabel 2.1 Komposisi asam lemak minyak biji karet

| Asam lemak | Gugus alkil | Komposisi (% berat) |
|----------------|-------------|---------------------|
| Asam palmitat | 16 : 0 | 7 – 8 |
| Asam stearat | 18 : 0 | 9 - 10 |
| Asam oleat | 18 : 1 | 28 – 30 |
| Asam linoleat | 18 : 2 | 33 - 35 |
| Asam linolenat | 18 : 3 | 20 - 21 |
| Asam arakhidat | 20 : 0 | 0,5 |

Sumber : Mittelbach dan Remschmidt 2006

Tabel 2.2 Sifat fisika-kimia minyak biji karet

| Sifat fisika-kimia | Nilai |
|--|-------|
| Densitas pada 15 °C (g/cm ³) | 0,918 |
| Viskositas pada 30 °C (cm ² /s) | 37,85 |
| Kadar abu sulfat [% (mm/mm)] | 0,02 |
| Bilangan asam (mg KOH/g) | 1 |
| Bilangan iod (g Iod/100 g) | 142,6 |
| Flash point (°C) | 290 |
| Cloud point (°C) | -1,0 |

Sumber : Ikwuagwu et al. 2000

2.3 Microwave

Gelombang mikro merupakan cara alternative untuk pemberian input energi ke dalam proses reaksi kimia. Melalui pemanasan dielektrik, campuran reaksi secara homogen dipanaskan tanpa kontak dengan dinding. Waktu reaksi secara signifikan tereduksi dibanding dengan system pemanasan konvensional. Kekurangan dari gelombang mikro adalah kenyataan bahwa proses reaksi kimia dalam medan gelombang mikro tergantung pada peralatan dan bahan kimia yang bisa digunakan dibandingkan dengan cara pemanasan konvensional.

2.3.1 Bagian-bagian *microwave*

1. *Magnetron*

Magnetron merupakan bagian inti dari *microwave*. Komponen ini akan mengubah energi listrik menjadi radiasi gelombang mikro. Pada bagian dalam *magnetron*, elektron dipancarkan dari sebuah terminal central yang disebut katode. Kutub positif yang disebut anode mengelilingi katode menarik elektron-elektron. Selama perjalanan pada garis lurus, magnet permanen memaksa elektron untuk bergerak dalam jalur melingkar. Seiring elektron-elektron melewati resonansi di dalam ruangan oven, elektron-elektron tersebut menghasilkan gelombang medan magnet yang terus-menerus.

2. *Waveguide*

Waveguide adalah sebuah komponen yang didesain untuk mengarahkan gelombang. Untuk tiap jenis gelombang *waveguide* yang digunakan tidak sama. *Waveguide* untuk gelombang mikro dapat dibangun dari bahan konduktor.

3. *Microwave Stirrer*

Komponen yang menyerupai baling-baling ini digunakan untuk menyebarkan gelombang mikro di dalam *microwave*. Biasanya dikombinasikan dengan sebuah komponen seperti piringan yang dapat diputar pada bagian bawah. Kombinasi ini memungkinkan kecepatan tingkat kematangan yang cukup merata pada saat melaksanakan proses memasak.

2.3.2 Cara Kerja *Microwave*

1. Arus listrik bolak-balik dengan beda potensial rendah dan arus searah dengan beda potensial tinggi diubah dalam bentuk arus searah.
2. *Magnetron* menggunakan arus ini untuk menghasilkan gelombang mikro dengan frekuensi 2,45 GHz.
3. Gelombang mikro diarahkan oleh sebuah antenna pada bagian atas *magnetron* ke dalam sebuah *waveguide*.

4. *Waveguide* meneruskan gelombang mikro ke sebuah alat yang menyerupai kipas, disebut dengan *stirrer*. *Stirrer* menyebarkan gelombang mikro di dalam ruang oven.
5. Gelombang mikro ini kemudian dipantulkan oleh dinding dalam oven dan diserap oleh molekul –molekul reaktan.
6. Karena setiap gelombang mempunyai sebuah komponen positif dan negatif, molekul-molekul reaktan didesak kedepan dan kebelakang selama 2 kali kecepatan frekuensi gelombang mikro, yaitu 4,9 juta kali dalam setiap detik.

Gelombang mikro merupakan hasil radiasi yang dapat ditransmisikan, dipantulkan atau diserap tergantung dari bahan yang berinteraksi dengannya. *Microwave* memanfaatkan 3 sifat dari gelombang mikro tersebut dalam proses esterifikasi. Gelombang mikro dihasilkan oleh *magnetron*, gelombang tersebut ditransmisikan ke dalam *waveguide*, lalu gelombang tersebut dipantulkan ke dalam *fan stirrer* dan dinding dari ruangan didalam oven, dan kemudian gelombang tersebut diserap oleh minyak.

Microwave dapat membuat reaktan berputar, putaran molekul reaktan akan mendorong terjadinya tabrakan antar molekul. Tabrakan antar molekul inilah yang akan membuat molekul-molekul tersebut memanaskan. Selain itu harus dingat juga bahwa molekul reaktan akan menjadi panas karena ada kontak langsung antara molekul tersebut dengan molekul reaktan yang memanaskan. Melalui perpindahan energi, panas disebabkan oleh pergerakan molekul-molekul.

Perpindahan energi ini dapat terjadi dengan 3 cara berbeda, yaitu:

- **Konduksi**
Terjadi karena adanya kontak langsung dengan sumber panas, contohnya, papan pengorengan yang menjadi panas setelah bersentuhan dengan sumber api pada kompor.
- **Konveksi**
Konveksi terjadi ketika uap panas naik atau uap berputar di dalam ruangan tertutup seperti oven. Panas uap ini akan memanaskan bagian luar minyak dan diteruskan hingga sampai ke bagian dalam minyak tersebut secara merata.

- Radiasi

Terjadi karena adanya gelombang elektromagnetik yang membuat molekul-molekul reaktan bergerak.

Banyak reaksi kimia organik dan proses hanya dapat berlangsung apabila ditambahkan energi. Seringkali, digunakan energi termal. Naskah ini menjelaskan penggunaan gelombang mikro sebagai sumber energi alternatif.

Efisiensi tersebut menunjukkan bahwa seberapa besar energi listrik bisa dikonversi kepada energi termal yang terpakai. Konversi energi berkali-kali dan perpindahan melalui lapisan pembatas (*boundary layer*) menurunkan efisiensi dan meningkatkan konsumsi energi. Setelah temperatur reaksi tercapai, kesetimbangan antara energi yang diberikan dan energi yang hilang terjadi yang dipengaruhi oleh entalpi reaksi. Umumnya, reaksi kesetimbangan kimia akan tercapai dengan memberikan reflux, yaitu bagian dari 2 energi termal yang diberikan secara terus menerus dipindahkan ke air pendingin dengan kondensasi dari bahan kimia yang mendidih pada kondensor reflux. Kesetaraan energi untuk sisten semacam itu harus menyertakan energi pendinginan yang diperlukan. Kemungkinan-kemungkinan masukan energi alternatif. Daftar berikut ini merupakan beberapa kemungkinan penggunaan gelombang mikro:

- Reaksi kimia dengan X-ray dan radiasi gamma
- Kimiaplasmata (*plasmachemistry*)
- Fotokimia
- Kimia dengan bantuan gelombang mikro
- Kimia mekanik (*mechanochemistry*)
- Kimia gelombang suara (*sonochemistry*)

Interaksi radiasi elektromagnetik dengan materi digolongkan oleh 3 proses yang berbeda, yaitu: absorpsi, transmisi, dan refleksi. Zat dengan sifat dielektrik yang tinggi menunjukkan penyerapan gelombang mikro yang kuat dan dengan demikian pemanasan yang kuat dari material. Karena interaksi juga terjadi dengan permukaan diluarnya, energi yang diberikan sangat cepat hilang dari sistem gelombang mikro. Zat non polar menunjukkan sedikit berinteraksi dengan gelombang mikro yang masuk atau mengenainya dan dengan demikian sangat

cocok digunakan sebagai reaktor. Material ini diantaranya: quartz, aluminium oksida murni (corundum) beberapa kaca khusus, dan sebagian plastik.

Selama beberapa tahun, teknik gelombang mikro, khususnya untuk penggunaan dalam kimia, telah dikembangkan dan ditingkatkan untuk melakukan reaksi dengan bantuan gelombang mikro. Berikut adalah petunjuk percobaan untuk reaksi dan proses dalam *microwave*. Mempelajari literatur pada percobaan oleh yang dibantu oleh gelombang mikro, dapat dicatat bahwa hanya sejumlah kecil kasus-kasus kondisi reaksi yang digambarkan begitu detail sehingga dapat dihasilkan kembali tanpa permasalahan. Sebagian besar, fakta-fakta penting hilang sebagaimana juga ukuran *batch*, suhu maksimal dan input tenaga.

