

**ALKOHOLISIS MINYAK KEMIRI MENJADI
BIODIESEL DENGAN KATALIS LIMBAH
PERENKAHAN PERTAMINA RU III
PALEMBANG**

**DEVI JULIANA PUTRI
94218011**



TESIS

Untuk memperoleh gelar Megister dalam bidang Ilmu Teknik Kimia Universitas
Muhammadiyah Palembang
Dengan wibawa Rektor Universitas Muhammadiyah Pelambang
Dipertahankan pada tanggal 30 Agustus 2021
Di Unuversitas Muhammadiyah Palembang

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**ALKHOLISIS MINYAK KEMIRI MENJADI BODIESEL
DENGAN KATALIS LIMBAH PERENKAHAN PETAMINA
RU III PALEMBANG**

TESIS

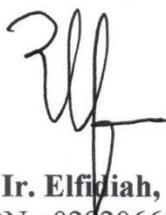
NAMA: DEVI JULIANA PUTRI

NIM: 942180011

Disetujui untuk disampaikan kepada Panitia Penguji

Pada Tanggal: 30 Agustus 2021

Pembimbing 1



Dr. Ir. Elfidiah, M.T
NIDN : 0202066401

Pembimbing 2



Dr. Ir. H. Muhammad Faisal, DEA
NIDN. 0014055803

**Mengetahui
Ketua Program Studi**



Dr. Ir. Elfidiah, M.T
NIDN : 0202066401

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devi Juliana Putri
NIM : 94218011
Program Studi : Megister Teknik Kimia

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister Pendidikan baik di Universitas Muhammadiyah Palembang maupun di perguruan tinggi lain
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah di peroleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di Perguruan tinggi ini

Palembang,

Yang membuat pernyataan,


CEB28AJX166308524
(Devi Juliana Putri)

ABSTRACT

Candlenut oil is one type of vegetable oil that has a high content of fatty acids and has the potential to be used as raw material for biodiesel production. Because candlenut seeds contain several fatty acids, namely 0.202% capric acid, 6.32 palmitic acid, 2.31% stearic acid, 26.93% oleic acid, 38.52% linoleic acid, and 25.25% linolenic acid. This study aims to obtain the optimal composition in the manufacture of biodiesel using the transesterification method using waste catalysts from the cracking process of Pertamina Unit II Palembang. Based on the results of the alcoholysis reaction of candlenut oil with operating conditions of pressure above 1 atm, and the catalyst used in the form of a petroleum cracking waste catalyst, in the transesterification process the chemical reaction that occurs is a chemical reaction with pseudo-first order to glycerides, and takes place in the liquid phase. Optimal operating conditions are at a temperature of 383°K and agitation speed of 300 rpm, with an equivalent ratio of oil/methanol 5 mgek/mgek, and the percentage of catalyst as much as 2% by conversion of biodiesel amounted to 92.089%.

Keywords: Alcoholysis, Biodiesel, Catalyst, Candlenut Oil

ABSTRAK

Minyak kemiri merupakan salah satu jenis minyak nabati yang memiliki kandungan asam lemak yang cukup tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel. Sebab biji kemiri memiliki beberapa kandungan asam lemak, yaitu 0,202% asam kaprat, 6,32% asam palmitat, 2,31% asam stearat, 26,93% asam oleat, 38,52% asam linoleat, dan 25,25% asam linolenat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi optimal dalam pembuatan biodiesel dengan metode transesterifikasi dengan menggunakan katalis limbah bekas proses perengkahan Pertamina Unit III Palembang. Berdasarkan hasil dari reaksi alkoholisis minyak kemiri dengan kondisi operasi tekanan diatas 1 atm, dan katalis yang digunakan berupa katalis buangan perengkahan minyak bumi, pada proses transesterifikasi reaksi kimia yang terjadi yaitu reaksi kimia dengan orde satu semu terhadap gliserid, dan berlangsung dalam fase cair. Kondisi operasional yang optimal berada pada suhu 383°K dan kecepatan pengadukan 300 rpm, dengan perbandingan ekivalen minyak/methanol 5 mg/kg, dan persentase katalisator sebanyak 2% dengan konversi biodiesel sebesar 92,089%.

Kata kunci: Alkoholisis, Biodiesel, Katalis, Minyak Kemiri

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil alamin Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala kami panjatkan, karena berkat Rahmat dan HidayahNya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis berjudul “Alkoholisis minyak kemiri menjadi biodiesel dengan katalisator limbah perengkahan minyak bumi Pertamina RU III Plaju Palembang (Pengaruh Suhu dan Kecepatan Pengadukan)”. Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar Megister Teknik (M.T) pada program Pasca Sarjana Teknik Kimia Universitas Mauhammadiyah Palembang.

Banyak hambatan dan kesulitan penulis dalam menyelesaikan penulisan Tesis ini, namun berkat bantuan berbagai pihak akhirnya kesulitan yan timbul dapat diatasi, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu **Dr. Elfidiah, MT** selaku pembimbing pertama dan Kepala Prodi, Bapak **DR. Ir. H. Muhammad Faisal, DEA** selaku pembimbing kedua, dosen- dosen program studi Program Pasca Sarjana Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua.

Teruntuk kedua orang tuaku yang tercinta **Hj. Zainab A.Md (ALMH)** dan **H. Mansyur Basrie** dan adikku **Debi Septiani B. BOM, MM** penulis bersyukur dapat dilahirkan di keluarga yang penuh kasih sayang dan selalu memotivasi, Begitu juga untuk suamiku **Yusman Ali S.Pd., MM** dan anak-anakku **Daffa Yuzakie Ali, Dea Ratih Aliyya** dan **Danish Rizky Ali**, yang rela membagi waktu

keluarga, terimakasih sayang semoga kedepannya kalian dapat lebih baik dari bunda.

Untuk teman-teman dan pimpinan di Dinas Perdagangan, Koperasi dan UKM Kabupaten Banyuasin dan teman-teman angkatan empat S2 Teknik Kimia terima kasih atas dukungan, bantuan dan semangatnya semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dalam tesis ini, oleh karena itu, melalui ini penulis mengharapkan kritik dan saran dari Dosen dan pembaca yang bersifat membangun guna menyempurnakan Tesis ini. Dan akhir kata Semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Amiin Ya Robbal Alamiin

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Palembang, Agustus 2021

Devi Juliana Putri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	II
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	III
ABSTRACT	IV
ABSTRAK	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL	X
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1. LATAR BELAKANG	1
1. 2. RUMUSAN MASALAH	4
1. 3. TUJUAN PENELITIAN	4
1. 4. MANFAAT PENELITIAN	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS	6
2. 1. KAJIAN PUSTAKA	6
2. 1. 1. Kemiri (Aleurites Moluccana)	6
2. 1. 2. Minyak Kemiri	8
2. 1. 3. Biodiesel	10
2. 1. 4. Ethanol	24
2. 1. 5. Katalis	28
2. 2. KERANGKA PEMIKIRAN	30
2. 3. HIPOTESIS	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3. 1. WAKTU DAN TEMPAT	31
3. 2. ALAT DAN BAHAN	31
3. 2. 1. Peralatan yang digunakan	31
3. 2. 2. Bahan	31
3. 3. VARIABEL PENELITIAN	32

3. 3. 1. Variabel Tetap	32
3. 3. 2. Variabel Berubah	32
3. 4. KERANGKA PENELITIAN	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4. 1. PENETAPAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS (FFA) MINYAK KEMIRI	36
4. 2. PENETAPAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS (FFA) BIODIESEL	37
4. 3. PENGARUH SUHU REAKSI	38
4. 4. PENGARUH KECAPATAN PENGADUK	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5. 1. KESIMPULAN	43
5. 2. SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN ANALISI BAHAN BAKU DAN KONVERSI	49
LAMPIRAN 2 FOTO KEGIATAN PENELITIAN	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1- Tanaman Kemiri dan inti biji buah kemiri	7
Gambar 2- Reaksi transesterifikasi secara umum.....	17
Gambar 3- Reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan metanol	18
Gambar 4- kerangka penelitian.....	30
Gambar 5- kerangka penelitian.....	32
Gambar 6- Hubungan antara $-\ln(1-X_a)$ dengan waktu dan suhu reaksi	39
Gambar 7- Hubungan Suhu dengan K'	39
Gambar 8- Hubungan antara $-\ln(1-X_a)$ dengan waktu dan kecepatan pengadukan (rpm)	41
Gambar 9- Hubungan Kecepatan Pengadukan dengan K	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Kandungan Asam pada biji Kemiri	8
Tabel 1.2 Data Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kemiri	9
Tabel 4.1 Hasil Analisa kadar asam lemak bebas minyak kemiri	36
Table 4.2 Hasil Analisa kadar asam lemak bebas biodiesel	37
Tabel 4.3 Hasil Konversi pengaruh suhu	38
Tabel 4.4 Hasil Konversi pengaruh kecepatan pengadukan	41

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2018), ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi dan batubara yang masih sangat besar sehingga patut mendapat perhatian. Sumber daya energi fosil yang terbatas menjadikan peralihan ke energi baru dan terbarukan suatu keharusan, bukan hanya sekedar pilihan. Minyak nabati (seperti minyak kelapa, kemiri, jarak pagar dan sebagainya) dirasa mampu untuk menangani masalah konsumsi bahan bakar fosil yang semakin besar.

