

**PEMBUATAN BIODIESEL BERBAHAN BAKU BIJI KARET
(*Havea brasiliensis*) MENGGUNAKAN KATALIS KOH
MELALUI PROSES TRANSESTERIFIKASI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Kimia**

OLEH

**PARDI
NPM: 1614040002**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
BANDA ACEH 2020**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

Jalan Tgk. Imum Lueng Bata, Desa Batoh, Telp. (0651) 26160, Banda Aceh

LEMBARAN PENGESAHAN

**PEMBUATAN BIODIESEL BERBAHAN BAKU BIJI KARET
(*Havea brasiliensis*) MENGGUNAKAN KATALIS KOH MELALUI
PROSES TRANSESTERIFIKASI**

OLEH

**NAMA : PARDI
NPM : 1614040002
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA**

**Telah Disidangkan Pada Tanggal 01 Desember 2020
Dan Dinyatakan Lulus**

Menyetujui:

Pembimbing I : Ida Hasmita, ST., MT (.....)

Pembimbing II : Vera Viena, ST., MT (.....)

Penguji I : Muhammad Nizar, ST., MT (.....)

Penguji II : Kasturi, ST., MT (.....)

Mengetahui :

**Dekan
Fakultas Teknik
Universitas Serambi Mekkah**

**Dr. Irhamni, ST, MT.
NIDN. 0102107101**

**Ketua Program Studi
Teknik Kimia
Universitas Serambi Mekkah**

**Muhammad Nizar, ST., MT.
NIDN. 0122057502**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

Jalan Tgk. Imum Lueng Bata, Desa Batoh, Telp. (0651) 26160, Banda Aceh

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN BIODIESEL BERBAHAN BAKU BIJI KARET
(*Havea brasiliensis*) MENGGUNAKAN KATALIS KOH MELALUI
PROSES TRANSESTERIFIKASI**

OLEH

**NAMA : PARDI
NPM : 1614040002
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA**

Menyetujui

Pembimbing I

Ida Hasmata, ST., MT.
NIDN. 131098501

Pembimbing II

Dec. 26
2020

Vera Ylena, ST., MT.
NIDN. 0123067802

Mengetahui
**Ketua Program Studi
Teknik Kimia**

Muhammad Nizar, ST., MT.
NIDN. 0122057502

ABSTRAK

Biji karet masih memiliki kandungan minyak yang memungkinkan untuk diproses menjadi biodiesel dan menjadi sumber energi terbarukan dari bahan minyak nabati. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa pengaruh waktu operasi dan penambahan katalis KOH pada pembuatan biodiesel minyak biji karet dan menganalisa sifat-sifat fisika dan kimia dari biodiesel minyak biji karet. Penelitian ini membandingkan waktu reaksi dan penambahan katalis KOH terhadap kandungan biodiesel. Variasi waktu reaksi yang digunakan 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit dan penambahan katalis KOH 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh waktu reaksi dan penambahan katalis KOH yang dilakukan dalam proses pembuatan biodiesel ini berdampak pada karakteristik biodiesel yang diperoleh, dengan masing-masing nilai rata-rata karakteristik dalam penelitian ini adalah, rendemen 50,15 %, nilai massa jenis 80,93 kg/ml, viskositas 1,53 mm²/cSt. Hasil terbaik kandungan biodiesel minyak biji karet yang terbaik diperoleh pada waktu reaksi 90 menit dengan penambahan katalis KOH 2,5 %. Biodiesel pada tertinggi memiliki massa jenis 875,5 gr/ml, viskositas 2,45 mm²/cSt, rendemen 55,24 %. Hasil analisa GC-MS menunjukkan munculnya puncak-puncak komponen metil ester biodiesel minyak biji karet dengan persen area terbesar dimiliki oleh 48.72 (%) dan yang terendah dengan persen area dimiliki oleh 2.38 (%). Sifat-sifat fisika dan kimia mempengaruhi waktu operasi terhadap biodiesel minyak biji karet.

Kata Kunci : Minyak Biji Karet, FFA, Katalis KOH, Transesterifikasi, Biodiesel.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSEMBAHAN

Ya Allah sepercik ilmu telah engkau karuniakan kepadaku hanya untuk mengetahui sebagian kecil dari engkau muliakan, ya Allah sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari satu urusan kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain dan hanya kepada Allah hendaklah kamu berharap.

(QS. Al - Insyiran:6-8).

Waktu yang telah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku sedih, bahagia, dan bertemu dengan orang yang memberiku sejuta pengalaman bagiku, ku bersujud di hadapnmu, engkau berikan aku kesempatan untuk bisa sampai di penghujung awal perjuanganku segala puji bagimu ya Allah.

Alhamdulillah. . . dengan ridho mu ya Allah hari ini telah kutunaikan kewajibanku diantara kewajibanku yang lain hari ini telah kuwujudkan segala harapan dan impian mereka walau terkadang tersandung dan terjatuh.

Sebagai tanda bakti Hormat dan rasa terimakasihku yang tiada terhingga ku persembahkan karya tulis ini kepada ayahanda tercinta (Rasidin) dan ibunda tercinta (Siti Rohani) serta Abangku (Sudianto) dan Kakakku (Gusma Wati dan Nadia) yang telah memeberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tidak mungkin kubalas hanya dengan selembar kertas yang tertuliskan kata cinta dan persembahan.

Terimakasih sedalam-dalamnya kuucapkan kepada Pembimbing satu dan dua Ibu Ida Hasmita, ST., MT dan Ibu Vera Viena, ST., MT yang telah meluangkan waktunya untukku menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Pardi, S.T

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Biji Karet (*Havea brasiliensis*) Menggunakan Katalis KOH Melalui Proses Transesterifikasi”**.

Shalawat beriring salam tidak lupa penulis sanjungkan kepada Baginda Rasulullah SAW, yang telah memberikan cahaya yang terang benderang bagi kita semua.

Tugas Akhir ini penulis ajukan untuk melaksanakan ujian akhir Sarjana Program Strata Satu pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak bersifat moril maupun materil. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga pada :

1. Ayahanda Rasidin dan Ibunda Siti Rohani serata keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik secara materil dan moril serta do'a restu sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.
2. Yth. Ibu Dr. Irhamni, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekkah.
3. Yth. Bapak Muhammad Nizar, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Serambi Mekkah.
4. Yth. Ibu Ida Hasmita, ST., MT. sebagai pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu serta pikirannya dalam mengarahkan dan membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Yth. Ibu Vera Viena, ST., MT. sebagai pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu serta pikirannya dalam mengarahkan dan membimbing saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Teristimewa kepada Bapak Saisa ST., MT. Ibu Eka Marya Mistar, ST., MT. Chartika Putri Andreas, Syifa Ulana, Una dan Novika Rahayu serta Abang dan Kakak, terimakasih yang sedalam-dalamnya karena telah memberikan dorongan, bantuan dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.
7. Kepada teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, terimakasih banyak atas segala bantuan, dorongan dan motivasinya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan masukan sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini dimasa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi seluruh pembaca. Atas segala bantuan, bimbingan, dukungan yang telah diberikan kepada penulis, semoga menjadi amal baik dan mendapat imbalan dari Allah SWT.

Banda Aceh, Oktober 2020

Penulis,

Pardi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii

BAB I PENDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4

BAB II LANDASAN TEORI5

2.1 Tanaman Karet (<i>Havea brasiliensis</i>).....	5
2.2 Potensi Biji Karet	7
2.3 Kadar Asam Lemak Biji Karet.....	8
2.4 Metil Ester	9
2.5 Proses Produksi Biodiesel	10
2.5.1 Karakteristik Biodiesel.....	10
2.5.2 Teknik Pembuatan Biodiesel.....	12
2.6 Katalis.....	16
2.6.1 Katalis Homogen.....	17
2.6.2 Katalis Heterogen.....	17
2.6.3 Katalis Enzim	18
2.6.4 Katalis KOH.....	19
2.7 PenelitianPendahuluan tentang Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Karet.....	19

BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Lokasi Pengambilan Sampel dan Waktu Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Pendekatan Penelitian	22
3.4 Variabel Penelitian	23
3.4.1 Variabel Tetap (<i>Dependent</i>)	23
3.4.2 Variabel Berubah (<i>Independen</i>)	23
3.5 Tabel Data Pengamatan.....	23
3.6 Prosedur Penelitian.....	23
3.6.1 Preparasi Sampel	24
3.6.2 Degumming	24
3.6.3 Sintesis Bioediesel.....	25
3.7 Prosedur Analisa Data.....	25
3.7.1 Penentuan FFA Minyak Biji Karet.....	25
3.7.2 Penentuan Rendemen Biodiesel	25
3.7.3 Penentuan Massa Jenis	26
3.7.4 Penentuan Viskositas.....	26
3.7.5 Analisis Metil Ester Dengan GC-MS	27
3.8 Jadwal Penelitian.....	27
3.9 Bagan Alur Penelitian	27
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.1.1 Karakteristik Biodiesel.....	29
4.2 Pembahasan.....	30
4.2.1 Rendemen.....	31
4.2.2 Massa Jenis Biodiesel.....	32
4.2.3 Viskositas Biodiesel	33
4.2.4 Analisa Komposisi Menggunakan Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS) Biodiesel Dari Minyak Biji Karet.....	35

BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
 DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN A DATA PENGAMATAN	45
LAMPIRAN B CONTOH PERHITUNGAN	50
LAMPIRAN C DOKUMENTASI PENELITIAN	67
LAMPIRAN KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK	
BIJI KARET	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Komposisi Asam Lemak Pada Minyak Biji Karet	9
Tabel 2.2 Perkembangan Penelitian Biodiesel Dari Minyak Biji Karet	20
Tabel 3.2 Tabel Jadwal Penelitian	27
Tabel 4.1 Data Uji Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Biji Karet	29
Tabel 4.2 Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Karet	30
Tabel 4.3 Hasil <i>Peak Report TIC</i> Dari Sampel Biodiesel 1% KOH.....	36
Tabel 4.4 Hasil <i>Peak Report TIC</i> Dari Sampel Biodiesel 2% KOH.....	37
Tabel 4.5 Hasil <i>Peak Report TIC</i> Dari Sampel Biodiesel 2,5% KOH.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Karet.....	5
Gambar 2.2 Buah Karet.....	7
Gambar 2.3 Skema Reaksi Transesterifikasi	16
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian	28
Gambar 4.1 Proses Transesterifikasi Minyak Biji Karet	30
Gambar 4.2 Rendemen.....	31
Gambar 4.3 Uji Massa Jenis Minyak Biji Karet	32
Gambar 4.4 Massa Jenis Biodiesel Minyak Biji Karet	33
Gambar 4.5 Uji Viskositas Biodiesel Minyak Biji Karet.....	34
Gambar 4.6 Viskositas Biodiesel Minyak Biji Karet.....	34
Gambar 4.7 Hasil Uji GC-MS Biodiesel Sampel 45 Menit/65°C.....	35
Gambar 4.8 Hasil Uji GC-MS Biodiesel Sampel 90 Menit/65°C, Katalis KOH 2%	36
Gambar 4.8 Hasil Uji GC-MS Biodiesel Sampel 90 Menit/65°C, Katalis KOH 2,5%	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan bahan baku di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan laju industri. Pemenuhan permintaan bahan bakar yang semakin besar merupakan tantangan yang perlu diantisipasi dengan pencarian alternatif sumber energi alternatif. Namun, cadangan bahan bakar semakin menipis, biaya eksplorasi yang mahal, dampak isu lingkungan yang ditimbulkan juga besar. Oleh karena itu, perlu dikembangkan teknologi Bahan Bakar Nabati (BBN) generasi kedua yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Menurut Prihandana dan Hendroko (2008) terdapat beberapa sumber utama BBN diantaranya yaitu tanaman kelapa sawit, karet, jarak pagar, kemiri, kelapa, kapuk / randu, mimba, kelor dan lain-lain yang bisa menjadi bahan baku untuk memproduksi BBN.

Salah satu sumber bahan bakar alternatif yang cocok dikembangkan di Indonesia adalah minyak biji karet. Minyak biji karet merupakan jenis minyak non pangan sehingga tidak mengurangi persentase untuk kebutuhan pangan seperti minyak sawit. Minyak biji karet dihasilkan dari tanaman karet yang tersedia dalam jumlah besar di Indonesia. Luas perkebunan karet Indonesia pada tahun 2012 mencapai 3,462 juta hektar (GAPKINDO, 2012).

Menurut Ulya dan Siswani (2017) pemanfaatan hasil dari tanaman karet belum dilakukan secara maksimal. Pengolahan hasil tanaman karet hanya dititik berat pada lateks dan batangnya. Biji karet hampir tidak mempunyai nilai ekonomis, karena hanya digunakan sebagai benih pohon karet. Biji karet mengandung asam sianida (HCN) yang menjadi salah satu kendala apabila biji karet akan dimanfaatkan menjadi bahan pangan. Biji karet terdiri dari 40-50 % kulit yang keras berwarna coklat dan 50-60 % kernel yang berwarna putih kekuningan. Padahal biji karet memiliki kandungan minyak yang tinggi yaitu 40-50 % dan merupakan jenis minyak non pangan, sehingga sangat sesuai digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel.

Proses pembuatan biodiesel (metil ester) dari bahan nabati dapat dibedakan menjadi dua cara yaitu: pertama metode katalis, menggunakan katalis asam maupun basa serta proses pencuciannya menggunakan air (*wet wash system*) atau absorben (*dry wash system*); kedua, metode non-katalis dimana transesterifikasi berlangsung pada sebuah reaktor temperatur tinggi dan tekanan tinggi atau temperatur tinggi dan tekanan rendah (Susila, 2009).

Pembuatan biodiesel dari minyak biji karet dapat dilakukan dengan reaksi transesterifikasi. Reaksi interesterifikasi (penukaran ester atau transesterifikasi) merupakan reaksi pertukaran gugus akil antar trigliserida. Gugus akil dapat bertukar posisinya dalam satu molekul trigliserida maupun di antara molekul trigliserida membutuhkan gugus metil ester (Budiman, 2014).

Kekentalan pada minyak biji karet dapat dikurangi dengan memutus percabangan rantai karbon tersebut melalui proses transesterifikasi menggunakan alkohol rantai pendek, misalnya metanol atau etanol. Metanol lebih disukai karena memiliki reaktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan etanol. Hasil yang sama dapat dihasilkan apabila jumlah etanol yang dibutuhkan sebanyak 1,4 kali jumlah metanol (Setyawardhani, 2003).