Data yang sama dibutuhkan untuk semua proses-proses yang lain, umpamanya campuran-campuran reaksi. Jika menggunakan sumber energi konvensional sebagian besar sudah distandarisasi, reaksi-reaksi atau pemisahan yang dibantu *microwave* sangat tergantung pada kondisi percobaan dan zat yang digunakan. Hal ini dapat diperhitungkan untuk penggambaran secara tepat untuk kondisi-kondisi eksperimental.

2.4 Biodiesel

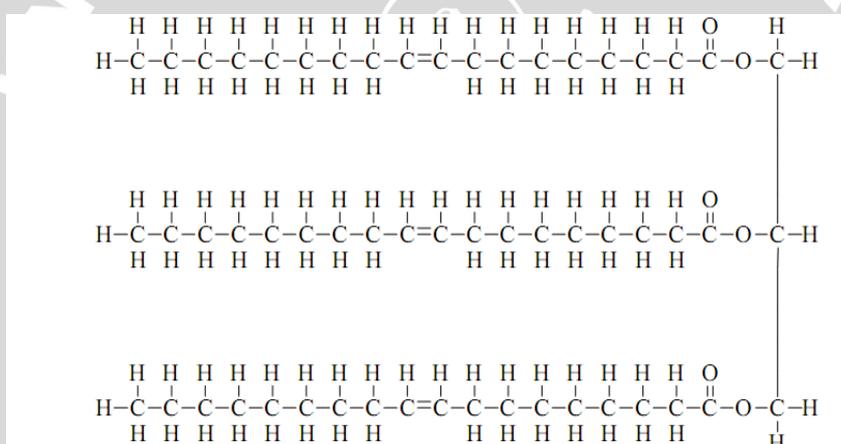
Biodiesel merupakan salah satu jenis biofuel (bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan) di samping Bio-etanol. Biodiesel adalah senyawa alkil ester yang diproduksi melalui proses alkoholisis (transesterifikasi) antara trigliserida dengan metanol atau etanol dengan bantuan katalis basa menjadi alkil ester dan gliserol; atau esterifikasi asam-asam lemak (bebas) dengan metanol atau etanol dengan bantuan katalis basa menjadi senyawa alkil ester dan air.

Biodiesel mentah (kasar) yang dihasilkan proses transesterifikasi minyak (atau esterifikasi asam-asam lemak) biasanya masih mengandung sisa-sisa katalis, metanol, dan gliserol (atau air). Untuk memurnikannya, biodiesel mentah (kasar) tersebut bisa dicuci dengan air, sehingga pengotor-pengotor tersebut larut ke dalam dan terbawa oleh fase air pencuci yang selanjutnya dipisahkan. Porsi pertama, menggunakan air yang dipakai mencuci disarankan

mengandung sedikit asam/basa untuk menetralkan sisa-sisa katalis. Biodiesel yang sudah dicuci kemudian dikeringkan pada kondisi vakum untuk menghasilkan produk yang jernih dan bertitik nyala 100°C . Melalui kombinasi-kombinasi yang jitu dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penghilangan air, dan juga dengan pelaksanaan reaksi secara bertahap, konversi sempurna asam-asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu 1 sampai beberapa jam. Biodiesel mempunyai rantai karbon antara 12 sampai 20 serta mengandung oksigen. Adanya oksigen pada biodiesel membedakannya dengan petroleum diesel (solar) yang komponen utamanya hanya terdiri dari hidrokarbon. Jadi komposisi biodiesel dan petroleum diesel sangat berbeda. Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, sedangkan petroleum diesel adalah hidrokarbon. Namun, biodiesel mempunyai sifat kimia dan fisika yang serupa dengan petroleum diesel (solar) sehingga dapat digunakan langsung untuk mesin diesel atau dicampur dengan petroleum diesel. Pencampuran 20 % biodiesel ke dalam petroleum diesel menghasilkan produk bahan bakar tanpa mengubah sifat fisik secara nyata. Produk ini di Amerika dikenal sebagai Diesel B-20 yang banyak digunakan untuk bahan bakar bus. Energi yang dihasilkan oleh biodiesel relatif tidak berbeda dengan petroleum diesel (128.000 BTU vs 130.000 BTU), sehingga tenaga yang dihasilkan juga sama. Walaupun kandungan kalori biodiesel serupa dengan petroleum diesel, tetapi karena biodiesel mengandung oksigen, maka *flash point*-nya lebih tinggi sehingga tidak mudah terbakar. Biodiesel juga tidak menghasilkan uap yang membahayakan pada suhu kamar, maka biodiesel lebih aman daripada petroleum diesel dalam penyimpanan dan penggunaannya. Di samping itu, biodiesel tidak mengandung sulfur dan senyawa bensen yang karsinogenik, sehingga biodiesel merupakan bahan bakar yang lebih bersih dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan petroleum diesel. Penggunaan biodiesel juga dapat mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon total, partikel, dan sulfur dioksida. Emisi *nitrous oxide* juga dapat dikurangi dengan penambahan konverter katalitik. Kelebihan lain dari segi lingkungan adalah tingkat toksisitasnya yang 10 kali lebih rendah dibandingkan dengan garam dapur dan

tingkat biodegradabilitinya sama dengan glukosa, sehingga sangat cocok digunakan pada kegiatan di perairan untuk bahan bakar kapal/motor. Biodiesel tidak menambah efek rumah kaca seperti halnya petroleum diesel karena karbon yang dihasilkan masuk dalam siklus karbon. Untuk penggunaan biodiesel pada dasarnya tidak perlu modifikasi pada mesin diesel, bahkan biodiesel mempunyai efek pembersihan terhadap tangki bahan bakar, injektor dan selang.

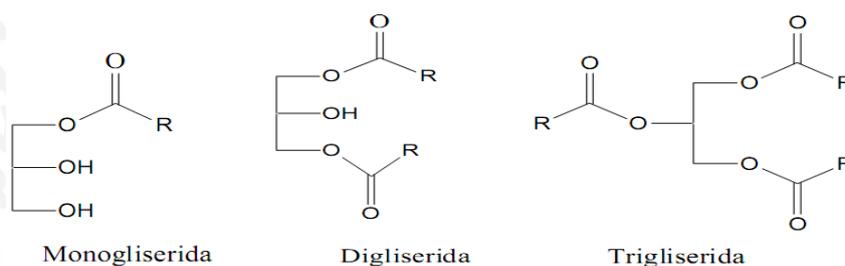
Asam lemak bebas adalah asam lemak yang terpisahkan dari trigliserida, digliserida, monogliserida, dan gliserin bebas. Hal ini dapat disebabkan oleh pemanasan dan terdapatnya air sehingga terjadi proses hidrolisis. Oksidasi juga dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas dalam minyak nabati. Struktur molekul asam lemak bebas dapat di lihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur molekul asam lemak bebas

Sumber : lib.uin-malang.ac.id/thesis/chapter_ii/07630009-novi-lilia.ps

Trigliserida adalah triester dari gliserol dengan asam-asam lemak, yaitu asam asam karboksilat beratom karbon 6 sampai dengan 30. Trigliserida banyak terkandung dalam minyak dan lemak. Trigliserida merupakan komponen terbesar penyusun minyak nabati. Selain trigliserida, terdapat juga monogliserida dan digliserida. Struktur molekul dari ketiga macam gliserid tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur molekul monogliserida, digliserida, dan trigliserida

Sumber: lib.uin-malang.ac.id/thesis/chapter_ii/07630009-novi-lilia.ps

Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi 120°C), reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air produk yang ikut reaksi, harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi-kombinasi yang tepat dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penyingkiran air, konversi sempurna asam-asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu satu sampai beberapa jam.

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 diumpungkan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu.

Tabel 2.3 Standar biodiesel SNI 04-7182-2006

| Parameter | Satuan | Nilai |
|-----------------------------|------------------------|-----------|
| Berat jenis pada 40 °C | g/cm ³ | 0,85-0,89 |
| Viskositas kinematik °C | cSt | 2,3 – 6,0 |
| Bilangan setana | - | ≥ 51 |
| Flash point | °C | ≥ 100 |
| Cloud point | °C | ≤ 18 |
| Residu karbon | | |
| - dalam contoh asli | % berat | ≤ 0,05 |
| - dalam 10% ampas distilasi | | ≤ 0,3 |
| Abu tersulfatkan | % berat | ≤ 0,02 |
| Kadar belerang | mg/kg | ≤ 100 |
| Kadar air dan sedimen | % volume | ≤ 0,05 |
| Bilangan asam | mgKOH/g | ≤ 0,80 |
| Bilangan iod | mgI ₂ /100g | ≤ 115 |
| Kandungan ester alkil | % berat | ≥ 96,5 |
| Gliserol total | % berat | ≤ 0,24 |
| Gliserol bebas | % berat | ≤ 0,02 |
| Kadar fosfor | mg/kg | ≤ 10,0 |