Minyak nabati memiliki nilai kalor yang mirip dengan bahan bakar konvensional, namun penggunaan langsung sebagai bahan bakar masih menemui kendala karena viskositas jauh lebih besar dibanding solar, hal ini menghambat proses injeksi dan mengakibatkan pembakaran tidak sempurna (Sumangat dan Hidayat, 2008). Kemiri (*Aleurites moluccana*) tanaman yang familiar di telinga masyarakat Indonesia, selain digunakan sebagai salah satu bumbu yang sering digunakan dalam pembuatan masakan ternyata kemiri mempunyai manfaat lain yang jarang diketahui. Kemiri merupakan tanaman tropis yang dapat tumbuh subur pada tanah yang berpasir dan tanah yang kurang subur sekalipun, tanaman yang berasal dari family Euphorbiceae ini biasanya ditemukan pada ketinggian (150–1000) meter di atas permukaan laut (Arlene, 2013: 6).

Pada mulanya berasal dari Hawaii kemudian tersebar sampai ke Polynesia Barat lalu ke Indonesia dan Malaysia. Di Indonesia sendiri, kemiri tersebar

keberbagai propinsi dan dapat tumbuh dengan baik. Kemudahan kemiri untuk tumbuh di berbagai tempat membuat produksi kemiri meningkat dari tahun ke tahun sehingga kemiri menjadi komoditas dalam negeri dan ekspor dari Indonesia. Umumnya kemiri diekspor ke Singapura, Hongkong dan Eropa.

Kegunaan tanaman kemiri sangat beragam, batang kayunya dapat digunakan sebagai pembuat pulp dan korek api, daun kemiri juga digunakan sebagai obat tradisional, bijinya biasa digunakan sebagai bumbu masak sedangkan tempurung bijinya digunakan untuk obat nyamuk bakar dan arang. Selain itu kandungan minyak dalam biji kemiri tergolong tinggi, yaitu (55-66%) dari berat bijinya, minyak yang terkandung dalam biji kemiri memiliki banyak manfaat, antara lain bahan pembuat cat, pernis, sabun, obat kosmetik dan bahan bakar (Ariestya, 2010:2)

Komponen utama penyusun minyak kemiri adalah asam lemak tak jenuh, namun mengandung juga asam lemak jenuh dengan persentase yang relative kecil, dengan kandungan asam lemak ini Minyak kemiri dapat dipergunakan sebagai bahan dasar bahan bakar hayati (biofuel); untuk itu kemiri harus dicampur dengan bahan-bahan yang lain. Untuk memproduksi biodiesel dari minyak nabati dan lemak ada empat rute dasar: transesterifikasi dengan katalis basa, transesterifikasi dengan katalis asam secara langsung, reaksi bertahap konversi minyak menjadi asam lemaknya dan kemudian menjadi biodiesel, transesterifikasi non-katalitik minyak dan lemak. Secara umum, biodiesel dapat disintesis oleh reaksi transesterifikasi trigliserida dengan alkohol primer dengan adanya katalis maupun tanpa katalis.

Katalis yang umum digunakan dalam reaksi transesterifikasi bias berupa katalis homogeny maupun heterogen. Penggunaan Katalis homogen memiliki kekurangan diantaranya katalis sulit dipisahkan setelah reaksi, banyak terbentuknya produk samping berupa sabun dan kurang ekonomis (Anshary, 2012), Untuk mengatasi kelemahan dari proses katalitik homogen tersebut, menurut Corma (1997) katalis heterogen adalah alternatif yang baik untuk penggantian katalis homogen.

Katalis yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah katalisator bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang sebagai katalisator, yang selama ini hanya dibuang, sebagai limbah B3 sehingga biaya pengolahan limbah dapat dikurangi, Katalis perengkahan dalam industry minyak bumi umumnya merupakan katalis heterogen atau padatan dengan luar permukaan dan keasaman yang tinggi serta stabilitas termal yang cukup besar.

Reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dipengaruhi beberapa faktor, antara lain adalah waktu reaksi, pengadukan, katalis dan suhu reaksi. pengadukan merupakan faktor yang mempengaruhi efektifitas suatu reaksi kimia, karena perlakuan ini akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Hayyan (2011)⁷ mempelajari pengaruh pengadukan pada biodiesel minyak kelapa sawit dengan variasi pengadukan antara 200 sampai 800 rpm, dan melaporkan pengadukan terbaik pada 400 rpm dengan persen konversi 94,78%.

Selanjutnya, faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah suhu. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin cepat reaksi dan semakin

banyak persen konversi yang dihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius. Dalam penelitian sebelumnya, Poedji Loekitowati Hariani (2013) Kondisi terbaik perolehan biodiesel dari minyak biji kemiri dengan variasi Suhu antara 50^os.d 70^oC pada konsentrasi 80% minyak dengan temperatur 60^oC menghasilkan rendemen sebesar 89,63% v/v.

Berdasarkan hal diatas, pembuatan biodiesel dari minyak kemiri dengan menggunakan katalisator bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang dengan variasi Temperatur dan kecepatan pengadukan perlu dilakukan untuk mendapatkan produk biodiesel yang maksimal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

Bagaimana komposisi suhu dan kecepatan pengadukan yang tepat sehingga didapat biodiesel yang optimal baik kualitas maupun kuantitas dengan metode transesterifikasi dan katalisator limbah bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui komposisi optimum dari suhu dan kecepatan pengadukan dengan metode transesterifikasi dengan katalis limbah bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang

1.3.2. Tujuan Khusus

Untuk mendapatkan biodiesel yang maksimal dengan metode transesterifikasi dengan katalis limbah bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Memberikan informasi tentang kondisi optimum dari suhu dan kecepatan pengadukan untuk mendapatkan biodiesel yang maksimal serta memberikan alternatif sumber energi bahan bakar.

1.4.2. Manfaat Praktis

Memberikan informasi tentang penambahan katalisator limbah bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang yang tepat sehingga didapatkan kondisi optimum proses tranesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel yang maksimal.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

2.1. Kajian Pustaka

2.1.1. Kemiri (*Aleurites moluccana*)

Kemiri (*Aleurites moluccana*) adalah tanaman yang berasal dari family Euphorbiaceae. Kemiri pada mulanya berasal dari Hawaii kemudian tersebar sampai ke Polynesia Barat lalu ke Indonesia dan Malaysia. Di Indonesia sendiri, kemiri tersebar ke berbagai propinsi dan dapat tumbuh dengan baik. Luasnya penyebaran kemiri di Nusantara terlihat juga dari beragamnya nama daerah dari kemiri. Di Sumatera, kemiri disebut kereh, kemili, kembiri, tanoan, kemiling, atau buwa kare: di Jawa, disebut midi, pidekan, miri, kemiri, atau muncang (Sunda): sedangkan di Sulawesi, disebut wiau, lana, boyau, bontalo dudulaa atau saketa (Achmad, 2006:1). Tanaman kemiri terdiri dari beberapa jenis, antara lain; *Aleurites moluccana* berasal dari semenanjung Malaya; *Aleurites fordii* berasal dari China Tengah; *A. trisperma* berasal dari Philipina; *A. Montana* tumbuh di daerah subtropics dan diduga berasal dari China Selatan dan Indocina; dan *A. cordata* berasal dari Jepang, banyak tumbuh di pulau-pulau dekat Tokyo (Achmad, 2006: 1). Adapun kandungan yang ada pada biji kemiri adalah Gliserida, Asam linoleat, Palmitat, Stearate, Miristat, Asam minyak, Protein, Vitamin B1, dan Zat lemak

Kemiri (*Aleurites moluccana*) yang dikenal secara internasional sebagai candlenut termasuk ke dalam family Euphorbiaceae dan sub family Crotonoideae. Tanaman ini termasuk ke dalam Genus *Aleurites*, spesies *Aleurites moluccana* (Natasha, 2008: 5). Tanaman kemiri (*Aleurites moluccana*) berpohon besar dengan

tinggi (25-40) meter, beranting banyak, mempunyai tunas muda yang tertutup rapat oleh bulu yang berwarna putih keabu-abuan atau coklat. Daun muda, berlekuk tiga atau lima, sedang daun tua berbentuk bulat dengan ujung meruncing. Daun tersebut mempunyai kelenjar berwarna hijau kekuningan (Ketaren, 1986:261).