Menurut Pianthong dan Thaiyasuit (2011) penggunaan katalis KOH pada biodiesel dari biji karet pada konsentrasi 1,5% dan rasio metanol terhadap minyak dengan perbandingan molar 6:1 menghasilkan metil ester tertinggi dalam kisaran 90%. Menurut Setyawardhani dkk., (2010) penggunaan katalis KOH pada biodiesel dari biji karet sebesar 2,5%, suhu yang dipakai 60 °C, rasio minyak terhadap metanol adalah 6:1 menghasilkan kadar minyak sebesar 91%. Dan menurut Widayat dkk., (2013) penggunaan katalis H₂SO₄ pada kisaran 0,1-1% (v/v) dan rasio minyak biji karet terhadap metanol dalam kisaran 1:1,5- 1:3 pada waktu operasi 120 menit menghasilkan FAME sebesar 91,05%.

Berdasarkan penjelasan diatas peneliti tertarik untuk mengkaji judul yaitu: *“Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Biji Karet (Havea brasiliensis) Menggunakan Katalis KOH Melalui Proses Transesterifikasi”*. Katalis yang digunakan adalah KOH dengan kisaran 1-4%. KOH dipilih sebagai katalis karena memiliki keuntungan yaitu untuk mempercepat laju reaksi kimia tetapi tidak ikut

bereaksi. Pada penelitian ini waktu operasi yang dipilih berkisaran dari 45-90 menit, suhu 65°C dengan perbandingan minyak terhadap metanol 1:6. Berdasarkan penelitian Kusumaningtyas (2012) kondisi operasi terbaik pada transesterifikasi minyak biji karet menjadi metil ester adalah pada katalis KOH 1% dan suhu 65°C , dengan perbandingan minyak terhadap metanol adalah 4:1.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat memperkaya bahan baku (*feedstock*) pembuatan biodiesel dengan sifat-sifat fisika *fatty acid methyl ester* (FAME) yang lebih baik. Biji karet yang belum termanfaatkan dengan baik dapat diubah menjadi produk biodiesel sehingga dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar nasional.

1.2 Batasan Masalah

Pada Penelitian ini banyak cara untuk memperoleh biodiesel dari biji karet. Namun, perlu disadari bahwa metode atau katalis yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai keterbatasan, penulis mengharapkan keterbatasan penelitian tersebut bukan merupakan hal yang serius sehingga mengganggu manfaat dari hasil penelitian. Keterbatasan penelitian tersebut berupa :

1. Biji karet di ekstraksi dengan metode sokletasi menggunakan pelarut n-Hexane
2. Kandungan minyak biji karet untuk biodiesel dilakukan dengan metode transestrifikasi dengan tambahan katalis KOH 1-4 %.
3. Waktu dan kondisi operasi 45-90 menit.
4. Sifat fisika dan kimia biodiesel biji karet yang di uji yaitu kadar air, FFA (kadar asam lemak), rendemen, massa jenis, dan visikositas.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang diatas maka yang menjadi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu operasi dan katalis KOH terhadap kandungan biodiesel minyak biji karet ?

2. Bagaimana sifat-sifat fisika dan kimia biodiesel minyak biji karet yang dihasilkan ?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah diatas, maka yang akan menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa pengaruh waktu operasi dan penambahan katalis KOH pada pembuatan biodiesel minyak biji karet.
2. Menganalisa sifat-sifat fisika dan kimia dari biodiesel minyak biji karet.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa
Hasil penelitian ini diharapkan memberikan pemahaman tentang proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati dengan proses transestrifikasi yang berperan untuk mempercepat proses pembuatan biodiesel.
2. Bagi Jurusan
Bagi akademisi hasil penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan penelitian dalam bidang proses pembuatan biodiesel dengan katalis homogen.
3. Bagi Peneliti Selanjutnya
Sebagai salah satu sumber referensi bagi peneliti berikutnya yang ingin melanjutkan penelitian tentang katalis homogen untuk pembuatan biodiesel.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tanaman Karet (*Havea brasiliensis*)

Tanaman Karet (*Havea brasiliensis*) memiliki perakaran yang ekstensif, akar tunggangnya mampu tumbuh menembus tanah sampai 2 m, sedangkan akar lateralnya menyebar sepanjang lebih dari 10 m. Tanaman karet berbentuk pohon dengan tinggi 15-25 m, tipe pertumbuhan tegak dan memperlihatkan pola pertumbuhan berirama (ritme), yakni terdapat masa tumbuh dan masa istirahat (latent) yang bergantian dalam periode sekali dalam dua bulan. Batangnya berkayu, dengan susunan dari luar ke dalam yaitu: (1) kulit keras, terdiri dari lapisan gabus, kambium gabus, lapisan sel batu; (2) kulit lunak, di dalamnya terdapat floem dan pembuluh lateks; (3) kambium; (4) kayu/xylem. Pada Gambar 2.1 ditunjukkan bentuk pohon karet secara umum.



Gambar 2.1 Pohon Karet (Sumber : Bisnis.com, 2011)

Pembuluh lateks melingkar di dalam jaringan floem seperti spiral, membentuk sudut $3,7^{\circ}$ - 5° terhadap garis vertikal dari kanan (atas) ke kiri (bawah). Daun tanaman karet merupakan daun majemuk, dimana satu tangkai daun umumnya memiliki 3-5 anak daun. Tangkai daun panjangnya 3-20 cm, anak daun eliptis memanjang dengan ujung runcing, tepi rata dan gundul. Daun tumbuh pada buku-buku membentuk karangan daun yang disebut payung. Termasuk tanaman *deciduous*, menggugurkan daunnya pada musim kering. Bunga tersusun dalam rangkaian (malai) berbentuk seperti kerucut. Termasuk tanaman *monoceous* (bunga jantan dan betina letaknya terpisah dalam satu malai),

bunga jantan terletak di bagian bawah/pangkal dari cabang-cabang malai sedangkan bunga betina terletak di ujung malai.

Bunga betina memiliki 3 bakal buah yang beruang 3 dengan kepala putik yang duduk, bunga jantan memiliki 10 benang sari yang bersatu membentuk tiang, serbuk sari lengket, kecil dengan diameter 25-30 mikron. Buah karet mempunyai garis tengah antara 3-5 cm, dengan bagian ruang yang berbentuk setengah bola; biji besar, berbercak/bernoda (khas dan beracun). Masak buah yang normal sekitar 5 bulan, buah masak pecah dengan kuat menurut ruang. Untuk itu, industri karet harus mampu memproduksi maksimal apalagi pasokan karet domestik semakin besar pasca pembatasan ekspor. Indonesia memiliki areal karet paling luas di dunia, yaitu 3,4 juta lahan dengan produksi karet per tahun 2,7 juta ton.

Meski begitu, produktivitasnya hanya 1,0 ton/ha, lebih rendah daripada Malaysia (1,3 ton/ha) dan Thailand (1,9 ton/ha). Produksi karet di Indonesia, Thailand, dan Malaysia berkontribusi 85% dari total produksi dunia. Namun, Indonesia memiliki kesempatan paling besar untuk memimpin industri karet dunia. Harga karet dunia saat ini masih mengalami tekanan akibat turunnya permintaan. Oleh karena itu, tiga negara utama produsen karet alam bersepakat menahan penurunan harga dengan mengurangi ekspor sejak Agustus lalu. Artinya pasokan karet di dalam negeri akan semakin melimpah (Kementerian Perindustrian, 2012). Tanaman karet termasuk dalam famili Euphorbiaceae, disebut dengan nama lain rambung, getah, gota, kejai ataupun havea. Klasifikasi tanaman karet adalah sebagai berikut:

- Devisio : Spermatophyta
- Subdevisio: Angiospermae
- Klas: Dicotyledonae
- Ordo: Euphorbiales
- Famili: Euphorbiaceae
- Genus: Havea
- Spesies : Havea brasiliensis

Daerah yang cocok untuk ditanami tanam karet adalah pada zone antara 150 LS dan 150 LU, dengan suhu harian 25 –30°C. Tanaman karet memerlukan curah hujan optimal antara 2.000-2.500 mm/tahun dengan hari hujan berkisar 100 s/d 150 HH/tahun. Lebih baik lagi jika curah hujan merata sepanjang tahun. Sebagai tanaman tropis, karet membutuhkan sinar matahari sepanjang hari, minimum 5-7 jam/hari (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Suhu harian yang diinginkan tanaman karet rata-rata 15-30°C. Apabila dalam jangka waktu panjang suhu harian rata-rata kurang dari 20°C, maka tanaman karet tidak cocok ditanam di daerah tersebut. Intensitas sinar matahari adalah hal amat dibutuhkan tanaman karet. Bila terjadi penyimpangan terhadap faktor ini, maka mengakibatkan turunnya produktivitas. Kecepatan angin yang terlalu kencang pada umumnya kurang baik untuk penanaman karet. Pada Gambar 2.2 ditunjukkan bentuk buah karet.



Gambar 2.2 Buah Karet (Sumber : Tim Karya Tani Mandiri, 2010)

2.2 Potensi Biji Karet

Indonesia dikenal sebagai produsen karet, salah satu provinsi penghasil karet adalah Kalimantan Selatan. Luas lahan karet di Kalimantan Selatan berdasarkan data BPS (2016) sampai tahun 2014 mencapai 1.860,08 km dari total luas Kalimantan Selatan 36.535 km. Pemanfaatan tanaman karet pada saat ini yang umum dilakukan adalah pengambilan lateksnya, sementara bagian lain dari tanaman karet belum dimanfaatkan secara maksimal. Biji karet merupakan produksi sampingan perkebunan karet, yang secara alamiah jatuh terlontar ke tanah setelah buah karet mencapai kematangan tertentu. Menurut

(Setyawardhani, 2010) bahwa satu pohon karet dapat menghasilkan minimal 5.000 biji karet per tahun, sedangkan biji karet yang digunakan sebagai benih hanya sekitar 20% (Rivai, 2012)

Sayangnya, pemanfaatan biji karet di Indonesia belum mendapat perhatian lebih. Biji karet dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel . Biji karet terdiri dari 40-50% kulit yang keras berwarna coklat dan 50-60% kernel yang berwarna putih kekuningan, kernel biji karet terdiri 45, 63% minyak, 2,71 abu, 3,71% air, 22,17% protein dan 24,21 % karbohidrat, sehingga biji karet berprotein digunakan sebagai sumber minyak. Kandungan air yang besar dalam biji karet hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak (Hakim dan Mukhtadi, 2017).

2.3 Kadar Asam Lemak Biji Karet

Asam lemak merupakan suatu senyawa golongan asam karboksilat yang mempunyai rantai alifatik panjang, baik jenuh maupun tak jenuh. Asam lemak merupakan turunan dari trigliserida atau fosfolipid. Asam lemak bebas adalah asam lemak yang telah lepas dari molekul gliserol. Seharusnya, asam lemak tersebut berikatan dengan gliserol membentuk trigliserida (gliserol yang mengikat 3 asam lemak).

Trigliserida akan bereaksi dengan alkohol, dibantu dengan katalis, menghasilkan biodiesel. Namun jika asam lemak terlepas dari gliserol, asam lemak bebas akan bereaksi dengan katalis dan membentuk sabun, produk samping yang tidak kita inginkan. Asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak biji karet ditabulasikan pada tabel 2.1.

Menurut Rohman dan Riyanto (2005) komposisi asam lemak dari biji karet terdiri atas asam palmitat 13,11%, asam stearat 12,66%, asam arachidat 0,54%, asam oleat 39,45%, asam linolenat 33,12% dan sisanya adalah asam lemak lain. Proses pengolahan dan penyimpanan minyak biji karet secara tidak langsung mempengaruhi pembentukan asam lemak jenuh, dapat selanjutnya juga dipengaruhi oleh pemanasan minyak atau penyimpanan minyak yang terlalu lama yang menyebabkan minyak tersebut teroksidasi. Penelitian oleh Karima (2015) menunjukkan kadar asam lemak jenuh terdiri dari Miristat 0,09%, Palmitat 7,41%,

Stearat 0,60% dan asam lemak tidak jenuh Oleat 20,6%, Linoleat 36,6%, Linolenat 28,7%. Hal tersebut ditabulasikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Komposisi Asam Lemak pada Minyak Biji Karet

Parameter Uji	Kadar Asam Lemak (%)
Asam Lemak Jenuh :	
Butrik (C4)	0
Kaproik (C6)	0
Kaprilat (C8)	0
Kaprat (C10)	0
Laurat (C12)	0
Miristat (C14)	0,09
Palmitat (C16-0)	7,41
Stearat (C18-0)	6,60
Asam Lemak Tidak Jenuh :	
Oleat (C18-1)	20, 6
Linoleat (C18-2)	36,6
Linolenat (C18-3)	28,7

(Sumber: Karima, 2015)

2.4 Metil Ester

Metil ester merupakan ester asam lemak yang di esterifikasi dari asam lemak bebas dan metanol. Pembuatan metil ester ada empat macam cara yaitu, pencampuran dan penggunaan langsung, mikroemulsi, pirolisis (*Thermal Craking*) dan transesterifikasi. Namun yang sering digunakan dalam pembuatan metil ester adalah transesterifikasi yang merupakan hasil reaksi trigleserida (lemak/ minyak) dengan metanol untuk menghasilkan metil ester dan gliserol. Metil ester dapat diperoleh dari minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, minyak bunga matahari, minyak zaitun, dan minyak biji karet (Widyastuti, 2007).

2.5 Proses Produksi Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari bahan terbarukan atau secara khusus merupakan bahan bakar mesin diesel yang terdiri atas ester alkil dari asam-asam lemak. Biodiesel dapat dibuat dari minyak nabati, minyak hewani atau dari minyak goreng bekas/daur ulang. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar mesin diesel yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui (renewable). Biodiesel tersusun dari berbagai macam ester asam lemak yang dapat diproduksi dari minyak tumbuhan maupun lemak hewan (Wibisobo, 2007).

Minyak tumbuhan yang sering digunakan antara lain minyak sawit (palm oil), minyak kelapa, minyak jarak pagar dan minyak biji kapok randu, sedangkan lemak hewani seperti lemak babi, lemak ayam, lemak sapi, dan juga lemak yang berasal dari ikan (Sathivel, 2005).

Biodiesel atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, turunan tumbuh-tumbuhan yang banyak tumbuh di Indonesia seperti kelapa sawit, biji karet, kelapa, kemiri, jarak pagar, nyamplung, kapok, kacang tanah dan masih banyak lagi tumbuh-tumbuhan yang dapat memproduksi bahan minyak nabati (BBN). Minyak nabati merupakan trigliserida melalui reaksi transesterifikasi dengan methanol akan menghasilkan, gliserin, metil stearate, metil oleate. Metil oleate atau biodiesel dan gliserin harus dipisahkan melalui suatu tangki pengendap. Setelah gliserin dipisahkan larutan dicuci dengan air dan selanjutnya di distilasi sehingga menghasilkan biodiesel sesuai standar yang di inginkan. Produk akhir yaitu biodiesel merupakan bahan bakar untuk mesin/motor menghasilkan emisi NO_x lebih sedikit tinggi, tetapi emisi CO yang lebih rendah dibandingkan dengan emisi yang dihasilkan dalam pemanfaatan BBM (Ulya, 2017).