Sumber : SNI 04-7182-2006

Tabel 2.4 Standar biodiesel internasional ASTM D 6751 (2003)

| Parameter | Satuan | Nilai |
|-------------------------|------------------------|-----------|
| Berat jenis pada 15 °C | g/cm ³ | - |
| Viskositas kinematik °C | cSt | 1,9 – 6,0 |
| Bilangan setana | - | ≥ 47 |
| Flash point | °C | ≥ 130 |
| Cloud point | °C | - |
| Pour point | °C | - |
| Residu karbon | | ≤ 0,05 |
| Kadar abu sulfat | % berat | ≤ 0,02 |
| Kadar sulfur | mg/kg | ≤ 500 |
| Kadar air dan sedimen | % volume | ≤ 0,05 |
| Bilangan asam | mgKOH/g | ≤ 0,80 |
| Bilangan iod | mgI ₂ /100g | - |
| Kandungan ester | % berat | - |
| Gliserol total | % berat | ≤ 0,24 |
| Gliserol bebas | % berat | ≤ 0,02 |
| Kadar fosfor | mg/kg | ≤ 10,0 |

Sumber : Mittelbach & Remschmidt 2006

2.5 Angka Cetane

Angka *cetane* menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang diinjeksikan ke ruang bakar bisa terbakar secara spontan (setelah bercampur dengan udara). Angka *cetane* pada bahan bakar mesin diesel memiliki pengertian yang berkebalikan dengan angka oktan pada bahan bakar mesin bensin, karena angka oktan menunjukkan kemampuan campuran bensin-udara menunggu rambatan api dari busi (*spark ignition*). Semakin cepat suatu bahan bakar mesin

diesel terbakar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar, semakin baik (tinggi) angka *cetane* bahan bakar tersebut. Cara pengukuran angka *cetane* yang umum digunakan, seperti standard dari ASTM D613 atau ISO 5165, adalah menggunakan *hexadecane* ($C_{16}H_{34}$, yang memiliki nama lain *cetane*) sebagai patokan tertinggi (angka *cetane*, CN=100), dan 2,2,4,4,6,8,8 *heptamethylnonane* (HMN yang juga memiliki komposisi $C_{16}H_{34}$) sebagai patokan terendah (CN=15). Dari standard tersebut bisa dilihat bahwa hidrokarbon dengan rantai lurus (*straight chain*) lebih mudah terbakar dibandingkan dengan hidrokarbon yang memiliki banyak cabang (*branch*). Angka *cetane* berkorelasi dengan tingkat kemudahan penyalaan pada temperatur rendah (*cold start*) dan rendahnya kebisingan pada kondisi *idle*. Angka *cetane* yang tinggi juga diketahui berhubungan dengan rendahnya polutan NO_x .

Secara umum, biodiesel memiliki angka *cetane* yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Biodiesel pada umumnya memiliki rentang angka *cetane* dari 46 – 70, sedangkan (bahan bakar) diesel No. 2 memiliki angka *cetane* 47 – 55). Panjangnya rantai hidrokarbon yang terdapat pada ester (*fatty acid alkyl ester*, misalnya) menyebabkan tingginya angka *cetane* biodiesel dibandingkan dengan solar.

2.6 Metanol

Metanol merupakan cairan polar yang dapat bercampur dengan air, alkohol – alkohol lain, ester, keton, eter, dan sebagian besar pelarut organik. Metanol sedikit larut dalam lemak dan minyak. Secara fisika metanol mempunyai afinitas khusus terhadap karbon dioksida dan hidrogen sulfida. Titik didih metanol berada pada $64,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan panas pembentukan (cairan) $-239,03\text{ kJ/mol}$ pada suhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ Metanol mempunyai panas fusi 103 J/g dan panas pembakaran pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sebesar $22,662\text{ J/g}$. Tegangan permukaan metanol adalah $22,1\text{ dyne/cm}$ sedangkan panas jenis uapnya pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sebesar $1,370\text{ J/(gK)}$ dan panas jenis cairannya pada suhu yang sama adalah $2,533\text{ J/(gK)}$.

Methanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus. Ia adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Sebagai alkohol alifatik yang

paling sederhana, reaktifitas metanol ditentukan oleh group hidroksil fungsional. Metanol bereaksi melalui pemutusan ikatan C-O atau O-H yang dikarakterisasi dengan penggantian group $-H$ atau $-OH$. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Ia digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industri.

Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme anaerobik oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air. Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut:



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat.

Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan additif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri; Penambahan "racun" ini akan menghindarkan industri dari pajak yang dapat dikenakan karena etanol merupakan bahan utama untuk minuman keras (minuman beralkohol). Dengan dosis 30 mL saja yang dikonsumsi dapat menyebabkan kebutaan permanen karena kerusakan dari serat saraf mata. Pada dosis 100 mL methanol ini dapat menyebabkan kematian. Methanol sendiri sebenarnya bukanlah bahan beracun, namun dalam perjalanannya dia mengalami metabolisme (penguraian zat) menjadi formaldehyde selanjutnya diurai lagi menjadi asam format (*formic acid*) oleh enzim alcohol dehydrogenase. Asam format inilah yang mempunyai daya rusak yang kuat pada hati (*lever*) dan ginjal (*kidney*). Sebagian besar korban meninggal diakibatkan karena gagal hati dan gagal ginjal.

Metanol kadang juga disebut sebagai *wood alcohol* karena ia dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan

melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida; kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya Struktur molekul monogliserida, digliserida, dan trigliserida macam produk seperti plastik, plywood, cat, peledak, dan tekstil.

- Metanol banyak digunakan sebagai pelarut.
- Metanol adalah bahan baku pembuatan dimethyl ether, sebagai cairan aerosol.
- Dalam beberapa pabrik pengolahan air limbah, sejumlah kecil metanol digunakan ke air limbah sebagai bahan makanan karbon untuk denitrifikasi bakteri, yang mengubah nitrat menjadi nitrogen.
- Metanol kini sedang dikembangkan sebagai fuel cell untuk laptop.

2.7 Katalis Kalium Hidroksida

Pada esterifikasi digunakan katalis untuk mempercepat reaksi. Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis bekerja dengan cara merangsang elektron yang mengikat atom – atom dalam molekul sehingga ikatan atom akan putus atau elektron dirangsang oleh katalis supaya meninggalkan molekul tersebut menjadi pecah dan bermuatan. Katalis ada dua macam yaitu katalis heterogen dan homogen. Katalis heterogen menyediakan permukaan dimana proses reaksi berlangsung. Katalis homogen merupakan katalis berupa molekul yang mengkoordinir reaksi. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah karena katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi.

Dalam esterifikasi setelah katalis memecah rantai kimia, alkohol akan bereaksi dengan ester membentuk metil ester. Selanjutnya gliserol dan katalis yang tersisa dari reaksi esterifikasi akan mengalami pengendapan. Selain dengan

cara pengendapan sisa katalis harus disingkirkan dengan pencucian air panas. Bila penggunaan katalis terlalu banyak bisa menyebabkan terbentuknya emulsi namun bila terlalu sedikit reaksi esterifikasi tidak dapat maksimal. Dalam proses pembuatan biodiesel, KOH dapat lebih mudah digunakan dan waktu yang diperlukan 1,4 kali lebih cepat atau lebih cepat larut dibanding penggunaan NaOH. Kalium merupakan unsur kimia alkali kuat yang mudah larut dalam air, berwarna putih, tidak berbau dan dapat memberikan rasa panas. Reaktif dengan asam dan korosif pada seng dan aluminium (Susilo, 2006).

2.8 Sifat Fisik Biodiesel

Sifat fisik biodiesel yang perlu diketahui untuk menilai kelayakan pengganti bahan bakar solar antara lain, viskositas, titik nyala, nilai kalor, titik tuang, dan indeks setana.

2.8.1 Viskositas

Viskositas suatu fluida merupakan ukuran tahanan fluida terhadap aliran. Viskositas tergantung pada suhu dan berkurang dengan naiknya suhu. Tiap jenis minyak bakar memiliki hubungan suhu viskositas tersendiri. Pengukuran viskositas dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut viskometer.

Viskositas merupakan sifat yang sangat penting dalam penyimpanan dan penggunaan bahan bakar minyak. Viskositas dari minyak diesel mempengaruhi bentuk pengabutan. Minyak diesel dengan viskositas rendah akan menghasilkan pengabutan yang halus sedangkan minyak diesel dengan viskositas yang besar akan menghasilkan pengabutan yang kasar. Viskositas pada biodiesel memiliki nilai yang lebih tinggi dari minyak solar. Karakteristik ini sangat penting karena mempengaruhi kinerja injektor bahan bakar pada mesin diesel.