Batang pohon kemiri tegak dengan permukaan batangnya terdapat banyak lentisel dengan percabangan simpodial dan berwarna coklat. Tanaman kemiri berakar tunggang (Nathasya, 2008: 6). Bunga kemiri merupakan bunga majemuk yang berumah satu, berwarna putih dan bertangkai pendek. Buah kemiri berkulit keras berdiameter 5 cm di dalamnya terdapat satu atau dua biji yang diselubungi kulit biji yang keras dengan permukaan kasar dan beralur. Buah kemiri tidak dapat langsung dimakan mentah karena beracun, yang disebabkan oleh toxalbumin. Persenyawaan toxalbumin dihilangkan dengan cara pemanasan dan dapat dinetralkan dengan penambahan bumbu lainnya seperti garam, merica dan terasi. Bila terjadi keracunan karena kemiri, dapat dinetralkan dengan meminum air kelapa (Ketaren, 1986:261-263).



Gambar 1- Tanaman Kemiri dan inti biji buah kemiri

2.1.2. Minyak Kemiri

Mula-mula minyak kemiri dipakai sebagai pengganti linseed oil, yaitu minyak yang dapat digunakan sebagai cat dan pernis, karena mempunyai sifat yang lebih baik dari linseed oil. Minyak kemiri mempunyai sifat lebih mudah menguap dibanding dengan linseed oil, sehingga minyak kemiri termasuk golongan minyak yang mudah menguap. Bagian buah (biji) mengandung minyak sebesar (55-65) persen, dan kadar dalam tempurung sebesar 60 persen. Asam lemak palmitat dan stearate termasuk golongan asam lemak jenuh, sedangkan asam oleat, linoleat dan linolenat termasuk golongan asam lemak tidak jenuh.

Dari hasil analisis kromatografi pada penelitian (Yulianti, D. 2006) didapatkan bahwa kandungan asam lemak terbesar dari minyak biji kemiri adalah asam linoleat yaitu sebesar 38,52%.

Tabel 1. 1 Kandungan Asam pada Biji Kemiri

Asam lemak	Nama Sistematis	Hasil Analisis (%)
Kaprat	Dekanoat	0,202
Palmitat	Heksadekanoat	6,32
Stearat	Oktadekanoat	2,31
Oleat	cis-9-Oktadekanoat	26,93
Linoleat	cis-9,-cis-12,-Oktadekadienoat	38,52
Linolenat	cis-9,-cis-12,cis-15,-Oktadekatrienoat	25,25

Daging kemiri diperoleh setelah melepaskan biji dari kulit biji yang keras. Kulit biji dapat dilepaskan dengan memanaskan buah langsung di atas api kemudian segera direndam dalam air dingin atau buah dibanting sehingga pecah, atau dapat

juga dengan merebus selama 5-6 jam, kemudian ditumbuk. Cara tradisional lainnya ialah dengan penjemuran lalu ditumbuk dan menghasilkan minyak yang berwarna pucat. Cara yang lebih mudah yaitu pemanasan dengan oven, kemudian direndam selama satu malam dalam air dingin, dan keesokan harinya biji akan pecah dengan sendirinya. Cara yang paling baik adalah dengan pemanasan 100°C, selanjutnya direndam dalam air dingin.

Di beberapa daerah, biji diletakkan di dalam lubang yang dangkal ditutupi jerami, kemudian dibakar. Biji yang telah dipanaskan tersebut dimasukan dalam air sehingga kulit biji akan pecah. Dengan cara perebusan akan diperoleh biji yang berwarna putih kecoklat- coklatan, sehingga minyak yang dihasilkan berwarna gelap. Cara ekstraksi minyak yang biasa dilakukan adalah dengan menjemur biji kemudian dipecah dengan tangan dan daging dikeluarkan dengan alat yang runcing. Dengan pengepresan dingin (cold press) dihasilkan minyak berwarna kuning, sedang pengepresan panas akan menghasilkan minyak yang berwarna kuning sampai coklat (Ketaren, 1986:261-262). Data Sifat Fisiko-Kimia Minyak Hasil Ekstraksi Biji Kemiri (Yulianti, D. 2006)

Tabel 1. 2 Data Sifat Fisik dan Kimia Minyak Kemiri

Sifat Fisiko-Kimia	Minyak Kemiri	
	Tidak murni	Murni
<u>Sifat Fisika</u>		
Bentuk	Cair	Cair
Warna	Kuning pekat	Kuning bening
Berat jenis (g/mL)	0,9523	0,9191

Indeks bias 25 °C		1,479
	1,545	
Titik leleh (°C)	13-14	13-14
<u>Sifat Kimia</u>		
Angka Asam (mg KOH/g sampel)	5,72	0,56
Angka Penyabunan (mg KOH/g sampel)	207,06	190,04
Materi tidak tersabunkan (%)	6,51	0,10
Angka Peroksida (mek O ₂ /1000 g sampel)	12,96	4,87
Angka Iod (g Iod/100 g sampel)	152,93	147,96

2.1.3. Biodiesel

Biodiesel adalah suatu ester monoalkil dari asam lemak rantai panjang, yang berasal dari sumber yang dapat diperbarui, yang bahan bakunya minyak nabati atau lemak hewani yang mengandung asam lemak jenuh maupun tidak jenuh, biodiesel merupakan bahan bakar alternatif dan terbarukan yang saat ini sedang dikembangkan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Pada umumnya biodiesel disintesis dari ester asam lemak dengan rantai karbon antara C₆ - C₂₂. Untuk mengolah minyak nabati dan minyak hewani (lemak) menjadi biofuel dapat dilakukan dengan beberapa cara. yaitu: pencampuran dengan petro-diesel, pirolisa, mikroemulsifikasi (cosolvent blending) dan transesterifikasi. Di antara metode ini, hanya reaksi transesterifikasi yang menciptakan produk fatty acid methyl esters (FAME) yang biasa dikenal dengan biodiesel (Knothe et al. 2005)¹⁴. Pembuatan biodiesel umumnya menggunakan bahan baku minyak nabati dikarenakan

ketersediaannya yang dapat diperbaharui. Selain itu, biodiesel yang dihasilkan dari minyak nabati memiliki beberapa kelebihan, yaitu tidak beracun, dapat dibiodegradasi, mempunyai bilangan setana yang tinggi, mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon, dan nitrogen oksida. Serta memiliki flash point yang lebih tinggi dari bahan bakar diesel petroleum. Biodiesel memiliki karakteristik yang sama dengan bahan bakar diesel konvensional, karena itu biodiesel dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif bagi bahan bakar diesel konvensional (Van Gerpen, J 2004).

Dalam penggunaannya, biodiesel dapat digunakan langsung dalam mesin diesel tanpa harus ada modifikasi pada mesin terlebih dahulu (dikenal dengan B100) atau dipakai untuk campuran bahan bakar diesel misalnya B20 (campuran 20% biodiesel, 80% diesel konvensional). Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Biodiesel dikeluarkan oleh BSN dengan nomor SNI 7182:2015 yang sudah merevisi SNI 04-7182-2006 dan SNI 7182:2012 - Biodiesel.

Penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar diesel konvensional, seperti :

1. Merupakan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung sulfur bebas, halogen, dan memiliki kadar abu yang rendah
2. Bilangan setana lebih tinggi dari 60, sehingga efisiensi pembakaran lebih baik
3. Biodegradable, sehingga dapat terurai oleh lingkungan
4. Merupakan energi yang dapat diperbarui karena bahan baku utamanya adalah minyak nabati

5. Meningkatkan independensi suplai bahan bakar suatu negara karena pemilihan bahan bakunya dapat memanfaatkan kondisi geografis negara tersebut.

Faktor- faktor yang mempengaruhi pada pembuatan Biodiesel

Tahapan reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel selalu menginginkan agar didapatkan produk biodiesel dengan jumlah yang maksimum. Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan biodiesel adalah :

- a. Pengaruh air dan asam lemak bebas

Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1 (satu). Semua bahan yang akan digunakan harus bebas dari air. Karena air akan bereaksi dengan katalis, sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Katalis harus terhindar dari kontak dengan udara agar tidak mengalami reaksi dengan uap air dan karbon dioksida.

- b. Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah

Secara stoikiometri, jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida untuk memperoleh 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah.

- c. Pengaruh jenis alkohol

Pada rasio 6:1, metanol akan memberikan perolehan ester yang tertinggi dibandingkan dengan menggunakan etanol atau butanol.

- d. Metanolisis Crude dan Refined Minyak Nabati

Perolehan metil ester akan lebih tinggi jika menggunakan minyak nabati refined. Namun apabila produk metil ester akan digunakan sebagai bahan bakar mesin

diesel, cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan disaring.

e. Pengaruh temperatur

Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada temperatur 30 – 65°C (titik didih methanol sekitar 65°C). Semakin tinggi temperatur, konversi yang diperoleh akan semakin tinggi untuk waktu yang lebih singkat.

Sifat-sifat penting Biodiesel

1. Viskositas

Viskositas (kekentalan) merupakan sifat yang menunjukkan resistensi fluida terhadap alirannya, karena gesekan di dalam bagian cairan yang berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain mempengaruhi pengatoman bahan bakar dengan injeksi kepada ruang pembakaran, akibatnya terbentuk endapan pada mesin.

Viskositas yang tinggi akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Pada umumnya viskositas minyak nabati lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas solar, sehingga diperlukan proses transesterifikasi untuk menurunkan viskositas tersebut agar mendekati viskositas biodiesel Standar Nasional Indonesia (SNI).

Viskositas dapat dibedakan atas viskositas dinamik (μ) dan viskositas kinematik (ν). Viskositas kinematik merupakan perbandingan antara viskositas dinamik (absolute) dengan densitas (rapat massa) fluida.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \dots (1)$$

Keterangan :

ν = viskositas kinematik (cSt)

μ = viskositas dinamik (poise)

ρ = rapat massa (g/cm^3)

Nilai viskositas dapat diukur dengan alat viskometer Oswald. Persamaan untuk menentukan viskositas kinematik dengan menggunakan viskometer Oswald :

$$\mu = K \times t \quad (2)$$

Dimana :

μ = viskositas kinematik (centi stokes atau cSt)

K = konstanta viskometer Oswald

t = waktu alir fluida didalam pipa viskometer (detik)

Menurut SNI 04-7182-2006, biodiesel yang baik harus memiliki viskositas antara kisaran 2,3-6,0 mm^2/s . Pada penelitian sebelumnya, slamet wahyuningsih. (2010) mendapatkan hasil biodiesel dari minyak kelapa menggunakan katalis CaCO_3 , dengan viskositas sebesar 2,441 mm^2/s . Hasil ini menunjukkan bahwa biodiesel dari minyak kelapa memenuhi standar viskositas dari SNI.

2. Densitas

Massa jenis menunjukkan perbandingan massa persatuan volume, karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar

Kerapatan suatu fluida (ρ) dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots (3)$$

Dimana :

ρ = rapat massa (kg/m^3)

m = massa (kg)

v = volume (m^3)

Berdasarkan SNI 04-7182-2006, massa jenis standar biodiesel sebesar 0,850- 0,890 g/mL. Dari penelitian sebelumnya, Padil dkk. (2010) mendapatkan biodiesel minyak kelapa menggunakan katalis CaCO_3 yang memiliki massa jenis sebesar 0,86 g/mL, ini menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi standar SNI.

3. Titik nyala (Flash Point)

Titik nyala (flash point) adalah suhu terendah dimana suatu bahan bakar tersebut mudah terbakar ketika bereaksi dengan udara. Titik nyala yang sangat tinggi dapat menyebabkan detonasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang pembakaran. Hal ini juga dapat meningkatkan resiko berbahaya pada saat penyimpanan. Menurut SNI 04-7182-2006, standar titik nyala pada biodiesel minimal 100 °C. Pada penelitian Padil dkk. (2010), titik nyala pada biodiesel minyak kelapa yang dihasilkannya adalah sebesar 110 °C. Hasil penelitian lainnya, Diaz dan Galindo (2007) juga menghasilkan biodiesel dari minyak kelapa yang memiliki titik nyala 107 °C.

4. Bilangan Iod

Tingkat ketidakjenuhan atau banyaknya ikatan rangkap asam lemak penyusun

biodiesel ditunjukkan melalui bilangan iod. Banyaknya senyawa asam lemak tak jenuh meningkatkan ferpormansi biodiesel pada temperatur rendah karena senyawa ini memiliki titik leleh (Melting Point) yang lebih rendah (Gerpen and Knothe, 2005). Berdasarkan standar biodiesel Indonesia nilai maksimum bilangan Iod yang diperbolehkan untuk biodiesel yaitu 115 gram Iod/100 gram.

Dalam penelitian sebelumnya, Padil dkk. (2010) telah melakukan transesterifikasi minyak kelapa dengan katalis CaCO_3 yang menghasilkan biodiesel dengan bilangan iod 6,35 gram Iod/100gram. Bilangan Iod yang rendah ini menunjukkan bahwa sebagian besar biodiesel disusun oleh asam lemak dengan rantai hidrokarbon jenuh. Menurut Diaz dan Galindo (2007), bahan bakar mesin diesel yang ideal adalah bahan bakar yang merupakan rantai hidrokarbon jenuh seluruhnya.

5. Kadar Air

Kadar air dalam minyak sangat berpengaruh pada kualitas minyak. Semakin kecil kadar air yang terdapat dalam minyak maka semakin baik kualitas minyak, hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam bahan bakar juga menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbasa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

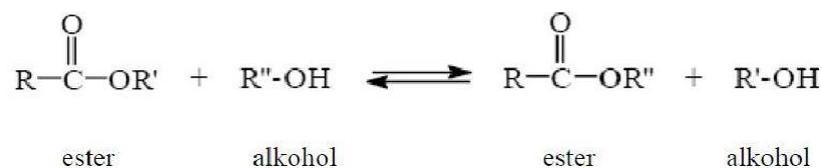
Menurut SNI 04-7182-2006, karakteristik biodiesel standar harus memiliki kadar air maksimum sebesar 0,05%. Pada biodiesel minyak kelapa dengan katalis CaCO_3 yang diproduksi oleh Padil dkk. (2010) memiliki kadar air sebesar 0,039%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar air pada biodesel yang dihasilkan memenuhi standar SNI.

6. Bilangan Setana

Bilangan setana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang dapat diinjeksikan ke ruang bahan bakar agar terbakar secara spontan. Struktur hidrokarbon penyusun minyak mempengaruhi bilangan setana pada biodiesel. Semakin rendah bilangan cetana maka semakin rendah pula kualitas penyalaan karena memerlukan suhu yang lebih tinggi (Hendarsono, 2005).

Bilangan setana standar pada biodiesel berdasarkan SNI 04-7182-2006 adalah minimum 51. Pada penelitian sebelumnya, Padil dkk. (2010) menghasilkan biodiesel dari reaksi transesterifikasi minyak kelapa dengan bilangan setana sebesar 65,94. Hasil tersebut menunjukkan bahwa biodiesel minyak kelapa yang dihasilkan memenuhi standar SNI Transesterifikasi

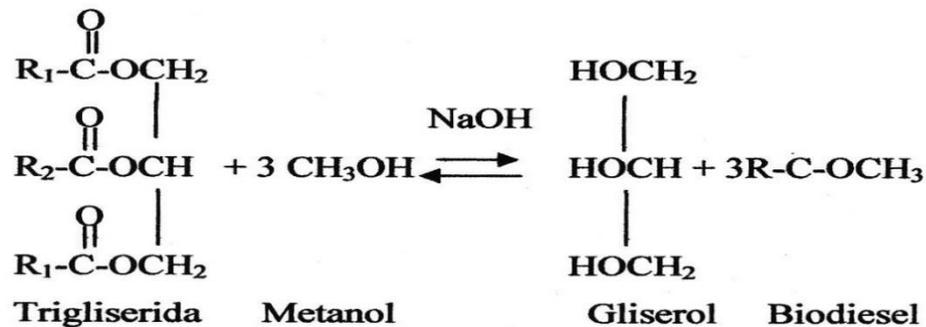
Transesterifikasi adalah reaksi esterifikasi dari suatu bentuk ester ke bentuk ester yang lain.