2.5.1 Karakteristik Biodiesel

1. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu. Jika viskositas semakin tinggi, maka tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Karakteristik ini sangat penting

karena mempengaruhi kinerja injektor pada mesin diesel. Pada umumnya, bahan bakar harus mempunyai viskositas yang relatif rendah dapat mengalir dan teratomisasi. Hal ini dikarenakan putaran mesin yang cepat membutuhkan injeksi bahan bakar yang cepat pula. Cara pengukuran besarnya viskositas adalah bergantung pada alat viskosimeter yang digunakan, dan hasilnya (besar viskositas) yang didapat harus dibubuhkan nama viskosimeter yang digunakan serta temperatur minyak pada saat pengukuran (Pertamina, 2005).

2. Flash Point

Flash point adalah Titik nyala sesuatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul pernyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api. Titik nyala ini diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan (safety) dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran. Titik nyala ini tidak mempunyai pengaruh yang besar dalam persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel atau ketel uap (Pertamina, 2005).

3. Berat jenis

Berat jenis (BJ) adalah perbandingan berat dari volume sampel minyak dengan berat air yang volumenya sama pada suhu tertentu (25°C) (Apriyantono, 2014). Penggunaan spesifik gravity adalah untuk mengukur berat/massa minyak bila volumenya telah diketahui. Bahan bakar minyak pada umumnya mempunyai spesifik gravity antara 0,74-0,94. Dengan kata lain bahan bakar minyak lebih ringan daripada air (Pertamina, 2005).

4. Cetane Number

Cetane number adalah menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri. Skala cetane number biasanya menggunakan referensi berupa campuran antara normal setana ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$) dengan alpha methyl naphthalene ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3$) atau dengan heptamethyl-nonane ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$). Normal setana memiliki *cetane number* 100, alpha methyl naphthalene memiliki *cetane number* 0, dan *heptamethylnonane* memiliki *cetane number*. *Cetane number* suatu bahan bakar didefinisikan sebagai persentase volume dari normal setana

dengan campurannya tersebut (Ketaren, 2012). *Cetane number* yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah, dan sebaliknya *cetane number* rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi. Penggunaan bahan bakar mesin diesel yang mempunyai cetane number yang tinggi dapat mencegah terjadinya knocking karena begitu bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder pembakaran maka bahan bakar akan langsung terbakar dan tidak terakumulasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *cetane number* (CN) biodiesel lebih tinggi dari pada minyak diesel (solar). *Cetane number* rata-rata minyak diesel 45, sedangkan biodiesel 62 untuk yang berbasis kelapa sawit, 51 untuk jarak pagar dan 62,7 untuk yang berbasis kelapa sayur (Soerawidjaja dan Tatang, 2006).

2.5.2 Teknik Pembuatan Biodiesel

1. Esterifikasi

Esterifikasi adalah merupakan reaksi antara asam lemak bebas dengan alkohol dengan bantuan katalis asam, misalnya asam klorida (HCl), asam sulfat (H₂SO₄) ataupun katalis asam padat untuk menghasilkan ester. Asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis yang biasa dipakai dalam industri. Reaktan alkohol rantai pendek, seperti metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih dan air sebagai produk samping harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Reaksi esterifikasi mengkonversi asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak menjadi metil ester. Reaksi esterifikasi ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut:



Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam ≥ 5 mg-KOH/g). Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterifikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air, dan sebagian terbesar

katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu. Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain :

1) Waktu reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

2) Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi sehingga dalam hal ini pengadukan sangat penting mengingat larutan minyak-katalis-metanol merupakan larutan yang *immiscible*.

3) Katalisator Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar.

4) Suhu Reaksi Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan *Arrhenius*,

$$k = A_e^{-E_a/RT} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

T = Suhu absolut (°C)

R = Konstanta gas umum (kal/gmolK)

E = Tenaga aktivasi (kal/gmol)

Ae = Faktor tumbukan (t-1)

k = Konstanta kecepatan reaksi (t-1) Bila suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

Produk biodiesel tergantung pada minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku serta pengolahan pendahuluan dari bahan baku tersebut. Alkohol yang digunakan sebagai pereaksi untuk minyak nabati adalah methanol, namun dapat pula digunakan ethanol, isopropanol atau butyl, tetapi perlu diperhatikan juga

kandungan air dalam alkohol tersebut. Bila kandungan air tinggi akan mempengaruhi hasil biodiesel kualitasnya rendah, karena kandungan sabun, ALB dan trigliserida tinggi. Disamping itu hasil biodiesel juga dipengaruhi oleh tingginya suhu operasi proses produksi, lamanya waktu pencampuran atau kecepatan pencampuran alkohol. Katalisator dibutuhkan pula guna meningkatkan daya larut pada saat reaksi berlangsung, umumnya katalis yang digunakan bersifat basa kuat yaitu NaOH atau KOH atau natrium metoksida. Katalis yang akan dipilih tergantung minyak nabati yang digunakan, apabila digunakan minyak mentah dengan kandungan ALB kurang dari 2 %, disamping terbentuk sabun dan juga gliserin (Susila, 2009).

Katalis tersebut pada umumnya sangat higroskopis dan bereaksi membentuk larutan kimia yang akan dihancurkan oleh reaktan alkohol. Jika banyak air yang diserap oleh katalis maka kerja katalis kurang baik sehingga produk biodiesel kurang baik. Setelah reaksi selesai, katalis harus dinetralkan dengan penambahan asam mineral kuat. Setelah biodiesel dicuci proses netralisasi juga dapat dilakukan dengan penambahan air pencuci, HCl juga dapat dipakai untuk proses netralisasi katalis basa, bila digunakan asam phosphate akan menghasilkan pupuk phosphate (K_3PO_4) (Suarsa, 2019).

2. Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi dari minyak atau lemak dengan alkohol untuk membentuk ester dan gliserol. Transesterifikasi terdiri dari tiga reaksi reversibel yaitu konversi trigliserida menjadi digliserida, digliserida menjadi monogliserida dan monogliserida menjadi metil ester dan gliserol (Chouhan, 2011). Reaksi ini dibagi atas tiga jenis yaitu:

- a) Interesterifikasi yaitu pembentukan alkil ester dari ester dengan ester.
- b) Alkoholisis yaitu pembentukan alkil ester dari suatu ester dengan ester.
- c) Asidolisis yaitu reaksi antara suatu ester dengan asam karboksilat (Frank, 2004).

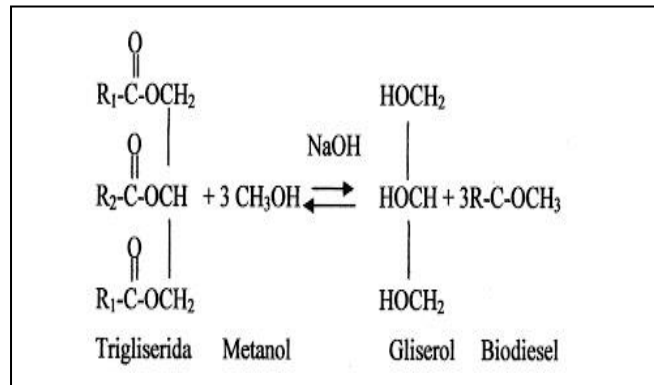
Proses transesterifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor penting antara lain :

- a. Suhu Reaksi Pengaruh suhu terhadap reaksi transesterifikasi menghasilkan metil ester dengan bahan baku trigliserida dapat

dilakukan dalam berbagai suhu reaksi telah melakukan reaksi transesterifikasi minyak jarak dengan variasi suhu reaksi 50 sampai 100 °C. Peningkatan suhu menghasilkan peningkatan laju transesterifikasi. Meskipun demikian, suhu yang paling tepat untuk transesterifikasi adalah 80 °C dengan tidak adanya kandungan asam lemak bebas di dalam bahan baku (Konwar, 2013).

- b. Perbandingan Molar Alkohol dengan Minyak Perbandingan molar antara metanol dengan minyak merupakan salah satu faktor yang sangat penting dengan adanya asam lemak bebas yang terkandung di dalam bahan baku minyak maupun lemak. Karena transesterifikasi merupakan reaksi yang setimbang, maka dibutuhkan alkohol berlebih agar kesetimbangan mengarah pada pembentukan ester asam lemak. (Yao, 2010) telah melakukan reaksi transesterifikasi minyak biji kapas dengan variasi mol alkohol dengan minyak yaitu 4:1; 9:1; 12:1 (mol / mol) dengan metil ester maksimal yang diperoleh pada perbandingan 12:1 (mol / mol).
- c. Konsentrasi Katalis Konsentrasi katalis yang digunakan bergantung pada bahan baku yang digunakan. Dalam katalis asam heterogen, konsentrasi katalis mengacu pada banyaknya gugus sulfonat yang terikat pada katalis tersebut yang bersifat polar sehingga mampu mengkonversi asam lemak bebas dalam bahan baku yang digunakan. Penelitian sebelumnya menggunakan konsentrasi katalis sebesar 2 – 6,5% (berat) untuk transesterifikasi minyak jarak dengan asam lemak bebas 8,17% (Konwar, 2013).
- d. Waktu Reaksi Semakin lama waktu reaksi transesterifikasi maka semakin besar yield yang diperoleh dari reaksi tersebut, telah melakukan reaksi transesterifikasi minyak biji kapas dengan variasi waktu 1-5 jam. Diperoleh hasil bahwa metil ester meningkat pada waktu reaksi 1 dan 2 jam sedangkan pada 3-5 jam peningkatan kadar metil ester yang terjadi tidak terlalu signifikan (Yao, 2010).

Reaksi transesterifikasi meliputi perubahan lemak/minyak menjadi senyawa metil ester. Umumnya pada reaksi transesterifikasi diperlukan adanya katalis berdasarkan reaksi pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Skema Reaksi Transesterifikasi (Sumber: Siregar, 2012)

2.6 Katalis

Katalis merupakan zat yang dapat mempercepat reaksi tanpa ikut dikonsumsi oleh keseluruhan reaksi. Pada dasarnya, katalis justru harus ikut bereaksi dengan reaktan untuk membentuk suatu zat antara yang aktif. Zat antara ini kemudian bereaksi dengan molekul reaktan yang lain menghasilkan produk. Pada akhirnya, produk kemudian terlepas dari permukaan katalis (Wahyu, 2012). Pada umumnya reaksi transesterifikasi dan esterifikasi merupakan reaksi lambat. Tanpa adanya katalis, proses pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi hanya dapat menghasilkan konversi sebesar 85% setelah 10 jam reaksi pada suhu 235 °C dengan tekanan 62 bar (Diasakou dkk., 2010).

Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama: katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau substrat) untuk sementara terjepit. Ikatan dalam substrat-substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. Reaktan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas. Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu

perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses yang memulihkan katalisnya. Berikut ini merupakan skema umum reaksi katalitik, di mana C melambangkan katalisnya:



Meskipun katalis (C) termakan oleh reaksi 1, tetapi selanjutnya dihasilkan kembali oleh reaksi 2, sehingga untuk reaksi keseluruhannya menjadi,



Katalis yang berada pada fase yang sama (liquid) dengan reaktan disebut sebagai katalis homogen. Sedangkan katalis yang berada pada fase yang berbeda dengan reaktannya (dapat berupa padatan, cairan yang tidak dapat bercampur ataupun gas) disebut sebagai katalis heterogen (Helwani, 2009).

2.6.1 Katalis Homogen

Katalis homogen terdiri atas dua jenis yaitu katalis asam homogen dan katalis basa homogen. Penggunaan katalis ini menimbulkan masalah pada proses pemisahan produk reaksi sehingga menghasilkan limbah pencucian dalam jumlah yang besar. Di samping itu, katalis basa bekerja dengan baik pada batas asam lemak bebas (ALB) < 0,5%. Jika bahan baku mengandung ALB tinggi, akan terjadi reaksi antara katalis dengan asam lemak bebas membentuk sabun (Shu, 2010). Katalis asam homogen yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi misalnya H_2SO_4 , HCl , dan H_3PO_4 . Akan tetapi penggunaan katalis ini memerlukan waktu reaksi yang lama, menyebabkan korosi pada reaktor yang digunakan, rasio molar alkohol dengan minyak harus besar serta memerlukan suhu yang tinggi (Gandy, 2014).

2.6.2 Katalis Heterogen

Katalis heterogen terdiri atas dua jenis yaitu katalis heterogen yang bersifat asam dan katalis heterogen yang bersifat basa. Beberapa katalis heterogen telah disintesis baik yang bersifat asam maupun basa. Katalis basa heterogen yang paling umum digunakan adalah senyawa oksida logam seperti logam alkali, alkali tanah sebagai katalis transesterifikasi minyak nabati. Oksida logam alkali tanah

(MgOCaO, SrO, dan BaO) dikenal sebagai oksida logam tunggal (single metal oxides) (Endalew, 2011). telah menggunakan CaO pada reaksi transesterifikasi minyak bunga matahari dengan yield 98% (Veljkovic, 2009)

Katalis basa heterogen juga dapat berupa pencampuran atau pendopingan oksida logam untuk meningkatkan kebasaannya seperti logam Na, Li, dan K yang didoping pada CaO, MgO dan BaO pada reaksi transesterifikasi minyak lobak dengan yield 96,7% (D'Cruz, 2007) dan oksida campuran antara Na, Li, dan La_2O_3 untuk transesterifikasi minyak kacang tanah menghasilkan metil ester asam lemak dengan yield > 99% (Fernando, 2009).

Selain katalis basa heterogen, katalis asam heterogen juga telah banyak digunakan untuk mengkatalisis reaksi transesterifikasi. Drelinkiewicz, (2014) telah mensintesis asam polianilin sulfonat sebagai katalis transesterifikasi dan esterifikasi menghasilkan biodiesel yang menunjukkan kereaktifan dan kestabilan katalis yang tinggi. Garcia, (2008) telah berhasil menggunakan zirkonium sulfat sebagai katalis transesterifikasi minyak kacang kedelai dengan metanol dan etanol dengan yield 98,6% (metanolisis) dan 92% (etanolisis). Menurut Kang (2012) katalis senyawa karbon dengan basis sulfonat menjadi katalis yang paling diminati saat ini karena memiliki gugus $-\text{SO}_3\text{H}$ dengan kerangka karbon yang stabil sehingga mudah dipisahkan dari sistem reaksi.

Katalis heterogen memiliki keuntungan dibandingkan dengan katalis homogen yaitu: mudah dipisahkan dari produk reaksi, lebih tahan terhadap asam lemak bebas yang terkandung di dalam bahan baku tanpa melalui reaksi saponifikasi sehingga memungkinkan untuk melakukan reaksi transesterifikasi dan esterifikasi sekaligus dengan bahan baku yang mengandung kadar asam lemak bebas yang tinggi, baik bahan baku yang berasal dari hewan maupun yang berasal dari tumbuhan (Drelinkiewicz, 2014).