2.8.2 Indeks Setana

Indeks setana adalah suatu parameter mutu penyalan pada bahan bakar mesin diesel selain angka. Mutu penyalan dari bahan bakar diesel dapat diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk bahan bakar agar dapat menyala diruang pembakaran dan diukur setelah penyalan terjadi. Indeks setana adalah nilai yang

dapat ditentukan dengan perhitungan berdasarkan temperature distilasi pada *recovery 50% volume* dan densitas minyak pada suhu 15°C.

$$\text{Indeks setana} = 454,74 - 1641,416D^2 - 0,554B + 97,803(\log B)^2$$

(ASTM D 976; 2007:2)

dengan:

D = massa jenis pada 15°C, (g/ml)

B = suhu distilasi minyak 50% (°C)

2.8.3 Nilai Kalor

Nilai kalor adalah suatu sifat yang menunjukkan jumlah energi panas yang terkandung dalam suatu massa atau volume bahan bakar melalui proses pembakaran sempurna. Nilai kalor diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu nilai kalor tertinggi (*Higher Heating Value/HHV*) dan nilai kalor rendah (*Lower Heating Value/LHV*). Nilai kalor tertinggi/HHV adalah panas pembakaran yang dihasilkan oleh reaksi pembakaran jika semua air di dalam produk terkondensasi menjadi cair. Sedangkan nilai kalor terendah/LHV adalah panas pembakaran pada kondisi dimana air dalam produk berbentuk uap. Nilai kalor dapat diukur dengan *bomb calorimeter*. Nilai kalor ini dinyatakan dalam kilokalori per kilogram (kcal/kg).

2.8.4 Titik Nyala Api

Titik nyala adalah temperatur dimana timbul sejumlah uap yang apabila tercampur dengan udara membentuk suatu campuran yang mudah menyala. Titik nyala dapat diukur dengan jalan melewati nyala api pada biodiesel yang dipanaskan secara teratur. Dengan semakin meningkatnya temperatur biodiesel yang dipanaskan maka tekanan uapnya juga meningkat. Sehingga dengan kenaikan tekanan uapnya maka konsentrasi uap dari biodiesel yang mudah terbakar juga semakin meningkat. Pengujian titik nyala api ini terdapat dua macam yaitu terbuka dan tertutup. Pada pengujian dengan metode terbuka memiliki titik nyala yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan metode tertutup, karena pada permukaan yang terbuka langsung bersentuhan dengan udara sekitar sehingga

tekanan uap mengalami peningkatan yang lebih lama bila dibandingkan dengan metode tertutup. Titik nyala juga berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar, semakin tinggi titik nyala berarti semakin aman dalam penggunaan dan penyimpanan.

2.9 Hipotesa

1. Semakin tinggi persentase katalis kalium hidroksida yang digunakan pada variasi persentase katalis antara minyak biji karet dengan kalium hidroksida, maka biodiesel yang dihasilkan akan semakin baik dan mempengaruhi sifat fisik biodiesel yang dihasilkan.
2. Semakin lama waktu radiasi gelombang mikro pada reaksi esterifikasi, maka panas yang dihasilkan semakin besar sehingga laju reaksi semakin cepat, maka biodiesel yang dihasilkan semakin baik.
3. Semakin besar daya gelombang mikro yang digunakan pada berbagai variasi persentase katalis antara minyak karet dengan kalium hidroksida, maka biodiesel yang dihasilkan akan semakin baik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang langsung digunakan ke objek yang diteliti. Objek yang diteliti didapatkan data-data yang kemudian di plot dalam suatu diagram sehingga membentuk suatu pola kecenderungan tertentu yang nantinya dapat dibandingkan dan diambil suatu kesimpulan tentang objek yang diteliti.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sendiri oleh peneliti dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini adalah Persentase katalis KOH dari massa minyak biji karet: 0,25%; 0,5%; 0,75%; 1% dan 1,25%, pada proses esterifikasi.

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu massa jenis biodiesel, viskositas biodiesel, nilai kalor biodiesel, indeks setana biodiesel, dan nilai titik nyala biodiesel.

3. Variabel terkontrol

Parameter yang dijaga tetap selama pengujian adalah:

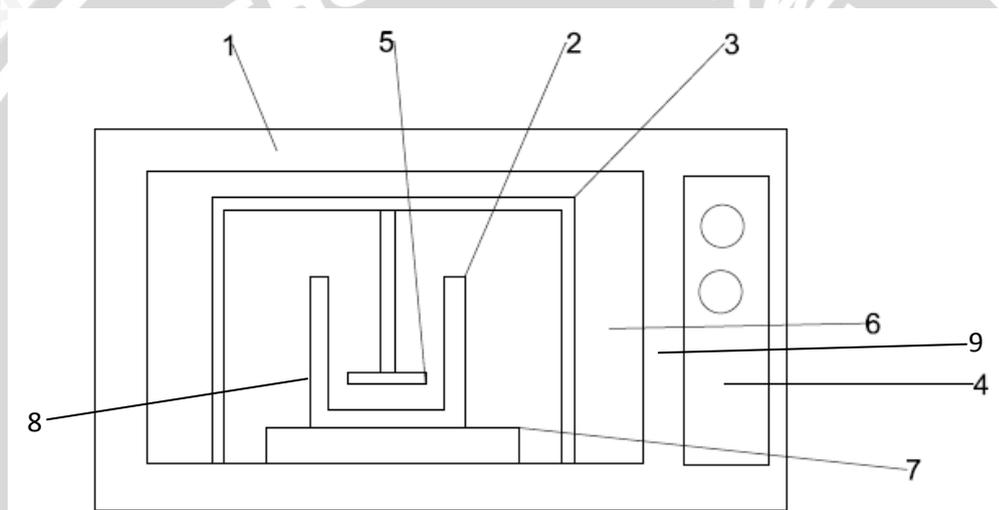
- Bahan yang digunakan adalah minyak biji karet setelah diesterifikasi.
- Lama waktu penyinaran gelombang mikro (10 menit)
- Daya *microwave* (250 watt)
- Katalis yang digunakan Kalium Hidroksida
- Volume minyak karet 400 ml

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2013 sampai dengan selesai, bertempat di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

3.4 Skema Instalasi Penelitian

Instalasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada skema di bawah ini :



Gambar 3.1 Skema Instalasi Penelitian

Keterangan :

1. Microwave Oven
2. Gelas Kimia
3. Penyangga Pengaduk
4. Kontrol Panel
5. Pengaduk
6. Ruang Reaksi
7. Spinning Plate
8. Putaran 500 rpm
9. Menu yang dipilih

3.5 Prosedur Pengambilan Data

Prosedur pengujian dan pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Pertama – tama mereaksikan minyak biji karet sebanyak 200 ml dan katalis H_2SO_4 1% ke dalam *microwave* selama 10 menit.
2. Kemudian campurkan metanol sebanyak 15% dari 200 ml dengan KOH 0,25% dari massa minyak biji karet ke dalam *microwave* selama 10 menit, lalu mengeluarkan bahan uji dari *microwave* di peroleh reaksi esterifikasi, lalu aduk secara perlahan selama 10 menit.
3. Setelah proses reaksi esterifikasi selesai, diamkan selama ± 12 jam.
4. Setelah diperoleh senyawa biodiesel dengan warna lebih terang dan jernih di bagian atas dan gliserol berwarna gelap pekat di bagian bawahnya, lalu pisahkan biodiesel ini dari gliserol dengan jalan menuangkan ke dalam gelas secara perlahan-lahan.
5. Kemudian lakukan proses pencucian dengan menggunakan aquades (100 % volume) sampai ± 3 kali pengulangan pada suhu kamar dengan tujuan untuk mengikat kandungan senyawa katalis yang tersisa pada biodiesel.
6. Selanjutnya lakukan proses pengeringan biodiesel dari air bekas pencucian dengan cara memanaskan biodiesel sampai suhu ± 100 °C selama ± 10 menit.
7. Kemudian dilanjutkan dengan variasi Persentase KOH yang lain (0,50%; 0,75%; 1% dan 1,25%) pada waktu esterifikasi 10 menit.
8. Biodiesel yang didapatkan dari esterifikasi pada masing-masing persentase KOH diukur sifat fisiknya

3.6 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.6.1 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Minyak Biji Karet ± 5 liter
Minyak Biji Karet merupakan bahan baku pembuatan biodiesel dalam reaksi esterifikasi pada penelitian ini.
2. Kalium Hidroksida (KOH) ± 250 gram
Kalium hidroksida yang digunakan sebesar 0,25%; 0,5%; 0,75%; 1% dan 1,25% dari massa minyak biji karet. Kalium hidroksida berfungsi untuk mempercepat reaksi esterifikasi.
3. Metanol 95% ± 3 liter
Metanol ini akan direaksikan dengan kalium hidroksida sehingga terbentuk kalium metoksida yang selanjutnya akan direaksikan dengan minyak biji karet yang telah dikondisikan pada temperatur tertentu.

3.6.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Microwave*
Alat ini digunakan untuk menyinari minyak biji karet yang akan diuji untuk menghasilkan biodiesel.



Gambar 3.2

Sumber: microwaves.lazada.co.id/.

Merk microwave : GP-PM-010659
Kapasitas : 17 liter

| | |
|---------------------------------|---|
| Tingkatan power | : 6 (100% power output, 85% power output, 66% power output, 40% power output, 37% power output, 17% power output) |
| Power output maksimal (watt) | : 50 Hz - 700 W |
| Konsumsi maks listrik (watt) | : 1080 |
| Dimensi Produk (P x L x T) (cm) | : 46 x 33 x 27 |
| Berat (kg) | : 10,4 |
| Gelombang | : <i>pulse</i> |

2. Destilatio Apparatus

Alat ini digunakan untuk mengetahui indeks setana dari biodiesel.