Gambar 2- Reaksi transesterifikasi secara umum

Reaksi transesterifikasi terjadi perubahan gugus gliserida yang digantikan oleh metil atau etil dari alkohol dan gliserida diubah menjadi gliserol. Alkohol yang digunakan pada proses transesterifikasi adalah alkohol rantai pendek karena bereaksi lebih cepat dengan trigliserida. Gliserida yang terkandung dalam minyak nabati pada umumnya terbagi dalam tiga golongan yaitu monogliserida, digliserida

dan trigliserida. Semua jenis gliserida tersebut dapat mengalami reaksi transesterifikasi.



Gambar 3- Reaksi transesterifikasi antara trigliserida dan metanol

Suatu katalis biasanya digunakan untuk meningkatkan laju reaksi transesterifikasi. Dalam hal transesterifikasi trigliserida dapat digunakan 2 jenis katalis homogen, yaitu asam atau basa. Bila digunakan katalis asam, maka reaksi bersifat bolak-balik (reversible), maka dibutuhkan jumlah alkohol yang berlebih untuk menggeser kesetimbangan ke arah produk reaksi, selain itu juga diperlukan waktu reaksi yang lama pada suhu yang relatif tinggi. Bila digunakan katalis basa, reaksinya searah, namun tetap dibutuhkan alkohol yang berlebih, dimaksudkan agar sabun (garam asam lemak) yang terbentuk, tidak berbentuk padatan tetapi dalam bentuk larutan di dalam alkohol.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Reaksi Transesterifikasi

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah pengadukan, suhu, katalis, perbandingan pereaksi dan waktu reaksi (Sibarani, 2007)

1. Suhu

Kecepatan reaksi secara kuat dipengaruhi oleh temperatur reaksi. Pada

umumnya reaksi ini dapat dijalankan pada suhu mendekati titik didih metanol (60-70°C) pada tekanan atmosfer. Kecepatan reaksi akan meningkat sejalan dengan kenaikan temperatur. Semakin tinggi temperatur, berarti semakin banyak energi yang dapat digunakan oleh reaktan untuk mencapai energi aktivasi. Ini akan menyebabkan tumbukan terjadi lebih sering diantara molekul-molekul reaktan untuk kemudian melakukan reaksi (Rahayu, 2003), sehingga kecepatan reaksi meningkat. Setyawardhani (2003) menggunakan temperatur reaksi 60°C pada reaksi transesterifikasi untuk menghindari menguapnya methanol yang bertitik didih 65°C. Darnoko dan Cheryan (2000) juga menggunakan suhu 60°C untuk reaksi. Arrhenius mengatakan bahwa hubungan antara konstanta kecepatan reaksi dengan temperatur mengikuti persamaan:

$$K = A \exp - \frac{E_a}{RT} \dots \dots (4)$$

Keterangan:

K = Konstanta kecepatan reaksi R = Konstanta gas

A = Faktor frekuensi T = Temperatur absolut E = Energi aktivasi

2. Waktu reaksi

Semakin lama waktu reaksi, maka semakin banyak produk yang dihasilkan, karena ini akan memberikan kesempatan reaktan untuk bertumbukan satu sama lain. Namun jika kesetimbangan telah tercapai, tambahan waktu reaksi tidak akan mempengaruhi reaksi. Sofiyah (1995) mereaksikan minyak biji kapuk dengan etanol selama 60 menit untuk mencapai produk yang optimum. Darnoko dan Cheryan (2000) mendapatkan waktu tinggal yang optimum selama 60 menit untuk reaksi transesterifikasi minyak sawit dalam reaktor alir

tangki berpengaduk. Penelitian lain yang juga menggunakan waktu reaksi selama 60 menit diantaranya adalah Azis (2005), Widiono (1995) dan Prakoso dkk., (2003).

3. Katalis

Katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi reaksi namun tidak menggeser letak kesetimbangan. Tanpa katalis, reaksi transesterifikasi baru dapat berjalan pada suhu sekitar 250⁰C. Penambahan katalis bertujuan untuk mempercepat reaksi dan menurunkan kondisi operasi. Katalis yang dapat digunakan adalah katalis asam, basa, ataupun penukar ion. Dengan katalis basa reaksi dapat berjalan pada suhu kamar, sedangkan katalis asam pada umumnya memerlukan suhu reaksi diatas 100⁰C (Kirk dan Othmer, 1992). Katalis yang digunakan dapat berupa katalis homogen maupun heterogen. Katalis homogen adalah katalis yang mempunyai fase yang sama dengan reaktan dan produk, sedangkan katalis heterogen adalah katalis yang fasenya berbeda dengan reaktan dan produk. Katalis homogen yang banyak digunakan adalah alkoksida logam seperti KOH dan NaOH dalam alkohol.

Selain itu, dapat pula digunakan katalis asam cair, misalnya asam sulfat, asam klorida, dan asam sulfonat (Kirk dan Othmer, 1992). Penggunaan katalis homogen mempunyai kelemahan, yaitu: bersifat korosif, sulit dipisahkan dari produk, dan katalis tidak dapat digunakan kembali (Nijhuis et al., 2002). Saat ini banyak industri menggunakan katalis heterogen yang mempunyai banyak keuntungan dan sifatnya yang ramah lingkungan, yaitu tidak bersifat korosif,

mudah dipisahkan dari produk dengan cara filtrasi, serta dapat digunakan berulang kali dalam jangka waktu yang lama (Yadav dan Thathagar, 2002). Selain itu katalis heterogen meningkatkan kemurnian hasil karena reaksi samping dapat dieliminasi (Altiokka dan Citak, 2003). Contoh-contoh dari katalis heterogen adalah zeolit, oksida logam, dan resin ion exchange. Katalis basa seperti KOH dan NaOH lebih efisien dibanding dengan katalis asam pada reaksi transesterifikasi. Transmetilasi terjadi kira-kira 4000x lebih cepat dengan adanya katalis basa dibanding katalis asam dengan jumlah yang sama. Untuk alasan ini dan dikarenakan katalis basa kurang korosif terhadap peralatan industri dibanding katalis asam, maka sebagian besar transesterifikasi untuk tujuan komersial dijalankan dengan katalis basa.

Konsentrasi katalis basa divariasikan antara 0,5-1% dari massa minyak untuk menghasilkan 94-99% konversi minyak nabati menjadi ester. Lebih lanjut, peningkatan konsentrasi katalis tidak meningkatkan konversi dan sebaliknya menambah biaya karena perlunya pemisahan katalis dari produk. Pada penelitian ini akan divariasikan beberapa jenis katalis, yaitu katalis KOH, ZA, ZA kering, Z-KOH, dan Z-KOH kering. Kusmiyati (1999) menggunakan konsentrasi katalis zeolit alam sebanyak $0,0535 \text{ g/cm}^3$ minyak, sedangkan Ardiyanti dkk., (2003) menggunakan katalis KOH 2%, dan Azis (2005) menggunakan katalis KOH 1% dari massa minyak.

4. Pengadukan

Pada reaksi transesterifikasi, reaktan-reaktan awalnya membentuk sistem cairan dua fasa. Reaksi dikendalikan oleh difusi diantara fase-fase yang berlangsung

lambat. Seiring dengan terbentuknya metil ester, ia bertindak sebagai pelarut tunggal yang dipakai bersama oleh reaktan-reaktan dan sistem dengan fase tunggal pun terbentuk. Dampak pengadukan ini sangat signifikan selama reaksi. Sebagaimana sistem tunggal terbentuk, maka pengadukan menjadi tidak lagi mempunyai pengaruh yang signifikan.