2.6.3 Katalis Enzim

Reaksi transesterifikasi secara enzimatis mencegah terbentuknya sabun, reaksi terjadi pada pH netral, suhu reaksi yang lebih rendah sehingga lebih bersifat ekonomis. Beberapa metode secara enzimatis bertujuan untuk memecah ikatan kovalen, ikatan silang (cross linking) dan enkapsulasi mikro. Lipase

merupakan enzim yang paling banyak digunakan pada reaksi transesterifikasi, karena harganya lebih murah dibandingkan dengan enzim yang lain dan mampu mengkatalisis baik reaksi hidrolisis maupun transesterifikasi trigliserida dalam kondisi biasa untuk menghasilkan biodiesel (Semwal, 2011).

Telah melakukan enkapsulasi enzim lipase (*Rhizomucor miehe lipase*). Enzim tersebut dienkapsulasi di dalam fase micellar dari surfaktan yang mengandung silika. Biokatalis yang dienkapsulasi telah digunakan untuk reaksi transesterifikasitriolein dengan metanol dalam kondisi bebas pelarut. Metil ester asam lemak yang dihasilkan dengan yield 77% dengan waktu reaksi selama 96 jam dan suhu 400C (Macario, 2009).

Penggunaan katalis enzim dalam reaksi transesterifikasi memiliki permasalahan yaitu selain harga enzim yang mahal juga adanya asam lemak bebas pada bahan baku yang bereaksi dengan alkohol rantai pendek (seperti metanol dan etanol) menyebabkan enzim terdenaturasi. Gliserol sebagai salah satu produk reaksi, memberi efek negatif pada enzim yang digunakan (Lou, 2008).

2.6.4 Katalis KOH

Kalium hidroksida merupakan penamaan dalam Bahasa Indonesia untuk senyawa potassium hydroxide dan dikenal dengan nama lain seperti: caustic potash, potassia, dan potassium hydrate. Kalium hidroksida merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia KOH dimana unsur kalium (K^+) mengikat sebuah gugus hidroksil (OH^-). Seperti halnya natrium hidroksida, maka kalium hidroksida merupakan basa kuat dan banyak digunakan pada industri kimia sebagai pengontrol derajat keasaman suatu larutan maupun campuran. Proyeksi kebutuhan kalium hidroksida dalam negeri semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang menggunakannya (Diasakou dkk., 2001).

2.7 Penelitian Pendahuluan Tentang Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Karet

Biodiesel merupakan salah satu alternatif bahan bakar minyak yang dapat diperoleh dari lemak tumbuhan dan hewan Biodiesel merupakan monoalkil ester dari asam-asam lemak rantai panjang yang terkandung dalam minyak nabati atau

lemak hewani untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel (Riviani dkk., 2011).

Pada tabel 2.2 berikut ditunjukkan beberapa perkembangan penelitian terkait pembuatan biodiesel dari minyak nabati:

Tabel 2.2 Perkembangan penelitian bioediesel dari minyak biji karet

No	Referensi	Bahan Baku	Proses	Variabel	Hasil
1.	Ratna Dewi Kusumaningtyas dan Achmad Bechtiar (2012)	Minyak Biji Karet	Transesterifikasi	Waktu : 1 jam Perbandinga: 1:4 Katalis : 98% (0,5% volume minyak)	Transesterifikasi terbaik pada penggunaan katalis KOH 1% dengan suhu 60 °C.
2.	Nikma Ulya dan Endang Dwi Siswani (2017)	Minyak Biji Karet	Transesterifikasi dengan variabel waktu	Suhu : 45,65 dan 85 °C Katalis : KOH 1% dari berat minyak	Massa jenis berturut-turut sebesar 902,8; 901,7; 887,6; 899,9; 897,1 dan 884,5 kg/m ³ , viskositas berturut-turut sebesar 21,6032;22,8623; 18,1665;22,5723; 20,4164 dan 16,1066 cSt, titik tuang berturut-turut sebesar 0,3,6,-3,-3dan 0oC, Titik nyala berturut-turut sebesar 174,196,198,140, 106 dan 104 °C, serta kalor pembakaran berturut-turut sebesar 9421,3905;9724,1 315;9501,3610;96 74;6475;9369,082 0 dan 9575,4920 kal/g. Titik tuang dan titik nyala dari biodiesel B1, B2, B4, dan B5 sudah sesuai dengan SNI 7182:2012.
3.	Subhan Fauzi, Syarfi dan Bahrudin (2015)	Minyak Biji Karet	Reaktor Membran	Suhu : 60 °C Waktu Reaksi : 6 jam Katalis : H ₂ SO ₄ Rasio molar: 1;15, 1:20 dan 1:25	Rasio molar terbaik 1:20 dengan hasil produksi 62,15% dengan densitas 0,880 g/ml, viskositas 7,73

					mm ² /s dan titik nyala 180 °C. Komposisi terbesar biodiesel yaitu: 26,5% ester metil asam oleat.
4	Kulachate Pianthong dan Prachasanti Thaiyasuit (2011)	Minyak Biji Karet	Transesterifikasi dan esterifikasi	Katalis : KOH (1,5%) Perbandingan mol 6:1	FFA optimum yang dihasilkan 20% dari minyak rasio molar 6:1 sedangkan hasil yang tertinggi yang di dapat atau hasil <i>yield</i> 90%.
5.	Widayat, Agam Duma Kalista Wibowo, Hadiyanto (2013)	Minyak Biji Karet	Transesterifikasi	Katalis : H ₂ SO ₄ 0,1-1% Dari Berat Minyak 1:1,5-1:3.	Biodiesel yang dihasilkan pada waktu 120 menit dengan 60 °C adalah hasil maksimum yang diperoleh dengan FAME 53,61% Katalis yang Digunakan 0,25% Maksimum <i>Yield</i> yang diperoleh 91,05% dari Perbandingan Mol 1:3.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Pengambilan Sampel dan Waktu Penelitian

Sampel penelitian tentang pemanfaatan limbah biji karet ini diambil dari kawasan perkebunan Masyarakat di Desa Stambul Jaya Kecamatan Tanoh Alas Kabupaten Aceh Tenggara. Penelitian akan di laksanakan dari bulan Juni Sampai dengan September 2020 di laboratorium Teknik Kimia Dan Teknik Lingkungan Universitas Serambi Mekkah. Pengujian sifat-sifat Fisika dan Kimia biodiesel dilakukan di Laboratorium Baristand Aceh.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang diperlukan pada penelitian ini terdiri dari: Gelas ukur volume 100 ml; Seperangkat alat destilasi seperangkat alat shoclet 1 unit (Pyrex); Magnetic stirrer 2 buah; Erlemeyer 500 ml (Pyrex); Timbangan analitik Ohous; Blender (Miyako); Buret 1 Unit 50 ml (Pyrex); Oven (Memert); Corong pisah 1 Unit 250 ml; Ph meter (Hanna); Ph indikator Universal; Hot plate stirrel (Wesestir MSH-20A); Piknometer 5 ml (Pyrex); Viskometer oswald 7 ml (Pyrex).

Bahan-bahan yang diperlukan pada penelitian ini terdiri dari: Biji karet 3 kg; (Pengambilan sampel biji karet dari perkebunan masyarakat di Desa Stambul Jaya Kecamatan Tanoh Alas Kabupaten Aceh Tenggara), n- Hexane 5 L; Aquadest 5 L; KOH 30 gram; Methanol 7 L; Asam sulfat 85% 10 ml; Asam fosfat 0,2% 10 ml.

3.3 Pendekatan Penelitian

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, karena penelitian ini disajikan dengan angka-angka. Hal ini sesuai dengan pendapat (Ardian, 2010) yang mengemukakan penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang banyak dituntut menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel merupakan sesuatu objek pengamatan penelitian , sering juga disebut sebagai faktor yang berperan dalam penelitian atau gejala yang akan diteliti (Kerlinger, 2006), variabel adalah konstruk atau sifat yang akan dipelajari yang mempunyai nilai bervariasi.

3.4.1 Variabel Tetap (*Dependent*)

Variabel tetap atau variable terikat (*Dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas atau dipengaruhi oleh variabel berubah (Sugiyono, 2012). Adapun yang menjadi Variable tetap dalam penelitian ini adalah:

- a. Berat biji karet 3 kg
- b. Volume n-Hexane 5 L
- c. Rasio molar minyak biji karet terhadap metanol 1:6 metanol
- d. Suhu transesterifikasi 65 °C.

3.4.2 Variabel Berubah (*Independent*)

Variabel berubah atau variable bebas (*independent variable*) adalah tipe variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel yang lain (Sugiyono, 2012). Adapun yang menjadi variabel berubah dalam penelitian ini adalah:

- a. Waktu transesterifikasi FAME adalah: 45, 60, 75, dan 90 menit.
- b. Penambahan katalis, KOH 1%, 1,5%, 2% 2,5% v/v.

3.5 Tabel Data Pengamatan

Tabel data pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada lampiran Tabel 3.1

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah yang digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data dan menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam penelitian. Didalam prosedur penelitian ini, penulis membahas tentang metode

dan teknik pengumpulan data sample penelitian, preparasi sampel, preparasi katalis, sintesis biodiesel. Prosedur penelitian ini menunjukkan kepada penelitian Ulya dan Siswani (2017).

3.6.1 Preparasi Sampel

Biji karet di ambil dari perkebunan masyarakat Kabupaten Aceh Tenggara, Propinsi Aceh. Biji karet akan dilakukan beberapa tahap preparasi, yaitu :

1. Biji karet dipilih yang masih utuh dan tidak rapuh dipisahkan dari cabang dan pengotor dan di kupas dari kulitnya.
2. Bahan baku yang telah dikupas kemudian dikeringkan didalam oven pada suhu 105°C . Untuk mendapatkan berat konstan selama ± 3 jam.
3. Tahap selanjutnya biji karet yang telah dikeringkan kemudian dihancurkan dengan *blender* untuk mendapat kan ukuran bahan baku 100 mesh.
4. Biji karet yang sudah di blender diayak untuk mendapatkan ukuran partikel 100 mesh.
5. Biji karet yang telah diayak disimpan didalam desikator untuk mempertahankan *level moisture* .
6. Biji karet diekstrak menggunakan metode sokletasi pada suhu 60°C - 70°C dengan penambahan pelarut n-hexana.

3.6.2 Degumming

Degumming atau proses pemisahan getah yang terdiri dari fosfatida, protein, karbohidrat dan resin tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam biji karet. tahapan proses degumming sebagai berikut:

1. Menimbang minyak biji karet dan dipanaskan dengan suhu 80°C sambil di aduk dengan menggunakan *Magnetik stirrer*.
2. Setelah itu menambahkan asam phospat sebanyak 0,2% dari berat minyak biji karet.
3. Selanjutnya, minyak dimasukkan kedalam corong pisah untuk dipisahkan antara minyak dan pengotor yang mengendap.

4. Setelah itu dilakukan proses penyaringan minyak menggunakan kertas saring.

3.6.3 Sintesis Biodiesel

Transesterifikasi merupakan reaksi pertukaran gugus asil antara trigliserida. Proses sintesis biodiesel biji karet dilakukan dengan cara transesterifikasi. Tahapan proses sintesis biodiesel ini sebagai berikut :

1. 25 ml minyak biji karet dimasukkan kedalam labu leher tiga dan dipanaskan hingga suhu 65 °C.
2. Setelah pemanasan, masukkan methanol yang sebelumnya telah dicampurkan dengan katalis KOH (1-2,5% terhadap berat minyak) dengan perbandingan molar 1:6 dan di refluks selama waktu reaksi 45,60, 75 dan 90 menit.
3. Filtrat yang diperoleh dari reaksi transesterifikasi kemudian dimasukkan kedalam corong pisah dan diamkan selama satu hari. Pada campuran terbentuk tiga fasa dimana fasa atas dan tengah berupa metil ester dan gliserol, fasa bawah merupakan katalis.
4. Menurut Suarsa dkk (2019) lapisan atas dipisahkan dari lapisan bawah kemudian disaring hingga diperoleh hasil yang jernih. Selanjutnya didestilasi pada temperatur 65°C untuk menghilangkan sisa metanol. Biodiesel yang dihasilkan kemudian ditimbang dan dihitung *yield*-nya dengan rumus:

$$Yield \text{ biodiesel} = \frac{\text{massa biodiesel}}{\text{massa hasil transesterifikasi}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

3.7 Prosedur Analisa Data

Berikut diuraikan prosedur analisa data yang dilakukan yaitu meliputi:

3.7.1 Penentuan FFA minyak biji karet

Penentuan FFA minyak biji karet dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FFA = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{BM asam lemak}}{W \times 1000} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

V = Volume titrasi NaOH (mL)

BM = Berat Molekul asam lemak (gram/mol)

W = massa sampel biodiesel (gram)

3.7.2 Penentuan Rendemen Biodiesel

Penentuan rendemen biodiesel dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{rendemen biodiesel} = \frac{\text{Massa biodiesel}}{\text{massa minyak}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

3.7.3 Penentuan Massa Jenis

Penentuan massa jenis menggunakan rumus:

$$\rho_a = \frac{M_x - M_0}{V_p} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

V_p = volume piknometer yang digunakan (mL)

M_x = massa piknometer + aquades (gram)

M_0 = massa piknometer kosong (gram)

ρ_a = massa jenis aquades pada suhu 25⁰C (gram.ml⁻¹).

3.7.4 Penentuan Viskositas

Penentuan viskositas dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_1 = \frac{\eta_2 \rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

η_1 = viskositas biodiesel (cSt atau g cm⁻¹ s⁻¹)

η_2 = viskositas cairan pembanding yaitu air (cSt atau g cm⁻¹ s⁻¹)

ρ_1 = massa jenis biodiesel (kg/m³)

t_1 = waktu alir biodiesel melalui kapiler (detik)

t_2 = waktu alir air melalui kapiler (detik).

3.7.5 Analisis Metil Ester Dengan GC-MS

Biodiesel yang dihasilkan pada kondisi optimum diidentifikasi dengan menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS) (Suarsa dkk., 2019).