Gambar 3.3 Destilatio Apparatus
Sumber : Lab Unit Pelumas Pertamina Surabaya

3. Gelas Kimia (*Beaker glass*)

Alat ini untuk mencampur antara minyak biji karet, katalis dan metanol.



Gambar 3.4 Gelas Kimia (*Beaker glass*)
Sumber: <http://siroofehling.wordpress.com/2012/09/15/gelas-ukur-vs-gelas-kimia/>

4. Bomkalorimeter

Digunakan untuk mengukur nilai kalor bahan baka, nilai kalor dinyatakan dalam satuan (Kilo joule/kg)



Gambar 3.5 Bomkalorimeter

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin UB

5. Viskometer

Digunakan untuk mengukur viskositas zat cair



Gambar 3.6 : Viskometer

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin UB.

6. Aerometer

Untuk mengukur massa jenis bahan bakar yang dipakai.



Gambar 3.7 : Aerometer

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin UB

7. Flash Point

Alat yang digunakan untuk mengukur titik nyala bahan bakar. Satuan *Flash Point* dinyatakan dalam °C



Gambar 3.8 : Flash Point

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin UB

3.7 Prosedur Penelitian

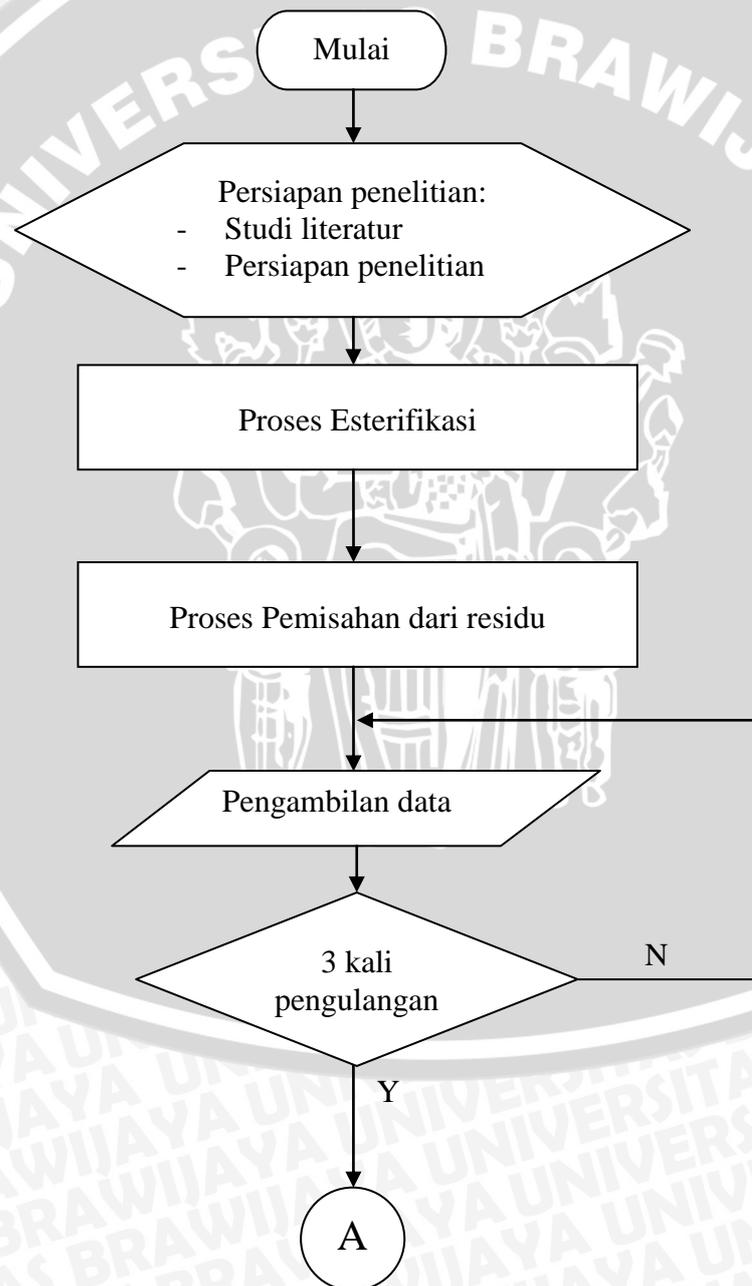
Prosedur penelitian pembuatan dan pengujian biodiesel adalah sebagai berikut:

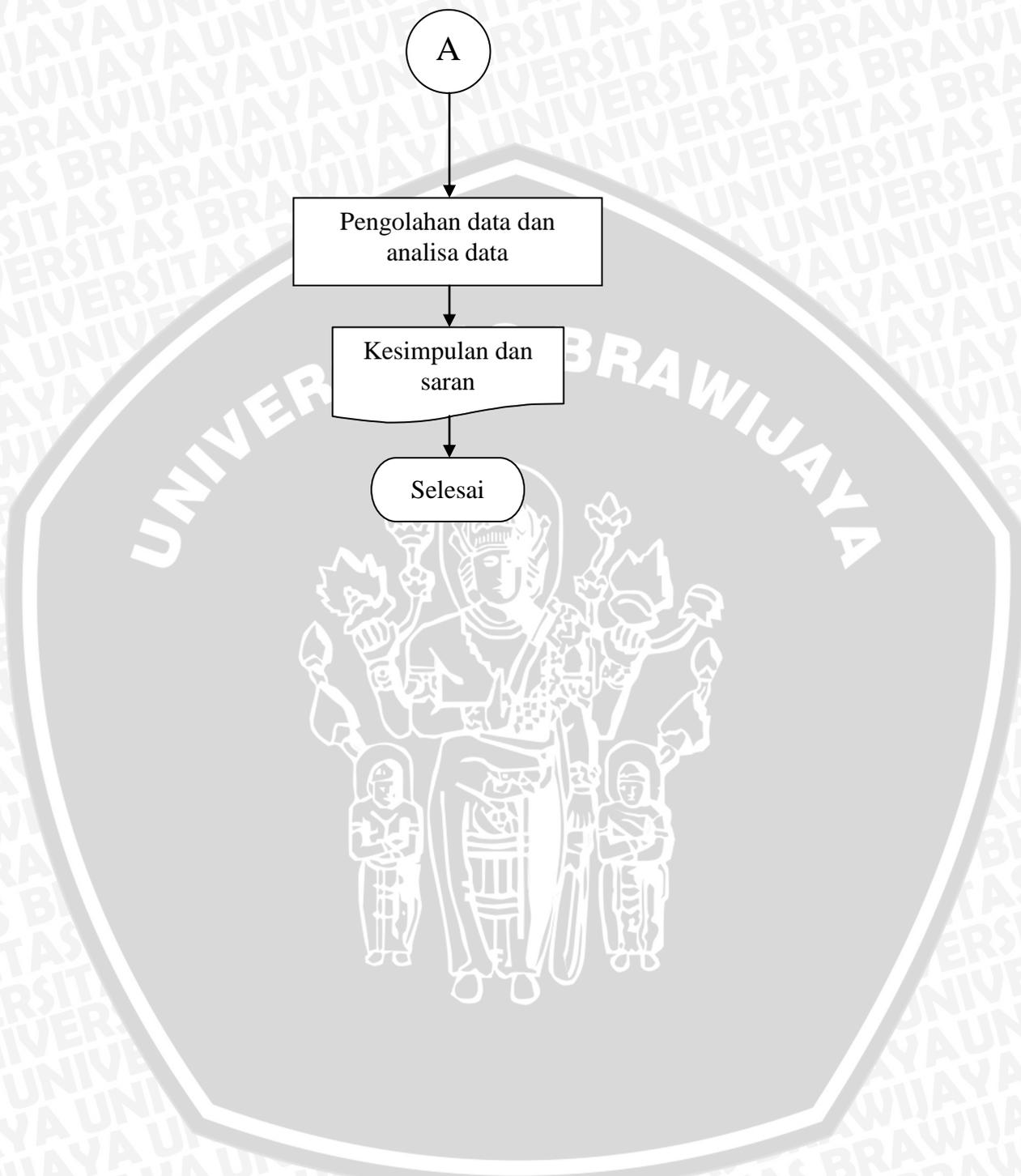
1. Pertama – tama mereaksikan minyak biji karet sebanyak 200 ml dan katalis H_2SO_4 1% ke dalam *microwave* selama 10 menit.
2. Kemudian campurkan metanol sebanyak 15% dari 200 ml dengan KOH 0,25% dari massa minyak biji karet ke dalam *microwave* selama 10 menit, lalu mengeluarkan bahan uji dari *microwave* di peroleh reaksi esterifikasi, lalu aduk secara perlahan selama 10 menit.
3. Setelah proses reaksi esterifikasi selesai, diamkan selama ± 12 jam.
4. Setelah diperoleh senyawa biodiesel dengan warna lebih terang dan jernih di bagian atas dan gliserol berwarna gelap pekat di bagian bawahnya, lalu pisahkan biodiesel ini dari gliserol dengan jalan menuangkan ke dalam gelas secara perlahan-lahan.
5. Kemudian lakukan proses pencucian dengan menggunakan aquades (100 % volume) sampai ± 3 kali pengulangan pada suhu kamar dengan tujuan untuk mengikat kandungan senyawa katalis yang tersisa pada biodiesel.
6. Selanjutnya lakukan proses pengeringan biodiesel dari air bekas pencucian dengan cara memanaskan biodiesel sampai suhu ± 100 °C selama ± 10 menit.