Pengadukan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan campuran reaksi yang bagus. Pengadukan yang tepat akan mengurangi hambatan antar massa. Untuk reaksi heterogen, ini akan menyebabkan lebih banyak reaktan mencapai tahap reaksi. Sofiyah (1995) menggunakan pengadukan 1425 rpm (rotation per minutes), Setyawardhani (2003) 500 rpm, Purwono (2003) 1500 rpm, Rahayu dkk., (2003) 200-250 rpm, Kusmiyati (1999) 1000 rpm, serta Azis(2003) 800 rpm.

5. Perbandingan Reaktan

Variabel penting lain yang mempengaruhi hasil ester adalah rasio molar antara alkohol dan minyak nabati. Stoikiometri reaksi transesterifikasi memerlukan 3 mol alkohol untuk setiap mol trigliserida untuk menghasilkan 3 mol ester asam dan 1 mol gliserol. Untuk mendorong reaksi transesterifikasi ke arah kanan, perlu untuk menggunakan alkohol berlebihan atau dengan memindahkan salah satu produk dari campuran reaksi.

Lebih banyak metanol yang digunakan, maka semakin memungkinkan reaktan untuk bereaksi lebih cepat. Secara umum, proses alkoholisis menggunakan alkohol berlebih sekitar 1,2-1,75 dari kebutuhan stoikiometrisnya. Perbandingan volume antara minyak dan metanol yang dianjurkan adalah 4 : 1

(<http://www.journeytoforever.org/bioidesel>). Terlalu banyak alkohol yang dipakai menyebabkan biodiesel mempunyai viskositas yang terlalu rendah dibandingkan dengan minyak solar, juga akan menurunkan titik nyala biodiesel, karena pengaruh sifat alkohol yang mudah terbakar. Purwono (2003) menggunakan perbandingan pereaksi sebesar 1:2,2 (etanol:minyak), Ardiyanti (2003) dan Kusmiyati (1999) menggunakan rasio molar alkohol-minyak 1:6, dan Azis (2005) menggunakan rasio volume 1:4 metanol-minyak.

Produk biodiesel yang dihasilkan dari proses metanolisis biasanya harus dimurnikan dari pengotor-pengotor seperti sisa-sisa metanol, katalis, dan gliserin. Hal ini dapat dilakukan dengan menempatkan biodiesel mentah di dalam wadah berwujud kolom dan kemudian disemprot dengan air perlahan-lahan dari bagian atas. Tetesan-tetesan air akan bergerak ke bawah sambil membersihkan biodiesel dari pengotor-pengotor tersebut. Fasa gliserol-metanol-air dapat dibebaskan dari sisa-sisa katalis dengan penetralan oleh asam sehingga membentuk garam yang mengendap dan dapat dipisahkan dengan penyaringan. Kemudian air dan metanol dievaporasikan untuk menghasilkan gliserol murni. Terakhir, larutan metanol-air didistilasi untuk mendapatkan metanol murni untuk di daur ulang.

2.1.4. Ethanol

Etanol adalah cairan tak berwarna yang mudah menguap dengan aroma khas, etanol terbakar tanpa asap dengan lidah api berwarna biru yang kadang tidak terlihat pada cahaya biasa.

Sifat fisik etanol utamanya dipengaruhi oleh keberadaan gugus hidroksil dan pendeknya rantai karbon etanol. Gugus hidroksil dapat berpartisipasi ke dalam ikatan hidrogen, sehingga membuatnya cair dan lebih sulit menguap dari pada senyawa organik lainnya dengan massa molekul yang sama. Etanol adalah pelarut yang serba guna, larut dalam air maupun pelarut organik lainnya meliputi asam asetat, aseton, benzana, karbon tetraklorida, kloroform, dietil, etilena, glikol, gliserol, nitromtana, piridina dan toluena.

Etanol juga larut dalam hidrokarbon alifatik yang ringan, seperti pentana dan heksana dan juga larut dalam senyawa klorida alifatik seperti trikloroetana dan tetrakloroetilana. Ikatan hidrogen menyebabkan etanol murni sangat higroskopis sehingga ia akan menyerap air dari udara. Sifat gugus hidroksil yang polar etanol dapat larut dalam banyak senyawa ion. Etanol juga memiliki sifat nonpolar sehingga akan mudah larut dalam senyawa nonpolar meliputi minyak atsiri, perasa, pewarna dan obat. Penambahan beberapa persen etanol dalam air akan menurunkan tegangan permukaan air secara drastis.

Campuran etanol dengan air yang lebih dari 50% etanol bersifat mudah terbakar dan mudah menyala. Campuran yang kurang dari 50% etanol juga dapat menyala apabila larutan tersebut dipanaskan terlebih dahulu. Indeks refraksi etanol adalah 1,36242 (pada $\lambda=589,3$ nm dan 18,35°C).

Berikut manfaat etanol yang dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari (manfaat.co.id), yaitu:

1. Industri Minuman

Etanol banyak digunakan sebagai bahan baku campuran minuman khususnya golongan minuman beralkohol seperti beer dan minuman keras lainnya yang penjualannya diatur oleh pemerintah.

2. Industri Parfum

Etanol juga digunakan untuk mempertahankan wangi di dalam botol kosmetik. Selain itu etanol juga digunakan sebagai campuran agar pakaian yang diberi parfum tidak meninggalkan bekas noda. Oleh karena itu suatu produk parfum selalu dilengkapi peringatan larangan untuk terkena mata dan masuk mulut, dan karena sifatnya mudah terbakar maka membawa parfum dalam kabin pesawat juga dilarang.

3. Pewarna Makanan

Pewarna makanan sebagian menggunakan etanol sebagai bahan bakunya, hal ini karena kemampuan etanol yang dapat mempertajam warna pada pewarna makanan.

4. Pembersih Luka

Pembersih luka banyak yang menggunakan bahan baku etanol, hal ini karena sifat etanol yang mudah menguap dan terasa dingin dikulit. Etanol pembersih ini biasanya berupa alkohol 70 %.

5. Obat-obatan

Banyak industri obat-obatan menggunakan bahan etanol sebagai bahan pelarut, hal ini karena etanol merupakan bahan pelarut yang baik. Namun demikian mengingat etanol yang digunakan untuk obat-obatan sudah berstandar foodgrade sehingga aman untuk dikonsumsi.

6. Cat

Salah satu pelarut yang digunakan oleh industri cat adalah etanol, pelarut ini juga berfungsi untuk mempertajam warna pada cat sehingga jika diaplikasikan pada benda maka dapat memperindah warna benda tersebut.

7. Pernis

Etanol juga digunakan untuk pelarut pembuatan pernis, hal ini karena mudah larut dalam berbagai medium seperti air, eter, gliserol, kloroform, asam asetat, piridna, benzana, aseton dan sebagainya.

8. Pencuci Mulut

Pencuci mulut atau obat kumur juga menggunakan etanol agar apabila dipakai terasa segar dimulut, kandungan pada obat kumur ini berkisar 5-30%.

9. Penganti MTBE

dalam Bensin Etanol dapat digunakan sebagai pengganti metil tertiar butil eter (MTBE) pada bensin, penambahan etanol pada bensin dapat menambah efisiensi pembakaran mesin, dan disamping itu juga untuk mengurangi pencemaran.

10. Bahan Bakar

Mobil Saat ini di Indonesia telah mewajibkan penggunaan campuran bioetanol sebesar 10% sebagai bahan bakar mobil. Hal ini dicanangkan pemerintah karena banyak bahan baku berupa kelapa sawit dan yang lainnya sehingga dapat mengurangi impor BBM.

11. Spirtus

Spirtus adalah cairan berwarna biru dimana bahan bakunya adalah etanol, spirtus banyak digunakan untuk lampu penerangan, namun demikian keberadaannya sudah jarang.

12. Cairan Pencuci Tangan

Etanol juga di manfaatkan sebagai campuran cairan antiseptik yang diunakan sebagai pencuci tangan. Penggunaan pencuci tangan saat ini telah sangat luas baik di rumah sakit, restoran, fasilitas umum dan rumah tangga.

13. Deodorant

Deodorant mengandung anti perspirant yang mencegah keluarnya keringat, adapun etanol yang dicampurkan berfungsi sebagai pembunuh bakteri sehingga bau tidak sedap dapat dicegah.

14. Pembasmi Serangga

Etanol memiliki kemampuan membunuh serangga karena sifatnya yang beracun sehingga menjadikan etanol dimanfaatkan oleh industri pembasmi serangga sebagai bahan campuran.