3.8 Jadwal Penelitian

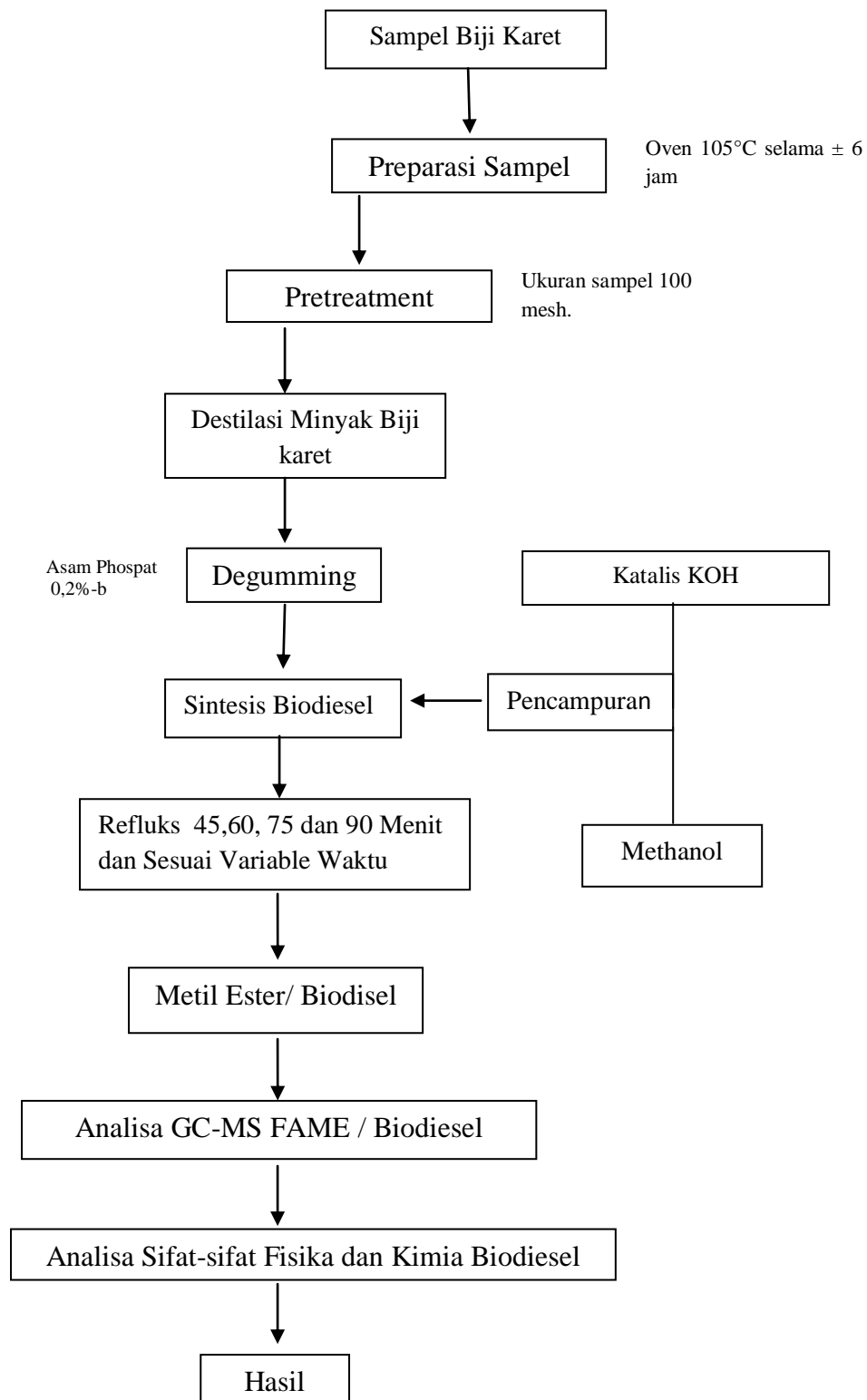
Adapun jadwal penelitian ditampilkan pada Tabel 3.2 berikut ;

Tabel 3.2 Jadwal Penelitian.

No	Kegiatan	Bulan															
		Juni				Juli				Agustus				September			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Proses Sokletasi Biji Karet																
2	Penelusuran Refrensi/ Jurnal																
3	Pengukuran Surat Ijin Penelitian																
4	Persiapan Alat dan Bahan																
5	Persiapan Katalis KOH																
6	Esterifikasi Biodiesel dengan Transesterifikasi																
7	Variasi Perlakuan Ekstansi Biodiesel																
8	Pembuatan Biodiesel																
9	Analisa Biodiesel Sifat Fisika dan Kimia																
10	Penyusunan Konsultasi dan Laporan Akhir																

3.9 Bagan Alur Penelitian

Dalam melakukan suatu penelitian sangat perlu dilakukan perencanaan dan bagan alir penelitian agar penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan baik dan sistematis. Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan dalam gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Minyak biji karet di peroleh dengan metode shokletasi dengan pelarut n-hexan, waktu shokletasi pada serbuk biji karet sekitar 6 jam dan penambahan n-hexan 150 ml. Selanjutnya, minyak biji karet melalui proses deguming dengan asam sulfat 0,2% dari berat minyak. Kemudian dilakukan uji karakteristik terhadap minyak biji karet yang diperoleh. Data uji asam lemak bebas minyak biji karet dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Uji Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Biji Karet

Kode Sampel	Pengulangan	FFA (%)
B1	1	7,80
B2	2	8,17
B3	3	8,36
Rata-rata		8,11

4.1.1 Karakteristik Biodiesel

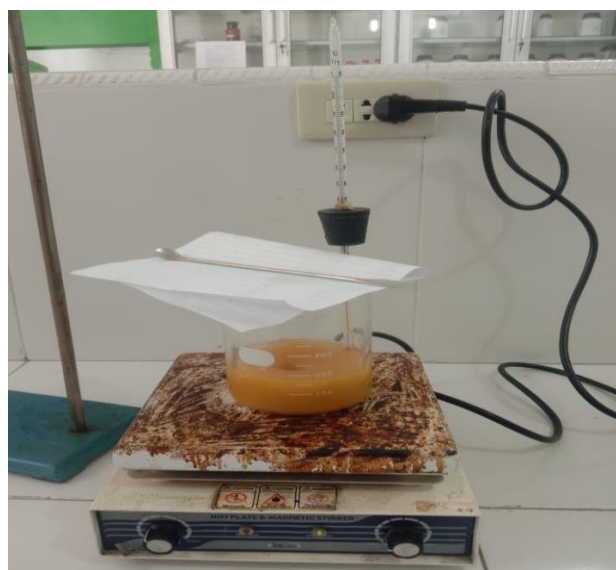
Sebelum dipakai sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, minyak biji karet yang dihasilkan dari hasil ekstraksi dari biji karet, dianalisis untuk mengetahui kandungan asam lemak bebas yang ada didalamnya. Minyak biji karet di transesterifikasi dengan perbandingan molar 1:6 menggunakan katalis KOH dengan variasi 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% dari berat minyak yang digunakan. Proses transesterifikasi juga berlangsung secara berturut-turut selama 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit, serta suhu operasi 65 °C. Hasil dari biodiesel yang diperoleh dari proses transesterifikasi akan di uji melalui beberapa parameter analisis. Parameter analisis yang digunakan dalam karakteristik biodiesel pada penelitian ini adalah rendemen, massa jenis dan visikositas. Hasil karakteristik biodiesel yang diperoleh pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Karakteristik Biodiesel dari minyak biji karet

No	Konsentrasi Katalis KOH (%)	Waktu Reaksi (Menit)	Rasio Mol	Rendemen Biodiesel (%)	Massa Jenis (Gram/ml)	Viskositas (mm ² /cSt)
1	1	45	1:6	48,08	765,5	2,71
		60	1:6	44,04	907,5	2,35
		75	1:6	45,68	781,5	2,19
		90	1:6	47,64	921,5	2,14
2	1,5	45	1:6	49,28	801,5	2,25
		60	1:6	46,08	971,5	1,38
		75	1:6	47,24	793,5	2,22
		90	1:6	46,96	829,5	1,82
3	2	45	1:6	47,44	899,5	1,97
		60	1:6	47,68	841,5	1,92
		75	1:6	44,16	803,5	2,25
		90	1:6	47,32	911,5	2,55
4	2,5	45	1:6	51,88	855,5	2,74
		60	1:6	48,24	871,5	2,44
		75	1:6	55,72	909,5	2,55
		90	1:6	55,24	875,5	2,45
SNI 7182:2015					850-890	2,3-6,0

4.2 Pembahasan

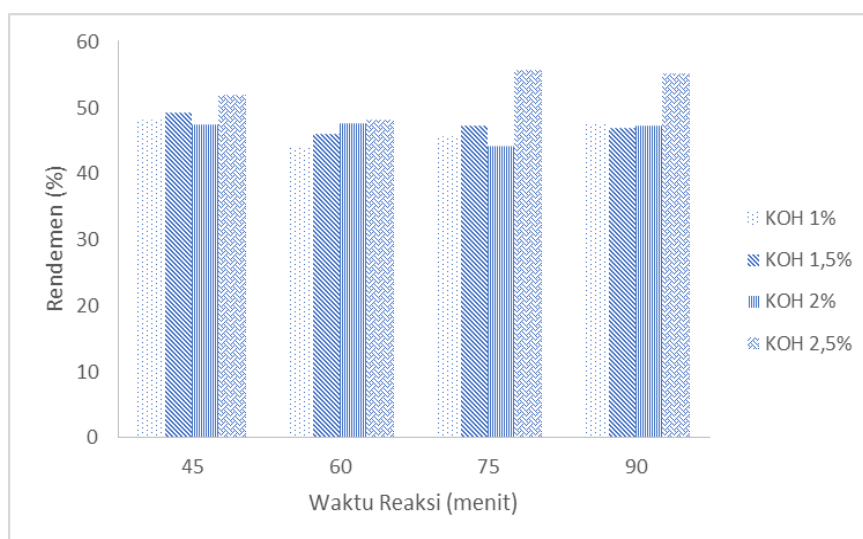
Kualitas biodiesel dari minyak biji karet yang dihasilkan dalam percobaan yang dilakukan, ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia 7182:2015. Uji karakteristik biodiesel yang diperoleh dalam percobaan ini antara lain ialah uji kadar rendemen, nilai massa jenis dan nilai viskositas dalam biodiesel yang diperoleh. Hasil uji transesterifikasi dalam percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Proses Transesterifikasi Minyak Biji Karet

4.2.1 Rendemen

Proses transesterifikasi dalam percobaan ini menghasilkan enam belas nilai rendemen yang berasal dari variasi waktu reaksi dan penambahan katalis KOH. Enam belas waktu reaksi dan katalis KOH yang digunakan pada proses transesterifikasi ini menyebabkan kadar rendemen yang berbeda-beda. Hasil uji rendemen dalam percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rendemen

Gambar 4.2 menunjukkan kadar rendemen yang diperoleh dalam proses pembuatan biodiesel dalam percobaan ini. Perbedaan waktu reaksi dan penambahan katalis KOH yang dilakukan dalam penelitian ini menyebabkan kadar rendemen yang berbeda. Dilihat dari perbedaan waktu reaksi 45 menit sampai 90 menit, dan penambahan katalis KOH dari 1% sampai dengan 2,5%. Kadar rendemen yang terdapat pada biodiesel terus semakin tinggi seiring dengan penambahan katalis KOH dan lamanya waktu transesterifikasi.

Pada waktu reaksi 45 menit dengan katalis 1% kadar rendemen naik, hal ini disebabkan oleh proses transesterifikasi yang tidak sesuai dengan standar. Selain itu pada saat proses transesterifikasi cawan yang digunakan tidak dapat keadaan tertutup rapat, hal ini juga menyebabkan methanol yang digunakan

menguap atau hilang diudara. Data rendemen yang paling tinggi diperoleh pada 75 menit katalis 2,5%, nilai rendemen 55,72%. Menurut Prihanto dkk (2013) hasil temuan penelitian beliau menyatakan semakin lama waktu reaksi pada proses transesterifikasi yang digunakan akan meningkatkan jumlah rendemen.

4.2.2 Massa Jenis Biodiesel

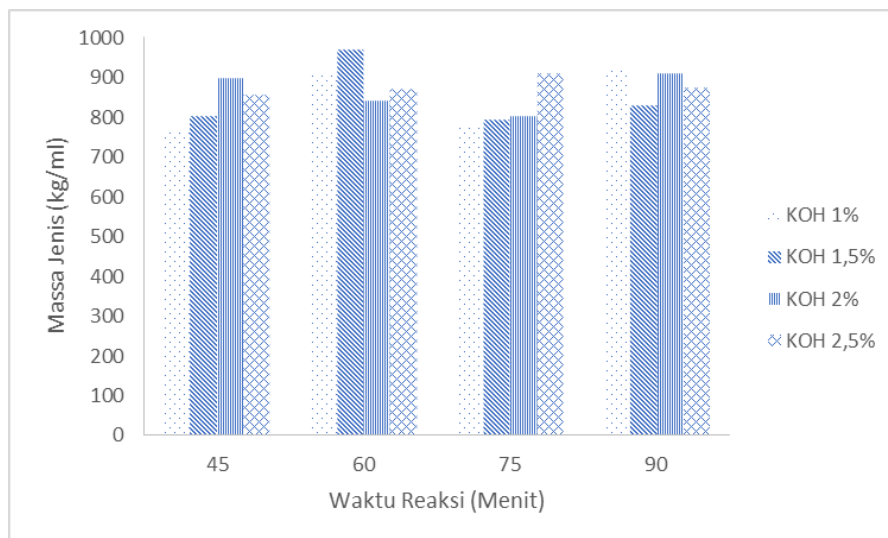
Massa jenis berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh bahan bakar pada setiap satuan volume. Pengujian karakteristik massa jenis ini dilakukan dengan alat piknometer, dalam menghitung nilai massa jenis ini dilakukan perbandingan massa zat dengan volume zat tersebut pada waktu reaksi. Berdasarkan proses uji massa jenis dalam percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Uji Massa Jenis Minyak Biji Karet

Dalam penelitian ini massa jenis diukur pada waktu reaksi 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit. Namun tidak semua hasil pelakuan memenuhi SNI 7182:2015. Hanya pelakuan waktu reaksi 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90

menit dengan katalis 2,5% yang memenuhi SNI. Nilai hasil pengujian massa jenis pada percobaan ini dapat di lihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Massa Jenis Biodiesel Minyak Biji Karet

Menurut Ulya (2017) massa jenis berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh bahan bakar pada setiap satuan volume. Berdasarkan hasil uji massa jenis biodiesel Minyak Biji Karet pada percobaan ini dengan waktu reaksi dan katalis KOH sesuai dengan variabel yang telah di tentukan menunjukan nilai yang berbeda. Perbedaan nilai tersebut dipengaruhi oleh waktu reaksi dan penambahan katalis KOH, semakin banyak penambahan katalis KOH maka minyak biodieselnnya semakin bagus, begitu juga semakin lama waktu pemanasan maka massa jenis pada biodiesel semakin tinggi, khususnya pada data katalis 2,5%. Berdasarkan SNI 7182:2015 nilai massa jenis yang diperoleh 875,5 gram/ml pada perlakuan 90 menit waktu reaksi dan katalis 2,5%.