7. Kemudian dilanjutkan dengan variasi Persentase KOH yang lain (0,50%; 0,75%; 1% dan 1,25%) pada waktu esterifikasi 10 menit.
8. Biodiesel yang didapatkan dari esterifikasi pada masing-masing persentase KOH diukur sifat fisiknya

3.8 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar berikut:





BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Data hasil penelitian pengaruh persentase KOH pada proses esterifikasi minyak biji karet. Diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data hasil pengujian massa jenis (kg/m^3) biodiesel minyak biji karet

| KOH | ESTERIFIKASI <i>MICROWAVE</i> 10 menit | TRANSESTERIFIKASI KONVENSIONAL 30 menit (Supriyanto,2010) | SNI BODIESEL | ASTM |
|-------|--|--|-----------------|------|
| 0,25% | 797 | 918,8 | 820-860 | - |
| 0,50% | 879,6667 | 919,9 | | |
| 0,75% | 867,3333 | 918,2 | | |
| 1% | 871,6667 | 916,9 | | |
| 1,25% | 833,3333 | 916,9 | | |

Tabel 4.2 Data hasil pengujian viskositas (cst) biodiesel minyak biji karet

| KOH | ESTERIFIKASI <i>MICROWAVE</i> 10 menit | TRANSESTERIFIKASI KONVENSIONAL 30 menit (Supriyanto,2010) | SNI BODIESEL | ASTM |
|-------|--|--|-----------------|---------|
| 0,25% | 7,822 | 8,557 | 2,3-6 | 1,9-6,0 |
| 0,50% | 7,816 | 8,792 | | |
| 0,75% | 6,985 | 7,794 | | |
| 1% | 6,009 | 7,202 | | |
| 1,25% | 5,326 | 7,662 | | |



Tabel 4.3 Data hasil pengujian nilai kalor (kcal/kg) biodiesel minyak biji karet

| KOH | ESTERIFIKASI <i>MICROWAVE</i> 10 menit | TRANSESTERIFIKASI KONVENSIONAL 30 menit (Supriyanto,2010) | SNI BIODIESEL | ASTM |
|-------|--|--|------------------|------|
| 0,25% | 9119 | 9413 | Minimum 10892 | - |
| 0,50% | 10027 | 9512 | | |
| 0,75% | 10237 | 9663 | | |
| 1% | 10697 | 9594 | | |
| 1,25% | 10796 | 9642 | | |

Tabel 4.4 Data hasil pengujian indeks setana biodiesel minyak biji karet

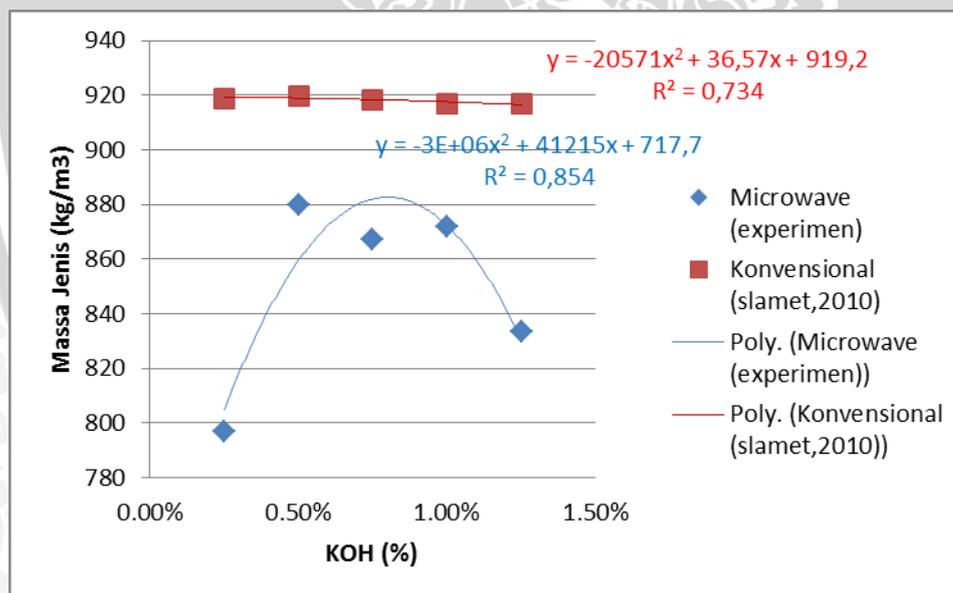
| KOH | ESTERIFIKASI <i>MICROWAVE</i> 10 menit | TRANSESTERIFIKASI KONVENSIONAL 30 menit (Supriyanto,2010) | SNI BIODIESEL | ASTM |
|-------|--|--|------------------|------|
| 0,25% | 34,4 | 34,34 | ≥ 51 | ≥ 47 |
| 0,50% | 42,71 | 33,8 | | |
| 0,75% | 48,68 | 36,82 | | |
| 1% | 49,61 | 37,78 | | |
| 1,25% | 51,39 | 37,56 | | |

Tabel 4.5 Data hasil pengujian titik nyala (°C) biodiesel minyak biji karet

| KOH | ESTERIFIKASI MICROWAVE 10 menit | TRANSESTERIFIKASI KONVENSIONAL 30 menit (Supriyanto,2010) | SNI BODIESEL | ASTM |
|-------|---------------------------------------|--|-----------------|-------|
| 0,25% | 124 | 224 | ≥ 100 | ≥ 130 |
| 0,50% | 120 | 225 | | |
| 0,75% | 116 | 217 | | |
| 1% | 113 | 213 | | |
| 1,25% | 109 | 214 | | |

4.2 Pembahasan

4.2.1 Grafik hubungan persentase KOH terhadap massa jenis biodiesel

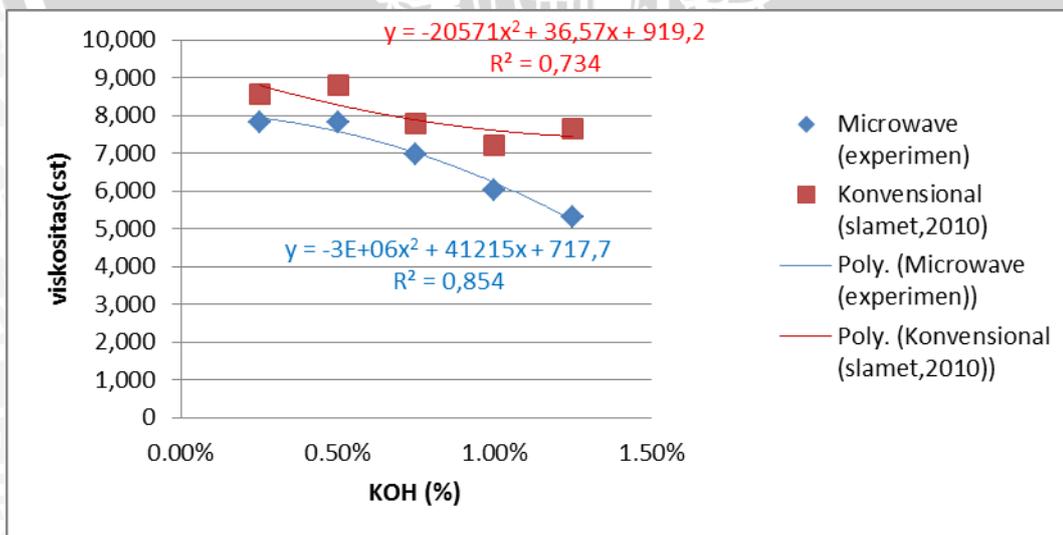


Gambar 4.1 Grafik hubungan antara persentase KOH dan massa jenis biodiesel minyak biji karet

Gambar 4.1 menunjukkan grafik konvensional hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan massa jenis biodiesel minyak biji karet dengan waktu 30 menit dengan proses transesterifikasi. Massa jenis tertinggi diperoleh pada grafik waktu 30 menit yaitu pada persentase KOH 0,5% sebesar 919,9 kg/m³ dan nilai terendah diperoleh pada grafik konvensional waktu 30 menit dengan

persentase KOH 1,25% sebesar 9,16,9 kg/m³. Pada grafik konvensional waktu 30 menit diperoleh massa jenis yang masih tinggi yaitu antara 919 - 916,9 kg/m³ karena reaksi transesterifikasi yang kurang sempurna mengakibatkan masih terdapatnya senyawa trigliserida, digliserida, dan monogliserida yang belum bereaksi seluruhnya menjadi metil ester atau biodiesel. Senyawa-senyawa ini memiliki rantai karbon yang panjang sehingga ikatan antar atom lebih rapat yang mengakibatkan massa jenis masih relatif tinggi. Pada grafik *microwave* hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan massa jenis biodiesel minyak biji karet dengan waktu 10 menit dengan proses esterifikasi. Massa jenis tertinggi diperoleh pada grafik waktu 10 menit yaitu pada persentase KOH 0,50% sebesar 879,6667 kg/m³. Pada grafik *microwave* waktu 10 menit diperoleh massa jenis yang masih rendah antara 797-879,6667 kg/m³ karena reaksi esterifikasi yang lebih sempurna grafik menunjukkan penurunan massa jenis, awalnya memiliki massa jenis yang tinggi selanjutnya mengalami penurunan pada persentase-persentase berikutnya hal ini disebabkan karena senyawa trigliserida (minyak) sudah bereaksi menjadi metil ester atau biodiesel yang mengakibatkan massa jenis masih relatif rendah. Sedangkan untuk standart SNI massa jenis biodiesel diperoleh antara 820-860 kg/m³.