15. Pembersih wajah dan Alat kosmetik

Alat kosmetik banyak menggunakan bahan yang mengandung lemak untuk memperkuat daya rekat kosmetik, sehingga untuk membersihkan diperlukan toner yang mana mengandung etanol. Alkohol juga dapat digunakan untuk skincare dan makeup.

2.1.5. Katalis

Definisi katalisator, pertama kali ditemukan oleh Oswald (1902), yaitu suatu substansi yang mengubah laju suatu reaksi kimia tanpa mengubah besar energi yang menyertai reaksi tersebut. Jadi Katalis adalah suatu zat yang mempercepat suatu laju reaksi dan menurunkan energi aktivasi, namun zat tersebut tidak habis bereaksi. Ketika reaksi selesai, kita akan mendapatkan massa katalis yang sama seperti pada awal kita tambahkan sedangkan Katalis yang menghambat berlangsungnya reaksi disebut inhibitor. Dalam suatu reaksi kimia, katalis tidak ikut bereaksi secara tetap sehingga dianggap tidak ikut bereaksi.

Jenis Katalis :

1. Katalis Basa Homogen

Katalis homogen adalah katalis yang mempunyai fase yang sama dengan reaktan dan produk. Katalis homogen yang banyak digunakan adalah KOH dan NaOH dalam alcohol. Penggunaan katalis homogen mempunyai kelemahan, yaitu bersifat korosif, sulit dipisahkan dari produk dan katalis tidak dapat digunakan kembali. Keuntungan dari katalis homogen yaitu memiliki yield yang besar dan reaksi suhu yang rendah.

2. Katalis Basa Heterogen

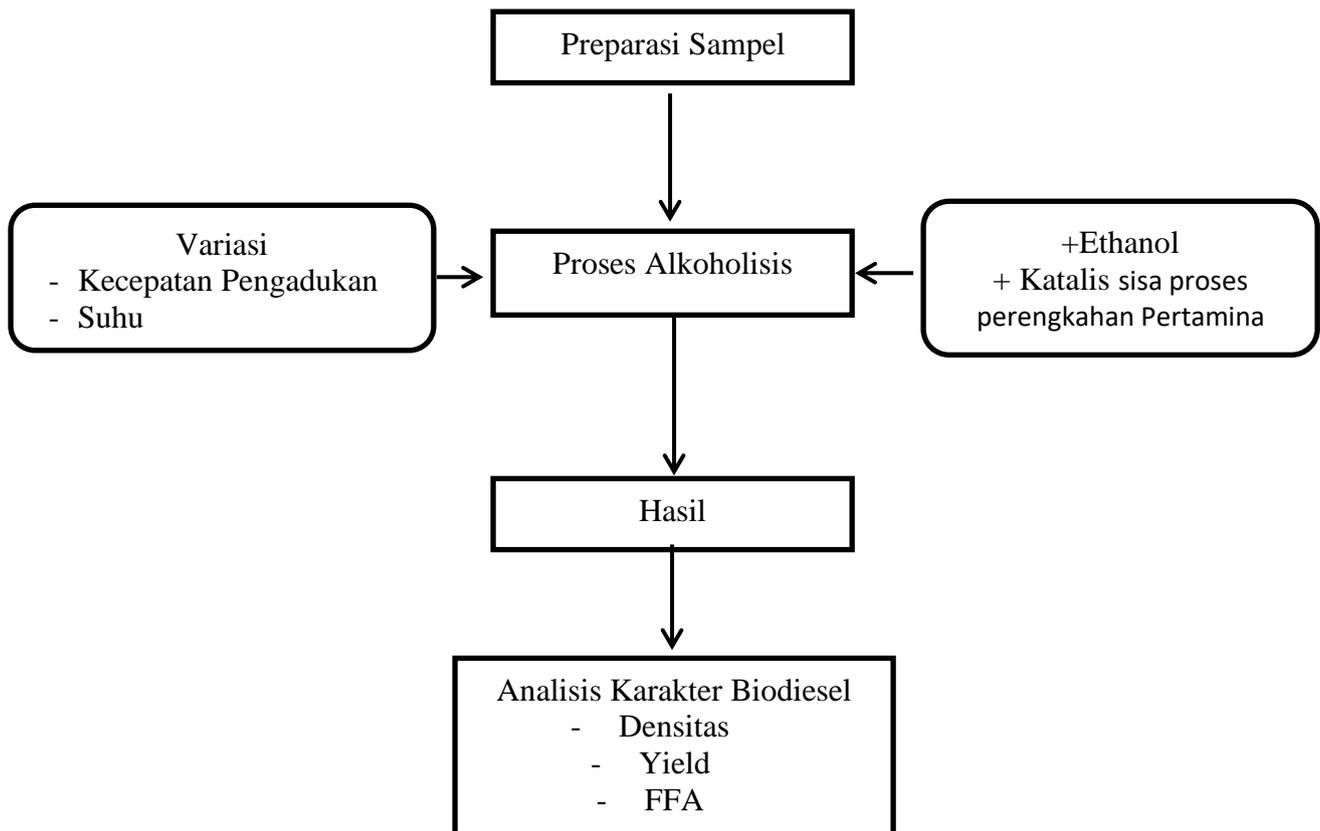
Katalis basa heterogen merupakan suatu zat yang dapat mempercepat terjadinya suatu reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi, mempunyai sifat basa, dan fasa zatnya berbeda dengan fasa reaktannya. Katalis basa heterogen dapat mempercepat reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel. Reaksi transesterifikasi adalah reaksi antara minyak tumbuhan atau lemak hewan dengan alkohol membentuk ester dan gliserol. Jika menggunakan metanol maka ester yang dihasilkan dikenal dengan nama Fatty Acid Methyl Ester (FAME). Reaksi ini digunakan secara luas untuk mengurangi viskositas trigliserida (Murugesan., 2008; Samik ,2011). Katalis heterogen antara lain CaO, MgO.

Saat ini banyak industri menggunakan katalis heterogen yang mempunyai banyak keuntungan dan sifatnya yang ramah lingkungan yaitu tidak bersifat korosif, mudah dipisahkan dari produk dengan cara filtrasi serta dapat digunakan berulang kali dalam jangka waktu yang lama. (Widyastuti, L., 2007)

Pada proses perengkahan katalis berfungsi untuk membantu memecah senyawa karbon, dengan bantuan katalis minyak mentah dapat diproses sehingga diperoleh variasi turunan minyak mentah seperti premium, kerosin, solar dan produk lainnya tergantung pada tingkat perengkahan dari rantai karbon. Katalis buangan perengkahan minyak bumi (Spent Catalyst) PT. Pertamina RU III Palembang terdiri dari unsur silica, alumina dan besi ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$). Katalis yang telah dipakai pada proses perengkahan minyak bumi masih memiliki energi aktivasi yang masih bisa dimanfaatkan dan umumnya merupakan katalis heterogen atau padatan dengan luarpermukaan dan keasaman yang tinggi serta stabilitas termal yang cukup

besar. Bahan padatan tersebut antara lain alumina, alumina oksida, silica alumina, zeolit dan clay.

2.2. Kerangka Pemikiran



Gambar 4- kerangka penelitian

2.3. Hipotesa

Berdasarkan Rumusan masalah dapat diambil hipotesa bahwa Penambahan katalis sisa proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang, kemudian variasi terhadap suhu dan kecepatan pengadukan sehingga dapat diketahui kondisi terbaik dalam menghasilkan biodiesel yang optimal baik kualitas maupun kuantitas.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, reaksi alkoholisis minyak kemiri dengan kondisi operasi tekanan diatas 1 atm, dan katalis yang digunakan berupa katalis buangan perengkahan minyak bumi, pada proses transesterifikasi reaksi kimia yang terjadi yaitu reaksi kimia dengan orde satu semu terhadap gliserid, dan berlangsung dalam fase cair.

Kondisi operasional yang optimal berada pada suhu 383°K dan kecepatan pengadukan 300 rpm, dengan perbandingan ekivalen minyak/methanol 5 mg/kg/mg/kg, dan persentase katalisator sebanyak 2%.