4.2.3 Viskositas Biodiesel

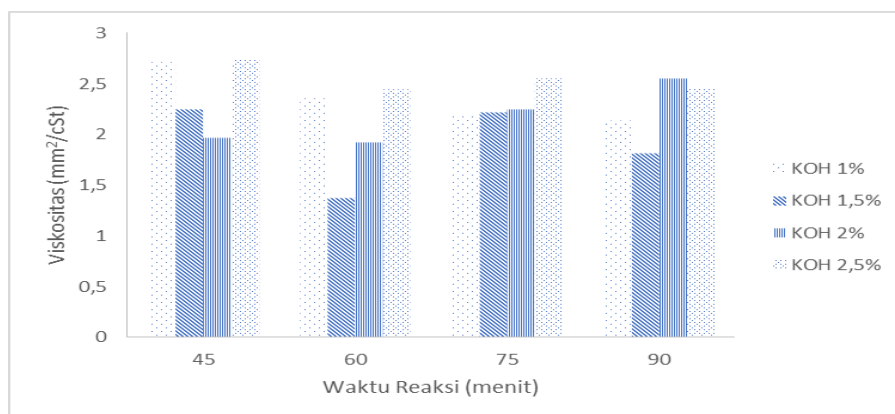
Pembuatan biodiesel dalam percobaan ini memiliki variasi waktu reaksi dan rasio katalis KOH, dimana suhu reaksi yang digunakan adalah 65°C. Hasil uji

viskositas biodiesel menggunakan viskometri ostwald dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Uji Viskositas Biodiesel Minyak Biji Karet

Nilai viskositas tertinggi dari penelitian diperoleh pada 45 menit waktu reaksi dan katalis 2,5%, dan yang terendah pada 60 menit waktu reaksi dan katalis 1,5%. Nilai viskositas yang tinggi dapat mempengaruhi kerja alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengabutan bahan bakar (Hardjono, 2001). Perbedaan waktu reaksi dan penambahan katalis KOH tersebut menghasilkan variasi nilai viskositas yang berbeda-beda. Hasil analisa nilai viskositas biodiesel dari minyak biji karet yang dilakukan pada percobaan ini dapat dilihat pada gambar 4.6.

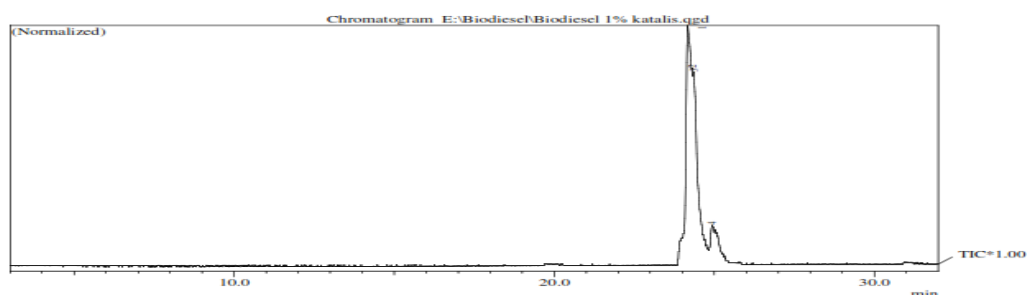


Gambar 4.6 Viskositas Biodiesel Minyak Biji Karet

Hasil uji nilai viskositas pada percobaan ini yaitu perbedaan antara waktu reaksi dan penambahan katalis KOH dapat menghasilkan nilai viskositas berbeda-beda pula. Menurut SNI 7182:2015 nilai viskositas adalah 2,3-6,0 cSt. Hasil dari uji nilai viskositas menunjukkan nilai viskositas pada waktu 45 menit dan penambahan katalis KOH 1% sebanyak 2,71 cSt, dan waktu 60 menit dengan penambahan katalis KOH 1% sebanyak 2,35 cSt dan waktu 90 menit dengan penambahan katalis KOH 2% sebanyak 2,55 cSt dan waktu 45 menit dengan penambahan katalis KOH 2,5% sebanyak 2,74 cSt dan waktu 60 menit dengan penambahan katalis KOH 2,5% sebanyak 2,44 cSt dan waktu 75 menit dengan penambahan katalis KOH 2,5% sebanyak 2,55 cSt dan waktu 90 menit dengan penambahan katalis KOH 2,5% sebanyak 2,45 cSt. Dalam hasil uji viskositas ini memiliki nilai rata-rata 1,53% cSt.

4.2.4 Analisa Gas Komposisi Menggunakan Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS) Biodiesel Dari Minyak Biji Karet.

Untuk mengetahui komponen-komponen penyusunan biodiesel pada percobaan ini, dilakukan analisa *Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)* pada hasil dalam percobaan ini. Analisa GC-MS dilakukan pada tiga sampel terbaik dengan nilai massa jenis memenuhi standar SNI 7182:2015. Analisa GC-MS dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Propinsi Aceh. Hasil GC-MS biodiesel minyak biji karet KOH 1% dapat dilihat pada Gambar 4.7. Data hasil uji konperensi *peak report TIC* ditabulasi pada Tabel 4.3.

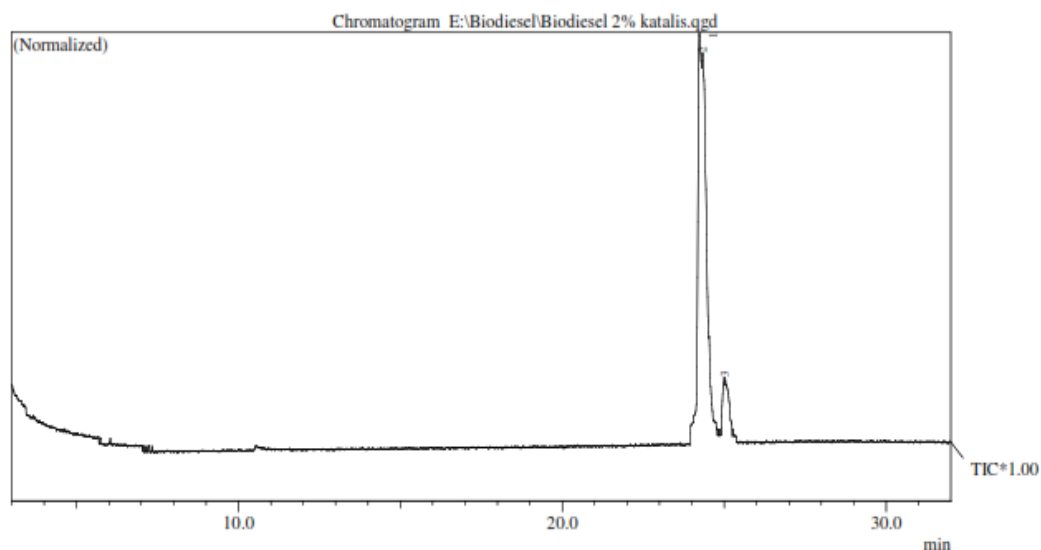


Gambar 4.7 Hasil Uji GC-MS Biodiesel Sampel 45 Menit/65°C

Tabel 4.3 Hasil *Peak Report TIC* dari sampel biodiesel 1% KOH

Peak#	R.Time	Area	Area%	Name
1	24.176	1732414	48.72	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl Oleate \$\$ Oleic acid methyl ester
2	24.308	333982	9.39	
3	24.353	1286752	36.19	9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Methyl elaidate \$\$ Elaidic acid methyl ester
4	24.929	202786	5.70	Eicosanoic acid, methyl ester (CAS) Arachidic acid methyl ester \$\$ Methyl arachate
		3555934	100.00	

Pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa komponen penyusunan biodiesel dalam percobaan ini terdiri dari *Metil Ester Asam Linoleat* dengan luas area 48.72 % dan *Metil Ester Asam Oleat* dengan luas area 36.19 %. Hal ini sesuai dengan komponen dalam bahan baku pada percobaan ini yang sebagian besar terdiri dari asam linoleat dan asam oleat. Hasil GC-MS biodiesel minyak biji karet KOH 2% dapat dilihat pada Gambar 4.8. Data hasil uji konperensi *peak report TIC* ditabulasi pada Tabel 4.4.

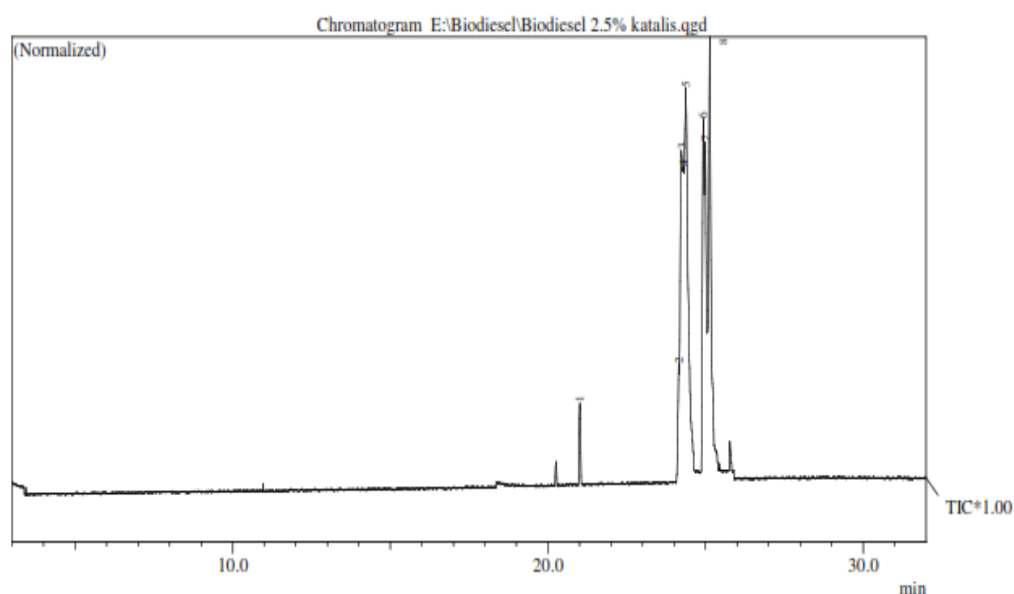


Gambar 4.8 Hasil Uji GC-MS Biodiesel Sampel 90 menit/65°C, Katalis KOH 2%

Tabel 4.4 Hasil *Peak Report TIC* dari sampel biodiesel 2% KOH

Peak#	R.Time	Area	Are%	Name
1	24.233	548286	41.64	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl oleate \$\$ Oleic acid methyl ester
2	24.334	631508	47.96	9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)- (CAS) Methyl elaidate \$\$ Elaidic acid methyl ester
3	25.006	137079	10.41	Nonanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl nonanoate \$\$ Nonanoic acid methyl ester
		1316873	100.00	

Pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa komponen penyusunan biodiesel dalam percobaan ini terdiri dari Metil Ester Asam Linoleat dengan luas area 47.96 % dan Metil Ester Asam Oleat dengan luas area 41.64 %. Hal ini sesuai dengan komponen dalam bahan baku pada percobaan ini yang sebagian besar terdiri dari asam linoleat dan asam oleat. Hasil GC-MS biodiesel minyak biji karet KOH 2,5% dapat dilihat pada Gambar 4.9. Data hasil uji konperensi *peak report TIC* ditabulasi pada Tabel 4.5.



Gambar 4.9 Hasil Uji GC-MS Biodiesel Sampel 90 menit/65°C, Katalis KOH 2,5%

Tabel 4.5 Hasil *Peak Report TIC* dari sampel biodiesel 2,5% KOH

Peak#	R.Time	Area	Area%	Name
-------	--------	------	-------	------

1	21.008	36683	2.38	Tridecanoic acid (CAS) Tridecylic acid \$\$ n-Tridecanoic acid
2	24.150	43001	2.79	7-Dodecenol \$\$ 7-DODECEN-1-OL
3	24.234	221340	14.35	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl oleate \$\$ Oleic acid methyl ester
4	24.300	128474	8.33	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl oleate \$\$ Oleic acid methyl ester
5	24.375	439648	28.51	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (CAS) Methyl oleate \$\$ Oleic acid methyl ester
6	24.933	198963	12.90	6-Dodecenol \$\$ 6-DODECEN-1-OL
7	24.991	165612	10.74	11,14-Eicosadienoic acid, methyl ester \$\$ Methyl (11E,14E)-11,14-icosadienoate
8	25.130	308221	19.99	15-Tetracosenoic acid, methyl ester, (Z)- (CAS) Methyl nervonate
		1541942	100.00	

Pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa komponen penyusunan biodiesel dalam percobaan ini terdiri dari Metil Ester Asam Linoleat dengan luas area 28.51 % dan Metil Ester Asam Oleat dengan luas area 19.99 %. Hal ini juga sesuai dengan komponen dalam bahan baku dalam percobaan ini yang sebagian besar terdiri dari asam linoleat dan asam oleat. Dalam percobaan ini tidak semua kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak buji karet berubah dalam *Metil Ester*.

Banyak komponen biodiesel yang menguap, hal ini disebabkan pada proses transesterifikasi tidak dilakukan dengan maksimal yang dikarenakan keterbatasan alat dalam proses percobaan pembuatan biodiesel. Selain itu waktu reaksi dan lamanya waktu pemanasan dapat menyebabkan komponen dalam biodiesel tidak dapat keluar atau menguap.

Selain itu tingginya kandungan asam lemak bebas dalam minyak biji karet juga dapat menghambat proses transesterifikasi. Menurut Rohman dan Riyanto (2005) proses transesterifikasi dari minyak nabati yang memiliki kandungan asam lemak bebas cukup tinggi akan terjadi blocking reaksi pembentukan biodiesel. Terjadinya blocking reaksi akan mengakibatkan methanol yang seharusnya bereaksi dengan trigliserida terhalang oleh reaksi pembentukan sabun. Blocking reaksi juga mengakibatkan sulitnya pemisahan biodiesel dengan gliserol, akibatnya terbentuknya sabun sehingga rendemen yang dihasilkan juga menurun.

Sulitnya pemisahan produk ini juga dapat mengurangi kualitas biodiesel yang dihasilkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pembuatan biodiesel minyak biji karet sangat dipengaruhi oleh waktu operasi dan penambahan katalis KOH biodiesel tertinggi 55,72% diperoleh pada waktu 75 menit dan pada katalis 2,5%.
2. Sifat-sifat fisika dan kimia biodiesel minyak biji karet berupa viskositas, densitas dan rendemen sangat dipengaruhi oleh waktu operasi dan penambahan katalis KOH, viskositas dan massa jenis terbaik yang memenuhi SNI 7182:2015 terjadi pada kondisi operasi 90 menit dengan penambahan katalis KOH 2,5% dengan nilai viskositas yang diperoleh 2,45 mm²/cSt dan massa jenis yang diperoleh sebesar 875,5 gram/ml.