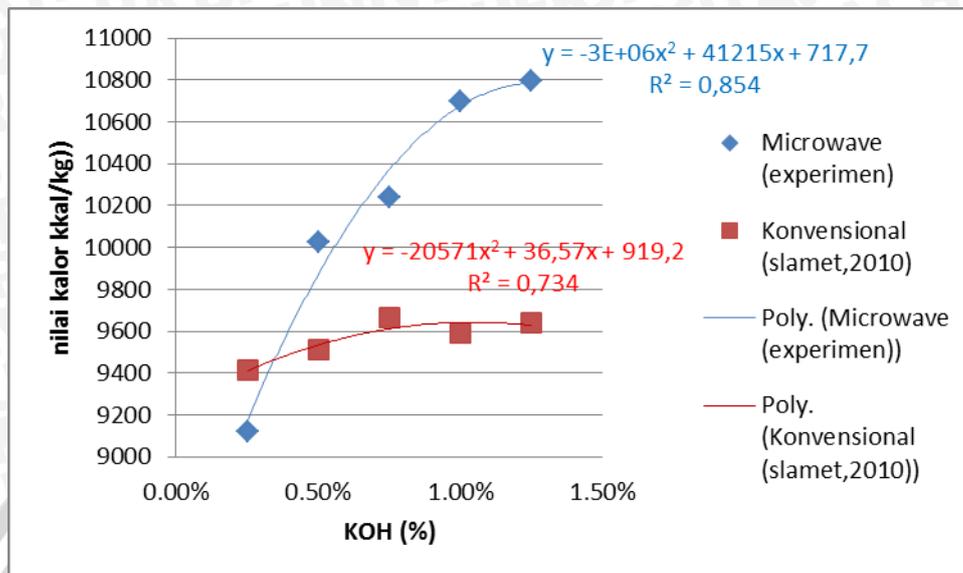
4.2.2 Grafik hubungan persentase KOH terhadap viskositas biodiesel



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara persentase KOH dan viskositas biodiesel minyak biji karet

Pada gambar 4.2 menunjukkan grafik konvensional hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan viskositas biodiesel minyak biji karet dengan waktu 30 menit dengan proses transesterifikasi. Viskositas tertinggi diperoleh pada grafik konvensional waktu 30 menit dengan persentase KOH 0,25% sebesar 8,557 cst dan viskositas terendah diperoleh pada grafik konvensional waktu 30 menit dengan persentase KOH 1% sebesar 7,202 cst. Pada grafik konvensional waktu 30 menit menunjukkan penurunan viskositas, awalnya memiliki viskositas yang tinggi selanjutnya mengalami penurunan pada persentase-persentase berikutnya. Viskositas mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase KOH. Pada transesterifikasi waktu 30 menit viskositasnya masih tinggi, hal ini disebabkan karena dalam waktu 30 menit biodiesel belum terbentuk sempurna dan masih banyak mengandung senyawa trigliserida dan digliserida yang memiliki rantai karbon panjang sehingga kerapatannya masih tinggi dan memiliki tegangan geser yang besar pula. Pada grafik *microwave* hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan viskositas biodiesel minyak biji karet dengan waktu esterifikasi 10 menit. Viskositas tertinggi diperoleh pada grafik *microwave* waktu 10 menit dengan persentase KOH 0,25% sebesar 7,822 cst dan viskositas terendah pada grafik esterifikasi waktu 10 menit dengan persentase KOH 1,25% sebesar 5,326 cst. Pada grafik esterifikasi 10 menit menunjukkan penurunan viskositas, awalnya memiliki viskositas yang tinggi selanjutnya mengalami penurunan pada persentase-persentase berikutnya. Viskositas mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase KOH. Pada esterifikasi 10 menit viskositasnya relative rendah karena pembentukan metil ester lebih sempurna. Jadi dengan bertambahnya persentase KOH dan waktu esterifikasi maka viskositas dari biodiesel yang dihasilkan semakin menurun. Sedangkan untuk standart SNI viskositas biodiesel diperoleh 2,3-6 cst.

4.2.3 Grafik hubungan persentase KOH terhadap nilai kalor biodiesel

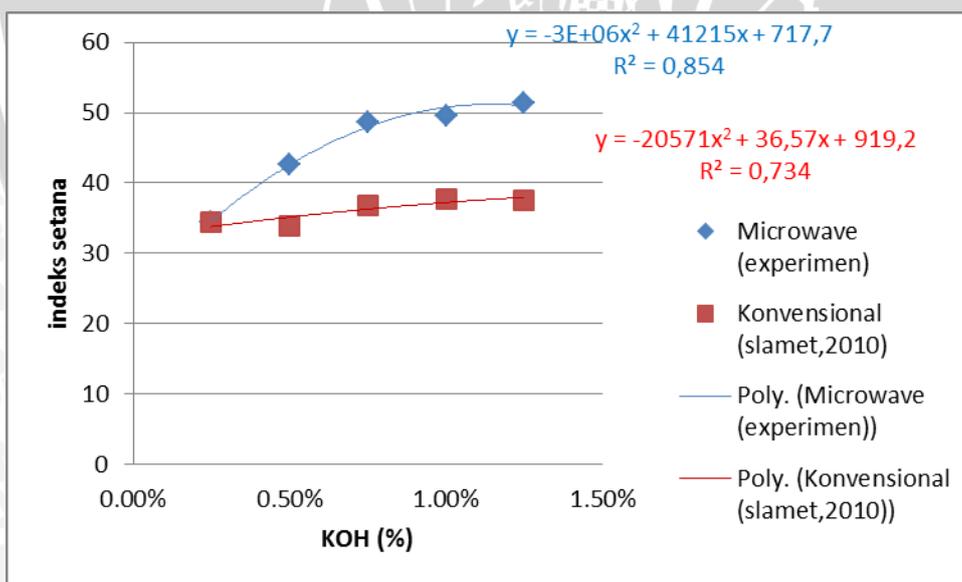


Gambar 4.3 Grafik hubungan antar persentase kalium hidroksida (KOH) dan nilai kalor biodiesel

Gambar 4.3 menunjukkan grafik konvensional hubungan antara persentase katalis kalium hidroksida (KOH) dan nilai kalor biodiesel yang dihasilkan dengan waktu 30 menit dengan proses transesterifikasi. Pada grafik konvensional waktu 30 menit dengan persentase kalium hidroksida 0,25% diperoleh nilai kalor yang paling rendah sebesar 9413 kkal/kg dan nilai kalor tertinggi pada grafik waktu 30 menit dengan persentase KOH 1,25% sebesar 9642 kkal/kg. Pada grafik konvensional waktu 30 menit diperoleh nilai kalor yang paling rendah karena reaksi transesterifikasi terlalu singkat dan jumlah katalis yang kurang sehingga pembentukan metil ester atau biodiesel kurang sempurna. Namun pada persentase berikutnya nilai kalor mengalami peningkatan meskipun tidak terlalu besar dimana pada persentase kalium hidroksida 0,75% diperoleh nilai kalor yang relatif tinggi yaitu 9512 kkal/kg dan mengalami penurunan pada persentase berikutnya karena persentase kalium hidroksida yang terendah dan waktu transesterifikasi yang terlalu singkat mengakibatkan reaksi transesterifikasi yang tidak maksimal yaitu masih terdapatnya kandungan trigliserida, digliserida, dan monogliserida yang masih memiliki rantai kimia relatif panjang. Pada grafik

microwave hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan nilai kalor biodiesel yang dihasilkan dengan waktu 10 menit dengan proses esterifikasi. Pada grafik *microwave* waktu 10 menit dengan persentase kalium hidroksida 0,25% diperoleh nilai kalor yang paling rendah sebesar 9119 kkal/kg dan nilai kalor tertinggi pada grafik waktu 10 menit dengan persentase KOH 1,25% sebesar 10796 kkal/kg. Pada grafik *microwave* 10 menit diperoleh nilai kalor meningkat dengan semakin bertambahnya persentase kalium hidroksida maka nilai kalornya juga mengalami peningkatan pada persentase-persentase berikutnya. Pada waktu 10 menit biodiesel yang terbentuk sudah mendekati sempurna sehingga nilai kalornya cenderung stabil pada kisaran 10027-10796 kkal/kg. Sehingga dengan semakin bertambahnya katalis kalium hidroksida diperoleh pembentukan metil ester yang lebih sempurna maka nilai kalor yang diperoleh juga semakin meningkat. Sedangkan untuk standart SNI nilai kalor biodiesel diperoleh minimum 10892 kkal/kg.