5.2. Saran

- 1 Untuk mencapai hasil optimum yang memenuhi spesifikasi mutu, selain variasi suhu, katalisator dan waktu perlu dipelajari variable lain yang mungkin bisa mempengaruhi pembuatan biosiesel yang berbahan baku minyak kemiri, misalnya kecepatan pengadukan dan perbandingan pereaksi.
- 2 Konversi maksimal belum didapat, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bagaimana cara mendapatkan konversi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Mangga Barani. (2006). Pedoman Budidaya Kemiri (aleurites molluccana willd). Direktorat Jenderal Perkebunan Departemen Pertanian
- Altiokka, M. R. and Citak, A. 2003. Kinetics Study of Esterification of Acetic Acid with Isobutanol in The Presence of Amberlite Catalyst, Applied Catalyst A. General, 239, 141-148.
- Anshary, M Isa. Dkk. 2012. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Padat Berpromotor ganda Dalam Reaktor Fixed Bed. Jurnal Teknik Pomits Volume 1, No. 1, (2012) 1-4. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Ardiyanti, A. R., Utomo, J., Chandra, G., Koharudin. 2003, Pengaruh Kejenuhan Minyak, Jenis, dan Jumlah Katalis Basa NaOH, K₂CO₃, serta Jenis dan Jumlah Alkohol (Metanol dan Etanol) pada Produksi Biodiesel. Seminar Nasional teknik kimia Indonesia. Yogyakarta.
- Arlene, Ariestya. (2013). Ekstraksi Kemiri Dengan Metode Soxhlet Dan Karakterisasi Minyak Kemiri. Jurnal Teknik Kimia USU (Vol. 2, No. 2). Hlm. 6
- Arlene, Ariestya Ign. Suharto dan Jessica N.R. (2010). Pengaruh Temperatur dan Ukuran Biji Terhadap Perolehan Minyak Kemiri pada Ekstraksi Biji Kemiri dengan Penekanan Mekanis. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan
- Azis, I. 2005. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dan Uji Performance Biodiesel pada Mesin Diesel. Tesis diajukan kepada Fakultas pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- BPPT, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2018, Outlook Energi Indonesia 2018: Energi Berkelanjutan untuk Transportasi Darat

- Corma, A. 1997. Solid acid catalysts. *Curr Opin Solid St M* 2:63-75
- Darnoko, D dan Cheryan M. 2000. Continous Production of Palm Methyl Ester. *J. Am. Oil Chem. Soc*, 77, 1269-1272.
- Diaz, R.S. & Galindo, F.C. 2007. Coco Metil Ester (CME) – ThePerfect Diesel. <http://moritz.botany.ut.ee>. (18 November 2008).
- Hayyan, A., Alam, M.Z., Kabbashi, N.A., Mirghani, M.E.S., Hakimi, N.I.N.M., Siran, Y.M. & Tahiruddin, S. (2011) Reduction of high content of free fatty acid in sludge palm oil via acid catalyst for biodiesel production, *Fuel processing technology. Elsevier Journal-Fuel Processing Technology*
- Hendartono, T. 2005, “Pemanfaatan Minyak Dari Tumbuhan Untuk Pembuatan Biodiesel”, www.Biodiesel.org
- Johnstone, R. E. and Thring, M. W. (1957). Pilot Plant Models and Scale Up Method in Chemical Engineering. pp. 66-67. McGraw- Hill Book Company, Inc. New York
- Ketaren, S. 1986. Minyak dan lemak pangan. UI Press. Jakarta
- Kirk, R. E. and Othmer, D. F. 1992. Encyclopedia of Chemical Technology. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
- Knothe, G., J.V. Gerpen, J. Krahl. 2005. The biodiesel handbook. Illinois (US): AOCS Press. hlm 34, 35, 164, 269, 270-274.
- Kusmiyati. 1995. Kinetika Pembuatan Metil Ester Pengganti Minyak Diesel dengan Proses Metanolisis Tekanan Lebih dari 1 atm. Tesis diajukan kepada Fakultas pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Nathasya, P. 2008. Sintesis Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Biji Kemiri (Aleurites Moluccana) Hasil Ekstraksi Melalui Metode Ultrasonik. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Nijhuis, T. A., beers, A. E. W., Kapteijn, F., and Moulijn, J. A. 2002. Water

removal by Reactive Stripping for Solid-Acid Catalyzed Esterification in A Monolithic Reactor. *Chem. Eng.Sci.*, 57, 1627-1632.

Padli dkk (2010) Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa melalui Reaksi Metanolisis Menggunakan Katalis CaCO_3 yang dipijarkan

Poedji Loekitowati Hariani dkk(2013)Pengaruh Variasi Temperatur Dan Konsentrasi Minyak Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Kemiri (Aleurites Moluccana)Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung

Prakoso, T., Indra, B. K., Nugroho, R. H. 2003. Esterifikasi Asam Lemak Bebas dalam CPO untuk Produksi Metil Ester. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Yogyakarta.

Purwono, S., Yulianto, N., Pasaribu, R. 2003. Biodiesel dari Minyak Kelapa. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Yogyakarta.

Rahayu, S. S., dan Rarasmedi, I. 2003. Biodiesel dari Minyak Sawit dan Fraksi Ringan Minyak Fusel. Seminar Nasional teknik kimia Indonesia. Yogyakarta.

Roni, Kiagus ahmad, ida bagus Agra, and Hary Sulisty. 1998. "Alkoholisis Minyak Biji Kepuh (*Sterculia Foetida* l.) Pada Tekanan Lebih Dari Satu Atmosfer Dengan Katalisator Buangan Proses Perengkahan Minyak Bumi Pertamina Unit II Palembang."

Roni, Kiagus Ahmad. 2012. Pembuatan biodiesel biji kepuh (*sterculia foetida* l.) Dengan prosesalkoholisis dengan katalisator buangan proses perengkahan minyak bumi pertamina unit ii palembang.

Roni, Kiagus Ahmad. 2012. Alkoholisis Minyak Goreng Bekas (Jelantah)Pada Tekanan Lebih Dari Satu Atmosfer Dengan Katalisator Buangan ProsesPerengkahan Minyak Bumi Unit Iii Palembang.

Setyadji, Moch dkk. 2003. Studi PembuatanMinyak Bio-diesel dari Biji Jarak. Yogyakarta:Puslitbang Teknologi Maju BATAN.

- Setyawardhani, A., S. 2003. Metanolisis Asam Lemak dari Minyak Kacang Tanah untuk Pembuatan Biodiesel. Tesis diajukan kepada Fakultas pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Sibarani, J et al, 2007, “ Effect of palm empty bunch ash on transesterification of palm oil into biodiesel”, Indo J. Chem Vol 7. No.3. Hal.314- 319.
- Sofiyah. 1995. Kinetika Reaksi Etanolisis Minyak Biji Kapuk dengan Katalisator Natrium Hidroksida dan Penambahan Garam anorganik. Tesis diajukan kepada Fakultas pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Sumangat, D. dan T. Hidayat. 2008. Karakteristik Metil Ester Minyak Jarak Pagar Hasil Proses Transesterifikasi Satu Dan Dua Tahap. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Utami, Anisa Rahmi. 2011. Kajian Proses Biodiesel Dari Minyak Biji Bintaro (Cerbera odollam Gaertn) Dengan Metode Transesterifikasi. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Van Gerpen, J., Shanks, B., Pruszto, R., Clements, D., Knothe, G. 2004. Biodiesel analytical methods. National renewable energy laboratory. USA
- Westerterp, K. R., Swaaij, W. P. M. V., and Beenackers, A. A. C. M. (1984). Chemical Reactor Design and Operation. P. 16, John Wiley and Sons. New York.
- Widiono, B. 1995. Alkoholisis Minyak biji Jarak dalam Reaktor Kolom Berpulsasi Secara Sinambung Ditinjau dari Segi Kinetika. Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Widyastuti, L. 2007. Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar menjadi Metil Ester sebagai Bahan Bakar pengganti Minyak Diesel dengan menggunakan katalis KOH, Skripsi, Jurusan Kimia, Universitas Tinggi Negeri Semarang
- Yulianti, D. 2006. Studi ekstraksi dan penentuan sifat fisiko-kimia serta

komposisi asam lemak penyusun trigliserida dari minyak biji kemiri (Aleurites moluccana). Karya utama sarjana kimia. Departemen Kimia FMIPAUI.

Yadav, G.D. and Thatagar, M. B. 2002. Esterification of Maleic Acid with Ethanol Over Cation-Exchange Resin Catalyst. *React. Funct. Polym.*, 52,99-110