5.2 Saran

1. Diperlukan proses esterifikasi terlebih dahulu sebelum melakukan proses transesterifikasi, dikarenakan kadar FFA dalam minyak biji karet masih rendah.
2. Diperlukan uji analisa FTIR pada katalis KOH untuk mengetahui luas pori-pori penambahan aktivasi katalis.
3. Perlu penelitian lebih lanjut pembuatan by produk dari transesterifikasi biodiesel minyak biji karet seperti metanol sisa, dan gliserin sisa agar dapat dikonversi menjadi produk lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, E., 2010. Pendekatan Penelitian Kuantitatif, *Skripsi*. Fakultas Psikologi, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.
- Budiman, A., 2014. Biodiesel Bahan Baku, Proses, dan Teknologi, *Skripsi*. Yogyakarta: UGM Press.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. "Biodiesel". Kalimantan Selatan.
- Chouhan, AP., 2011. Modern Heterogenous Catalyst for Biodiesel Production: A Comprehensive Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 15:4378-4399.
- D'Cruz, 2007. Synthesis of Biodiesel From Canola Oil Using Heterogenous Base Catalyst. *J Am Oil Chem Soc*;84:937-943.
- Drelienkiewics, D., Kalembe-Jaje, Z., Lalik, E., Kosydar, R. 2014. Organo-Sulfonic Acids Doped Polyaniline-Based Solid Acid Catalysts for The Formation of Bio-esters in Transesterification and Esterification Reactions. *Fuel* 116: 760-771.
- Diasakou, M., A. 2010. Kinetics of the non-catalytic transesterification of soybean oil. *Fuel* 77:1297-1302.
- Endalew, A., 2011. Inorganic Heterogenous Catalyst for Biodiesel Production From Vegetable Oils. *Biomass And Bioenergy*;35:3787-3809.
- Fauzi, S., Syardi., Bahrudin 2015. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Karet, *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Frank, G., 2004. *The Chemistry of Oil and Fats*. Publish in USA and Canada.
- Gandy, 2014. Katalis Asam Homogen Dengan Reaksi Transesterifikasi, Jakarta.
- GAPKINDO, 2012. Luas perkebunan karet. <http://www.gapkindo.org/index/luas-perkebunan-karet-id.html>, diakses pada 01 April 2020.
- Garcia, C.M. 2008. Transesterification of Soybean Oil Catalyzed by Sulfated Zirconia. *Bioresour. Technol.* 99, 6608-6613.
- Helwani, Z., 2009. Solid Heterogenous Catalysts for Transesterification of Triglycerides With Methanol: A Review. *Appl Catal A*:363:1-10.

- Hakim dan Mukhtadi, 2017. Proses Pembuatan Minyak Biji Karet Dengan Menggunakan Metode Screed Pressing. Fakultas Teknik Kimia Departemen Teknologi Indonesia, Sekolah Vokasi, *Skripsi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hardjono, L., 2001. Nilai viskositas yang tinggi dapat mempengaruhi kerja alat injeksi bahan bakar mempersulit pengabutan bahan bakar, *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau. Riau
- Ketaren, S., 2012. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI-Press, Jakarta
- Kusumaningtyas, R. D., 2012. Kondisi Operasi Terbaik Pada Transesterifikasi Minyak Biji Karet, *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Konwar, L., 2013. Biodiesel Production From Acid Oils Using Sulfonated Carbon Catalyst Derived From Oil-Cake Waste. *Journal of Molecular Catalysis*. Elsevier B.V. All rights reserved:1-10.
- Karima, R., 2015. Hasil Pengujian Komposisi Asam Lemak Pada Minyak Biji Karet. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan. *Jurnal Baristand Banjar baru*. Vol 7. No. 1.39-43.
- Kerlinger, 2006. *Asas-Asas Penelitian Behaviour*. Edisi 3, Cetakan 7. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kementerian Perindustrian, 2012. Nilai impor barang jadi karet berdasarkan negara asal. Kementerian Perindustrian, Jakarta. Didownload dari <http://kemenperin.go.id> tanggal 01 April 2020.
- Lian, H. S., Huang, J. Zhang, Z. Kang, and Y. Liu. One-step Solvothermal Synthesis of ZnO-Carbon Composite Spheres Containing Different Ammounts of Carbon and Their Use as Visible Light Photocatalysts, J. *Solid State Communication*, 11, 003, (2012).
- Lou, W., 2008. Efficient Production of Biodiesel From High Free Fatty Acid-Containing Waste Oils Using Various Carbohydrate-Derived Solid Acid Catalysts. *Bioresource Technology*;99;8752-8758.
- Macario, A., 2009. Increasing Stability and Productivity of Lipase Enzyme by Encapsulation in A Porous Organic-Inorganic System. Microporous *Mesoporous Mater*.118, 334340.

- Pertamina, 2005. Industrial Diesel Oil (Minyak Diesel). <http://www.pertamina.com/indonesia/headoffice/hilirppdn/product/prdsolar.html>. (01 April 2020).
- Prihandana dan Hendroko, 2008. Sumber Utama BBM Dari Tumbuh-tumbuhan Untuk Memproduksi BBM. Jakarta: Buku Energi Hijau.
- Pianthong dan Thaiyasuit, 2011. Penggunaan Katalis KOH Pada Biodiesel Dari Biji Karet, *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Ubat Ratchathani 34190, Thailand.
- Prihanto, dkk., 2013. Proses transterifikasi minyak biji karet digunakan untuk meningkatkan jumlah rendemen, *Tesis*. Program Studi Kimia Fakultas Teknik. Semarang.
- Rivai, V., 2012. Manajemen Sumber Pembibitan Biji Karet. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Rohman, A., & Riyanto, S. (2005). Komposisi Asam Lemak Dari Biji Karet. *Majalah Farmasi Indonesia*, 16(3), 136–140.
- Soerawidjaja, T., H. 2006. Fondasi-Fondasi Ilmiah dan Keteknikan dari Teknologi Pembuatan Biodiesel. *Handout Seminar Nasional; Biodiesel Sebagai Energi Alternatif Masa Depan*, UGM Yogyakarta.
- Suarsa, 2019. Transesterifikasi Minyak Biji Karet Menggunakan Katalis Heterogen, *Skripsi*. Program Studi Kimia FMIFA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali.
- Setyawardhani, 2003^(a). Metanolisis Asam Lemak Dari Minyak Kacang Tanah Untuk Pembuatan Biodiesel, *Tesis*. Fakultas Paska Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Setyawardhani, D. A., 2010^(b). Penggunaan Katalis KOH Pada Biodiesel Dari Biji Karet, *Tesis*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Susila. W., 2009. Proses Pembuatan Biodiesel (metil ester) Dari Bahan Nabati, *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Shu, Q., 2010. Synthesis of Biodiesel From Waste Vegetable Oil With Large Amounts of Free Fatty Acids Using a Carbon Based Solid Acid Catalyst. *Appl Energy*;87:25892596.

- Sugiyono, 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Singh, AK., Fernando SD. 2009. Preparation and Reaction Kinetics Studies of Na-based Mixed Metal Oxide for Transesterification. *Energy Fuels*; 23: 5160-5164.
- Sathiver, 2005. Biodiesel Dari Tumbuh-tumbuhan Maupun Lemak Hewan, Jakarta.
- Semwal, S., 2011. Review Biodiesel Production Using Heterogenous Catalysts. *Bioresource Technology*. vol; 102: 2151-2161.
- Tim Karya Tani Mandiri, 2010. Pedoman Bertanam Karet. Nuansa Aulia. Bandung.
- Ulya dan Siswani, 2017. Pemanfaatan Hasil Dari Tanaman Biji Karet yang Belum Dilakukan Secara Maksimal, *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Kimia, FMIFA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ulya, 2017. Massa jenis berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan bahan bakar pada setiap satuan volume, *Tesis*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Veljkovic, V.B. 2009. Kinetics of Sunflower Oil Methanolysis Catalyzed by Calcium Oxide. *Fuel* 88: 554-562.
- Widyastuti, L., 2007. Reaksi Metanolisis Biji Jarak Menjadi Metil Ester sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel dengan Menggunakan Katalis KOH. (*Skripsi*). Universitas Negeri Semarang. Semarang. hlm. 9 – 30.
- Wibisobo, A., 2007. Conoco Philips Produksi Biodiesel Dari Lemak Babi, Jakarta.
- Wahyu, 2015. Pengaruh Mempercepat Katalis H-Zeolit, *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau. Riau.
- Widayat, 2013. Penggunaan Katalis KOH Pada Biodiesel Dari Biji Karet, *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Yao.J.,Sun.P.,Zhang.L.,Xu.N.2010. Low Boiling Point Organaic Amine-Catalyzed Transesterification of Cottonsed Oil to Biodiesel with Trace Amount of KOH as Co-Calatyst, *Skripsi*. University of Tecnology Nanjing China.
- <https://www.bisnis.com> akses 02-September-2020.

LAMPIRAN A

DATA PENGAMATAN

Lampiran A.1 Tabel Standar Biodiesel Menurut SNI 7182:125

No	Parameter Uji	SNI 7182:2015	Satuan, min/maks
1	Massa jenis pada 40°C	850 -890	kg/m ³
2	Viskositas Kinematik pada 40°C	2,3 - 6,0	mm ² /s (cSt)
3	Angka setana	51	Min
4	Titik nyala (mangkuk tertutup)	100	°C, min
5	Titik kabut	18	°C, maks
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam pada 50°C)	nomor 1	
7	Residu karbon		%-massa, maks
	- dalam per contoh asli, atau	0,05	
	- dalam 10% ampas distilasi	0,3	
8	Air dan sedimen	0,05	%-vol, maks
9	Temperatur distilasi 90%	360	°C, maks
10	Abu tersulfatkan	0,02	%-massa, maks
11	Belerang	100	mg/kg, maks
12	Fosfor	10	mg/kg, maks
13	Angka asam	0,5	mg-KOH/g, maks
14	Gliserol bebas	0,02	%-massa, maks
15	Gliserol	0,24	%-massa, maks
16	Kadar ester metil	96,5	%-massa, min
17	Angka iodium	115	%-massa(g-I ₂ /100g), maks
18	Kadar monogliserida	0,8	%-massa, maks
9	Kestabilan oksidasi		Menit
	- Periode induksi metode rancimat, atau	360	
	- Periode induksi metode petrooksi	27	

(Sumber:Badan Standarisasi Nasional. 2019)

Lampiran A.2 Tabel Hasil Data Uji Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Biji Karet

Kode Sampel	Pengulangan	FFA (%)
B1	1	7,80
B2	2	8,17
B3	3	8,36
Rata-rata		8,11

Lampiran A.3 Tabel Hasil Data Biodiesel

No	Konsentrasi Katalis KOH (%)	Waktu Reaksi (Menit)	Rasio Mol	Rendemen Biodiesel (%)	Massa Jenis (Gram/ml)	Viskositas (mm ² /cSt)
1	1	45	1:6	48,08	765,5	2,71
		60	1:6	44,04	907,5	2,35
		75	1:6	45,68	781,5	2,19
		90	1:6	47,64	921,5	2,14
2	1,5	45	1:6	49,28	801,5	2,25
		60	1:6	46,08	971,5	1,38
		75	1:6	47,24	793,5	2,22
		90	1:6	46,96	829,5	1,82
3	2	45	1:6	47,44	899,5	1,97
		60	1:6	47,68	841,5	1,92
		75	1:6	44,16	803,5	2,25
		90	1:6	47,32	911,5	2,55
4	2,5	45	1:6	51,88	855,5	2,74
		60	1:6	48,24	871,5	2,44
		75	1:6	55,72	909,5	2,55
		90	1:6	55,24	875,5	2,45
SNI7182:2015					850-890	1,53

LAMPIRAN B

CONTOH PERHITUNGAN

Lampiran B.1 Data FFA Minyak Biji Karet.

No	Volume NaOH (ml)	FFA (%)
P.1	8,3	7,80
P.2	8,7	8,17
P.3	8,9	8,36
Rata-rata		8,11

Penentuan FFA Minyak Biji Karert :

$$FFA = \frac{v \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times BM \text{ Asam Lemak}}{W \times 1000} \times 100\%$$

a) Pengulangan Pertama

$$\begin{aligned}
 FFA &= \frac{8,3 \text{ ml} \times 1 \text{ N} \times 282}{3 \times 1000} \times 100\% \\
 &= 7,80 \%
 \end{aligned}$$

b) Pengulangan Kedua

$$\begin{aligned}
 FFA &= \frac{8,7 \text{ ml} \times 1 \text{ N} \times 282}{3 \times 1000} \times 100\% \\
 &= 8,17 \%
 \end{aligned}$$

c) Pengulangan Ketiga

$$\begin{aligned}
 FFA &= \frac{8,9 \text{ ml} \times 1 \text{ N} \times 282}{3 \times 1000} \times 100\% \\
 &= 8,36 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata kadar FFA Minyak Biji Karet} &= 7,80\% + 8,17\% + 8,36\% \\
 &= 8,11 \%
 \end{aligned}$$

Lampiran B.2 Data Rendemen Yield

No	Waktu Reaksi (Menit)	Konsentrasi Katalis KOH (%)	Minyak + Metanol (ml) (25 ml + 150 ml)	FAME Biodiesel (ml)	Rendemen Biodiesel (%)
1	45	1	175	12,02	48,08
	60		175	11,01	44,04
	75		175	11,42	45,68
	90		175	11,91	47,64
2	45	1,5	175	12,32	49,28
	60		175	11,52	46,08
	75		175	11,81	47,24
	90		175	11,74	46,96
3	45	2	175	11,86	47,44
	60		175	11,92	47,68
	75		175	11,04	44,16
	90		175	11,83	47,32
4	45	2,5	175	12,97	51,88
	60		175	12,06	48,24
	75		175	12,55	55,72
	90		175	13,75	55,24
Rata-rata					50,15

Penentuan nilai rendemen pada minyak biji karet :

$$Yield = \frac{Masa Biodiesel}{Massa Minyak} \times 100\%$$

a) Waktu 45 menit dengan katalis 1 %

$$Yield = \frac{12,02 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100$$

$$= 48,08\%$$

b) Waktu 45 menit dengan katalis 1,5 %

$$Yield = \frac{11,01 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 44,04\%$$

c) Waktu 45 menit dengan katalis 2 %

$$Yield = \frac{11,42 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 45,68\%$$

d) Waktu 45 menit dengan katalis 2,5 %

$$Yield = \frac{11,91 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 47,64\%$$

e) Waktu 60 menit dengan katalis 1 %

$$Yield = \frac{12,32 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 10$$

$$= 49,28\%$$

f) Waktu 60 menit dengan katalis 1,5 %

$$Yield = \frac{11,52 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 46,08\%$$

g) Waktu 60 menit dengan katalis 2 %

$$Yield = \frac{11,81 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 47,24\%$$

h) Waktu 60 menit dengan katalis 2,5 %

$$Yield = \frac{11,74 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 46,96\%$$

i) Waktu 75 menit dengan katalis 1 %

$$Yield = \frac{11,86 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 47,44\%$$

j) Waktu 75 menit dengan katalis 1,5 %

$$Yield = \frac{11,92 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 47,68\%$$

k) Waktu 75 menit dengan katalis 2 %

$$Yield = \frac{11,04 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 44,16\%$$

l) Waktu 75 menit dengan katalis 2,5 %

$$Yield = \frac{11,83 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 47,32\%$$

m) Waktu 90 menit dengan katalis 1 %

$$Yield = \frac{12,97 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 51,88\%$$

n) Waktu 90 menit dengan katalis 1,5 %

$$Yield = \frac{12,06 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 48,24\%$$

o) Waktu 90 menit dengan katalis 2 %

$$Yield = \frac{13,93 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 55,72\%$$

p) Waktu 90 menit dengan katalis 2,5 %

$$Yield = \frac{13,81 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$= 55,24\%$$