4.2.4 Grafik hubungan persentase KOH terhadap indeks setana biodiesel

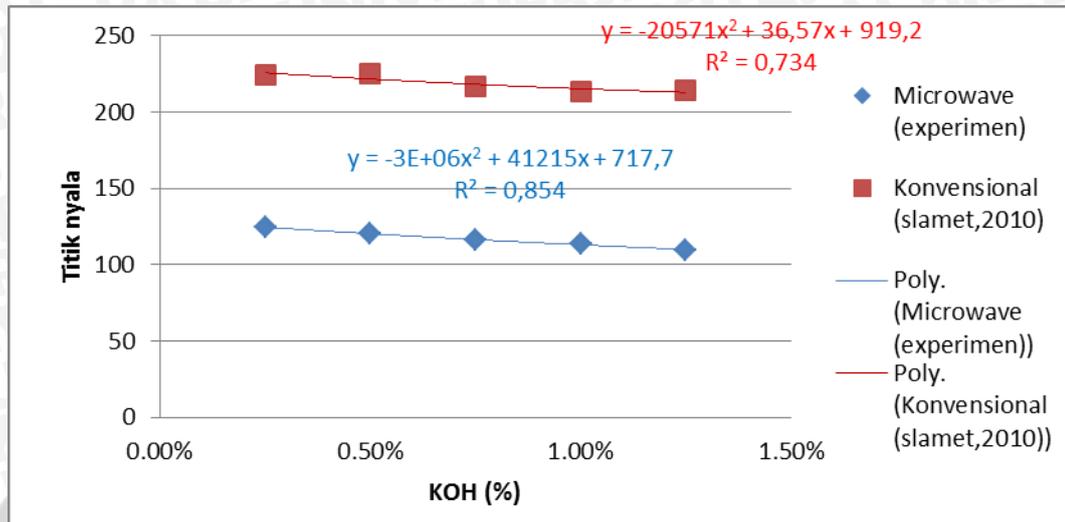


Gambar 4.4 Grafik hubungan antara persentase KOH dan indeks setana biodiesel minyak biji

Gambar 4.4 menunjukkan grafik konvensional hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan indeks setana dengan waktu 30 menit dengan proses

transesterifikasi. Indeks setana terendah diperoleh pada persentase KOH 0,5% dengan waktu 30 menit sebesar 33,80 dan indeks setana tertinggi pada persentase KOH 1,25 dengan waktu 30 menit sebesar 37,56. Pada grafik konvensional waktu 30 menit semakin bertambahnya persentase KOH maka indeks setana juga semakin meningkat yaitu pada persentase 0,25% sebesar 34,34 dan pada persentase 1,25% sebesar 37,56. Semakin bertambahnya katalis kalium hidroksida maka pembentukan metil ester juga semakin sempurna. Sehingga kandungan trigliserida dalam biodiesel tersebut telah terkonversi menjadi metil ester secara maksimal. Kandungan trigliserida ini yang menyebabkan mutu penyalan atau indeks setana dari biodiesel sangat buruk. Sehingga dengan transesterifikasi rantai kimia trigliserida dapat terpecah membentuk metil ester yang memiliki rantai kimia yang lebih pendek dan memiliki mutu penyalan yang lebih baik. Pada grafik *microwave* hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan indeks setana dengan waktu 10 menit dengan proses esterifikasi. Indeks setana terendah diperoleh pada persentase KOH 0,25% dengan waktu 10 menit sebesar 34,4 dan indeks setana tertinggi pada persentase KOH 1,25 dengan waktu 10 menit sebesar 51,39. Pada grafik *microwave* waktu 10 menit semakin bertambahnya persentase KOH maka indeks setana juga semakin meningkat yaitu pada persentase 0,25% sebesar 34,34 dan pada persentase 1,25% sebesar 51,39. Semakin bertambahnya katalis kalium hidroksida maka pembentukan metil ester juga semakin sempurna. Sehingga kandungan trigliserida dalam biodiesel tersebut telah terkonversi menjadi metil ester secara maksimal. Kandungan trigliserida ini yang menyebabkan mutu penyalan atau indeks setana dari biodiesel sangat buruk. Sehingga dengan esterifikasi rantai kimia trigliserida dapat terpecah membentuk metil ester yang memiliki rantai kimia yang lebih pendek dan memiliki mutu penyalan yang lebih baik. Sedangkan untuk standart SNI indeks setana biodiesel diperoleh ≥ 51

4.2.5 Grafik hubungan persentase KOH terhadap titik nyala biodiesel



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara persentase KOH dan titik nyala biodiesel minyak biji karet

Gambar 4.5 menunjukkan grafik konvensional hubungan antara persentase kalium hidroksida (KOH) dan titik nyala biodiesel minyak biji karet dengan waktu 30 menit dengan proses transesterifikasi. Titik nyala tertinggi diperoleh pada persentase KOH 0,5% sebesar 225°C dan terendah pada persentase 1,25% sebesar 194°C. Pada grafik nampak dengan semakin bertambahnya persentase maka titik nyala semakin rendah, pada grafik konvensional waktu 30 menit titik nyala berkisar antara 224 – 214. Titik nyala berhubungan terbalik dengan indeks setana, semakin rendah nilai indeks setana maka nilai titik nyala semakin rendah. sesuai dengan pengertian dari indeks setana yaitu suatu parameter penyalan pada bahan bakar diesel selain angka. Selain itu yang mempengaruhi titik nyala yaitu kekentalan dari minyak itu sendiri, pada grafik konvensional waktu 30 menit masih memiliki kekentalan yang cukup tinggi karena masih banyaknya senyawa trigliserida dan digliserida yang memerlukan energi yang lebih besar untuk memutuskan ikatannya. Pada grafik *microwave* hubungan antara pesentase kalium hidroksida (KOH) dan titik nyala biodiesel minyak biji karet waktu 10 menit dengan proses esterifikasi Titik nyala tertinggi diperoleh pada persentase KOH 0,5% sebesar 124°C dan terendah pada persentase 1,25% sebesar 109°C. Pada grafik nampak dengan semakin bertambahnya persentase maka titik nyala

semakin rendah, pada grafik *microwave* waktu 10 menit titik nyala berkisar antara 124 – 109. Titik nyala berhubungan terbalik dengan indeks setana, semakin rendah nilai indeks setana maka nilai titik nyala semakin rendah. sesuai dengan pengertian dari indeks setana yaitu suatu parameter penyalan pada bahan bakar diesel selain angka. Selain itu yang mempengaruhi titik nyala yaitu kekentalan dari minyak itu sendiri, pada grafik waktu 10 menit memiliki kekentalan yang cukup rendah karena senyawa trigliserida telah bereaksi menjadi metil ester/biodiesel dimana energi yang diperlukan untuk memutus ikatannya relatif lebih kecil. Sedangkan untuk standart SNI titik nyala biodiesel diperoleh $\geq 100^{\circ}\text{C}$.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari grafik dan analisa terhadap grafik hasil penelitian, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah, semakin tinggi persentase katalis kalium hidroksida (KOH) minyak biji karet maka diperoleh sifat fisik yang lebih baik. Yaitu dengan semakin menurunnya massa jenis, viskositas, dan titik nyala serta dengan semakin meningkatnya nilai kalor dan indeks setana.

Pada persentase kalium hidroksida 1% dan waktu esterifikasi 10 menit diperoleh sifat fisik biodiesel massa jenis $871,66 \text{ kg/mm}^3$, viskositas 6,0 cst, nilai kalor 10697 kkal/kg , indeks setana 49,61 dan titik nyala 113°C . Sifat fisik tersebut mendekati standar nasional indonesia biodiesel yaitu untuk massa jenis $850 - 890 \text{ kg/mm}^3$, viskositas $2,3 - 6 \text{ cst}$, nilai kalor 10892 kkal/kg , indeks setana 51, titik nyala min 100°C .

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui penambahan persentase KOH pada proses esterifikasi minyak biji karet karena pada variasi yang telah saya lakukan masih memungkinkan diperoleh hasil yang lebih baik lagi.
2. Biji karet yang merupakan limbah dari perkebunan karet hendaknya dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel sehingga meningkatkan nilai tambah untuk tanaman karet dan menambah penghasilan bagi para petani karet.