Lampiran B.3 Data Massa Jenis Biodiesel

No	Waktu reaksi (Menit)	Konsentrasi Katalis KOH (%)	Massa piknometer + Biodiesel (gr)	Massa jenis (kg/ml)
1	45	1	15,81	765,5
	60		16,52	907,5
	75		15,89	781,5
	90		16,59	921,5
2	45	1,5	15,99	801,5
	60		16,84	971,5
	75		15,95	793,5
	90		16,13	829,5
3	45	2	16,48	899,5
	60		16,19	841,5
	75		16,00	803,5
	90		16,54	911,5
4	45	2,5	16,26	855,5
	60		16,34	871,5
	75		16,53	909,5
	90		16,36	875,5
Rata-rata				80,93

Penentuan nilai masa jenis pada biodiesel minyak biji karet :

$$\text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} = \frac{Mx - Mo}{Vp}$$

Keterangan :

Vp = Volume piknometer

Mx = Massa piknometer + Aquades (Gram)

Mo = Massa piknometer kosong (Gram)

Diketahui :

Mx = 16,68 (Gram)

Mo = 11,93 (Gram)

Masa jenis air =

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} &= \frac{Mx - Mo}{Vp} \\ &= \frac{16,68 - 11,93 \text{ gram}}{5 \text{ ml}} \\ &= 0,95 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

untuk menghitung massa jenis sebagai berikut :

$$\rho = \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})$$

a) Densitas pada waktu 45 menit dengan katalis 1 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{15,81 - 11,93}{5} \\ &= 0,776 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,0006 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,776 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,776 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,7655 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 765,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

b) Densitas pada waktu 45 menit dengan katalis 1,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,52 - 11,93}{5} \\ &= 0,918 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,918 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,918 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,918 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,918 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,9075 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 907,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

c) Densitas pada waktu 45 menit dengan katalis 2 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{15,89 - 11,93}{5} \\ &= 0,792 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,792 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,792 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,792 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,792 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,7815 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 781,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

d) Densitas pada waktu 45 menit dengan katalis 2,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,59 - 11,93}{5} \\ &= 0,932 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,932 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,932 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,932 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,932 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,9215 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 921,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

e) Densitas pada waktu 60 menit dengan katalis 1 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{15,99 - 11,93}{5} \\ &= 0,812 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,812 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,812 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,812 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,812 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,8015 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 801,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

f) Densitas pada waktu 60 menit dengan katalis 1,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,84 - 11,93}{5} \\ &= 0,982 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,982 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,982 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,982 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,982 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,9715 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 971,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

g) Densitas pada waktu 60 menit dengan katalis 2 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{15,95 - 11,93}{5} \\ &= 0,804 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,804 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,804 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,804 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,804 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,7935 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 793,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

h) Densitas pada waktu 60 menit dengan katalis 2,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,13 - 11,93}{5} \\ &= 0,84 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,84 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,84 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,84 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,84 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,8295 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 829,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

i) Densitas pada waktu 75 menit dengan katalis 1 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,48 - 11,93}{5} \\ &= 0,91 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,91 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,91 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,91 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,91 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,8995 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 899,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

j) Densitas pada waktu 75 menit dengan katalis 1,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,19 - 11,93}{5} \\ &= 0,852 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,852 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,852 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,852 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,8415 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 841,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

k) Densitas pada waktu 75 menit dengan katalis 2 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,00 - 11,93}{5} \\ &= 0,814 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,814 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,814 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,814 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,8035 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 803,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

l) Densitas pada waktu 75 menit dengan katalis 2,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,54 - 11,93}{5} \\ &= 0,922 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,922 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,922 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,922 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,9115 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 911,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

m) Densitas pada waktu 90 menit dengan katalis 1 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,26 - 11,93}{5} \\ &= 0,866 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,866 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,866 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,866 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,866 - 0,0105 \\ \rho' &= 0,8555 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 855,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

n) Densitas pada waktu 90 menit dengan katalis 1,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,34 - 11,93}{5} \\ &= 0,882 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,882 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,882 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,882 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,8715 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 871,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

o) Densitas pada waktu 90 menit dengan katalis 2 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,53 - 11,93}{5} \\ &= 0,92 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,92 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,92 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,92 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,9095 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 909,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

p) Densitas pada waktu 90 menit dengan katalis 2,5 %

$$\begin{aligned} \text{massa jenis pada } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{16,36 - 11,93}{5} \\ &= 0,886 \text{ gr/ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa jenis pada saat suhu } 40^{\circ}\text{C} \\ \rho &= \rho' + 0,0007 (T^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,886 &= \rho' + 0,0007 (40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) \\ 0,886 &= \rho' + 0,0007 (15^{\circ}\text{C}) \\ 0,886 &= \rho' + 0,0105 \\ \rho' &= 0,8755 \text{ gr/ml} \\ \rho' &= 875,5 \text{ kg/ml} \end{aligned}$$

Lampiran B.4 Data Analisa Viskositas

No	Waktu reaksi (Menit)	Konsentrasi Katalis KOH (%)	Viskositas (mm ² /cSt)
1	45	1	2,71
	60		2,35
	75		2,19
	90		2,14
2	45	1,5	2,25
	60		1,38
	75		2,22

	90		1,82
3	45	2	1,97
	60		1,92
	75		2,25
	90		2,55
4	45	2,5	2,74
	60		2,44
	75		2,55
	90		2,45
Rata-rata			1,53

Viskositas biodiesel ditentukan dengan persamaan berikut

$$\eta = \frac{\eta_w \cdot \rho_b \cdot t_b}{\rho_w \cdot t_w}$$

Keterangan :

η_b = viskikositas biodiesel (cSt/mm²/s)

η_w = viskositas air (cSt/mm²/s)

ρ_b = massa jenis biodiesel (kg/m³)

ρ_w = massa jenis air (kg/m³)

t_b = waktu alir biodiesel melalui kapiler (s)

t_w = waktu alir air melalui kapiler (s)

viskositas air :

viskositas air pada suhu 25°C = 0,890 cSt

viskositas air pada suhu 40°C = 0,653 cSt

a) Viskositas pada waktu 45 menit dengan katalis 1 %

Diketahui :

η_w = 0,653 cSt

ρ_b = 871,3 (kg/ml)

ρ_w = 960,5 (kg/m³)

t_b = 59,6 (s)

t_w = 13 (s)

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 871,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 59,6 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{33909,95044}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,71 \text{ cSt}$$

b) Viskositas pada waktu 45 menit dengan katalis 1,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ cSt}$$

$$\rho_b = 781,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 57,7 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 781,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 57,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{29445,43515}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,35 \text{ cSt}$$

c) Viskositas pada waktu 45 menit dengan katalis 2 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ cSt}$$

$$\rho_b = 781,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 53,7 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 781,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{27404,15715}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,19 \text{ cSt}$$

d) Viskositas pada waktu 45 menit dengan katalis 2,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ cSt}$$

$$\rho_b = 765,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 12,85 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 765,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{26843,09955}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,14 \text{ cSt}$$

e) Viskositas pada waktu 60 menit dengan katalis 1 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 801,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 5,93 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 801,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{28105,47915}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,25 \text{ cSt}$$

f) Viskositas pada waktu 60 menit dengan katalis 1,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ cSt}$$

$$\rho_b = 761,2 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 34,9 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 761,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 34,9 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{17347,51964}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 1,38 \text{ cSt}$$

g) Viskositas pada waktu 60 menit dengan katalis 2 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 793,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 5,50 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 793,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 5,5 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{27824,95035}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,22 \text{ cSt}$$

h) Viskositas pada waktu 60 menit dengan katalis 2,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ cSt}$$

$$\rho_b = 675,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 51,8 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 675,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 51,8s}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{22849,0577}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 1,82 \text{ cSt}$$

i) Viskositas pada waktu 75 menit dengan katalis 1 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ cSt}$$

$$\rho_b = 761,6 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 49,7 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 761,6 \text{ kg/m}^3 \cdot 49,7s}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{24717,04256}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 1,97 \text{ cSt}$$

j) Viskositas pada waktu 75 menit dengan katalis 1,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 871,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 42,3 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 871,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 42,3 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{24072,48585}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 1,92 \text{ cSt}$$

k) Viskositas pada waktu 75 menit dengan katalis 2 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 801,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 7,20 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 803,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{28175,61135}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,25 \text{ cSt}$$

l) Viskositas pada waktu 75 menit dengan katalis 2,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 911,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 13,65 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 911,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{31962,75015}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,55 \text{ cSt}$$

m) Viskositas pada waktu 90 menit dengan katalis 1 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 882,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 59,5 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 882,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 59,5 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{34288,21375}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,74 \text{ cSt}$$

n) Viskositas pada waktu 90 menit dengan katalis 1,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 871,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 6,67 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 871,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{30560,10615}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,44 \text{ cSt}$$

o) Viskositas pada waktu 90 menit dengan katalis 2 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 909,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 9,08 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 909,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{31892,61795}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,55 \text{ cSt}$$

p) Viskositas pada waktu 90 menit dengan katalis 2,5 %

Diketahui :

$$\eta_w = 0,653 \text{ (cSt)}$$

$$\rho_b = 875,5 \text{ (kg/ml)}$$

$$\rho_w = 960,5 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = 8,19 \text{ (s)}$$

$$t_w = 13 \text{ (s)}$$

Jawab :

$$\eta = \frac{0,653 \text{ cSt} \cdot 875,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 53,7 \text{ s}}{960,5 \text{ kg/m}^3 \cdot 13 \text{ s}}$$

$$\eta = \frac{30700,38055}{12486,5} \text{ cSt}$$

$$\eta = 2,45 \text{ cSt}$$

LAMPIRAN C
DOKUMENTASI PENELITIAN



Lamp C.1 Pengumpulan Bahan Baku Biji Karet



Lamp C.2 Biji Karet



Lamp C.3 Pemisahan Kulit Ari Biji Karet



Lamp C.4 Proses Pengeringan Sampel



Lamp C.5 Penimbangan Bahan Baku



Lamp C.6 Sampel Sokletasi 50 gr



Lamp C.7 Proses Shokletasi



Lamp C.8 Proses Destilasi



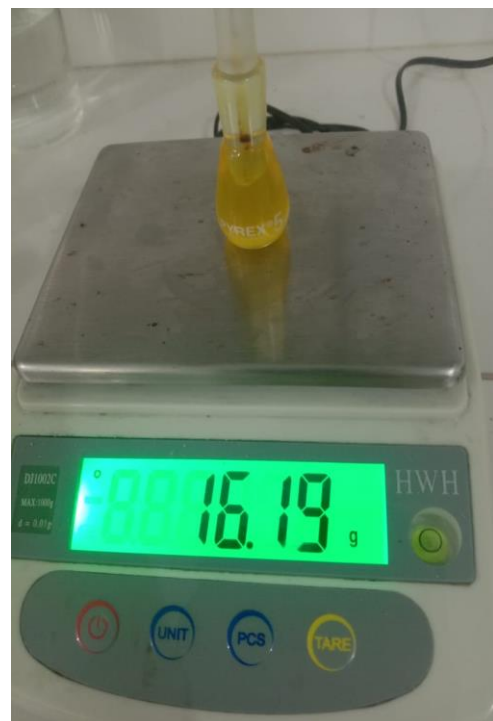
Lamp C.9 Minyak Biji Karet



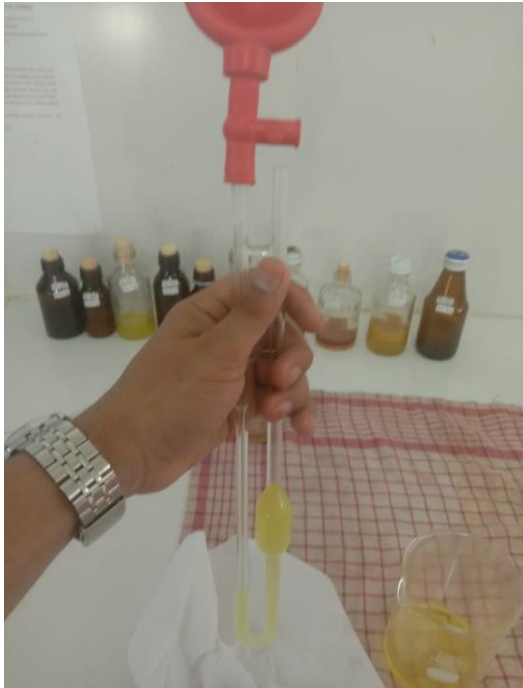
Lamp C.10 Katalis KOH



Lamp C.11 Pemisahan Biodiesel



Lamp C.12 Pengukuran Massa Jenis



Lamp C.13 Pengukuran Viskositas



Lamp C.14 Proses Degumming



Lamp C.15 Hasil Titrasi FFA

BIODATA PENULIS

Identitas Diri : Pardi
Tempat Tanggal Lahir : Rumah Kampung, 17 April 1998
Kebangsaan/Suku : Indonesia/Alas
Agama : Islam
Status : Belum Kawin
Alamat : Stambul Jaya Kecamatan Tanoh Alas
Kabupaten Aceh Tenggara
No. Hp : 0822-7734-7984
Email : Pardicane@gmail.com

Nama Orang Tua

Nama Ayah : Rasidin
Nama Ibu : Siti Rohani
Alamat : Stambul Jaya Kecamatan Tanoh Alas
Kabupaten Aceh Tenggara

Riwayat Pendidikan

SD Negeri Engkran Muara : Tahun 2004-2010
SMP 4 Negeri Tanoh Alas : Tahun 2010-2013
MA Negeri Lawe Alas : Tahun 2013-2016
S1 Teknik Kimia Universitas Serambi Mekkah : Tahun 2016-2020

Tugas Akhir :

**“Pembuatan Biodiesel Berbahan Baku Biji Karet (*Havea brasiliensis*)
Meggunakan Katalis KOH Melalui Proses Transesterifikasi”.**

Tertanda,

Pardi, S.T