

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

Riny Andwika Simatupang¹⁾, Ramli²⁾ dan Mahrizal²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP

riny.simatupang@gmail.com

ABSTRACT

Nowadays, the quantity of fuel in the nature almost depleted. This condition make us to find another alternate energy source as a solution of fuel limitation. Using the organic material like cocoa plant as a renewable fuel that is biodiesel, to replace the diesel. This research goal is to know the optimum point of velocity of stirrer and stirring duration so it could produce fine quality of biodiesel as alternative energy source. In this research, the free variable that applied to the mixer as stir velocity is 1050 rpm, 1100 rpm, 1200 rpm and stir duration is been done in 5, 10, 15, 20 and 25 minutes. For controlled variable like process temperature is 50°C, with sedimentation time is 24 hours and using NaOH as catalyst Biodiesel that been produce from transesterification from coco oil, having viscosity point at 4.408 cSt, density at 872.995 kg/m³ and flashpoint > 100°C. The condition obtain from stirrer that using speed 1100 rpm on 5 minutes as the stirring time.

Keywords : *Biodiesel, transesterification, coco oil*

PENDAHULUAN

Saat ini, penggunaan kendaraan berbahan bakar minyak semakin banyak dan tidak terkendali. Dengan demikian, penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) juga akan semakin meningkat. Banyaknya pemakaian bahan bakar minyak akan dapat mengakibatkan ketersediaan bahan bakar minyak yang tersedia di alam semakin berkurang sehingga sulit untuk didapatkan dan harganya juga akan semakin mahal. Mahalnya harga BBM saat ini memiliki dampak yang terjadi di berbagai daerah, salah satunya terjadi di Siberut Utara dan Siberut Selatan, dimana harga BBM jenis Premium dan Solar mencapai Rp 15.000,00/liter^[1]. Untuk itu, perlu dicarikan sumber-sumber energi untuk menjadi alternatif pilihan selain penggunaan bahan bakar minyak.

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

Bahan bakar alternatif yang berasal dari bahan organik dapat berupa tanaman yang dapat diperbaharui, yang disebut juga Bahan Bakar Nabati (BBN). Bahan bakar nabati terdiri dari dua macam yaitu bioetanol dan biodiesel. Bioetanol merupakan salah satu bentuk bahan bakar nabati yang berasal

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

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

Biodiesel dapat dibuat dari berbagai jenis tumbuhan yang memiliki kandungan asam lemak yang tinggi, misalnya seperti kelapa. Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar didunia dengan areal tanaman sekitar 3,88 juta ha dan produksi yang dihasilkan tahun 2005 adalah 3,2 juta ton^[11]. Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan hasil bumi yang ketersediaannya melimpah di Indonesia, khususnya di daerah Pariaman Sumatera Barat. Pertumbuhan tanaman kelapa tidak memerlukan perhatian khusus. Sedangkan seluruh bagian dari tanaman kelapa

sangat bermanfaat bagi kehidupan masyarakat yang bernilai ekonomis.

Kelapa memiliki daging buah yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan minyak kelapa. Minyak kelapa memiliki banyak manfaat dalam kehidupan manusia. Minyak kelapa juga memiliki berbagai jenis asam lemak, misalnya asetat, palmitat, miristat dan laurat. Kandungan asam lemak pada minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel. Asam lemak yang dimaksud dapat berupa asam laurat yang akan bereaksi dengan larutan metoksi yang nantinya menghasilkan biodiesel. Hal ini disebabkan karena kandungan asam laurat yang tinggi yaitu 44-52% dibandingkan dengan asam lemak lainnya yang terkandung dalam minyak kelapa, seperti asam kaprat 4.5-9.5%, asam miristat 13-19% dan asam palmitat 7.5-10.5%^[16].

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

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

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan termasuk jenis penelitian eksperimen, dimana penelitian ini tidak hanya dilakukan dengan mengukur keadaan awal jenis sampel saja tetapi juga mengukur keadaan setelah diberi perlakuan, analisis data dan interpretasi data. Pembuatan minyak kelapa ini dilakukan di daerah Desa Aie Tajun, Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat.

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Januari – Juli 2015 di Labor Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang, Laboratorium Penelitian Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang dan Laboratorium Quality & Quantity (QQ) Terminal Teluk Kabung.

Penelitian dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu : Tahap persiapan, tahap perencanaan, dan tahap pelaksanaan. Tahap persiapan dilakukan kajian kepustakaan terhadap teori-teori yang mendukung dan alat bahan yang digunakan sesuai dengan ukuran pemakaian dalam pengujian. Tahap perencanaan dilakukan berupa pencarian bahan-bahan, sampel serta alat yang dapat digunakan dalam penelitian.

Tahap pelaksanaan dilakukan selama beberapa waktu hingga diperoleh data dari setiap variabel yaitu viskositas, densitas serta titik nyala biodiesel dari minyak kelapa. Beberapa pelaksanaan yang dilakukan berupa: penentuan kadar asam lemak bebas (*Free Fatty Acid / FFA*) pada minyak kelapa, pembuatan biodiesel, pencucian biodiesel, pemanasan dan pengujian kualitas dari biodiesel minyak kelapa. Tahap pengambilan dan pengolahan data dilakukan pengambilan data dari penelitian yang dilakukan. Kemudian tahap pengolahan data juga dapat dilakukan setelah semua data diperoleh dari setiap variabel dalam penelitian. Selanjutnya dilakukan analisis data yang diperoleh dengan membandingkan nilai SNI biodiesel, serta membuat kesimpulan.

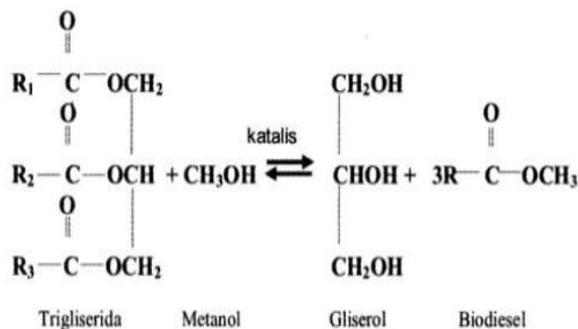
Variabel yang digunakan pada penelitian ini berupa variabel bebas yang terdiri dari kecepatan putar pengadukan 1050 rpm, 1100 rpm, 1200 rpm dan waktu pengadukan selama 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit. Variabel terikat pada penelitian berupa nilai viskositas, densitas, titik nyala dan rendemen yang dihasilkan dari biodiesel minyak kelapa. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah jenis katalis basa (NaOH), persentasi kadar larutan metoksi, tekanan 1 atm, lama pengendapan selama 24 jam dan suhu proses pembuatan biodiesel 50°C.

Alat yang digunakan pada penelitian adalah *Viscometer Cannon*, *Piknometer* dan *Flash Point Tester HPF 339*, gelas ukur, saringan bertangkai, corong pisah, kompor listrik, thermometer, stopwatch, bola hisap, pipa kapiler, timbangan digital, *mixer*. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah minyak kelapa sebagai bahan baku, katalis basa adalah NaOH, methanol, aquades/air dan cuka.

Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang bisa digunakan sebagai bahan bakar layaknya bahan bakar fosil (solar). Biodiesel dapat diperoleh dari minyak nabati, seperti minyak kelapa, minyak biji jarak, minyak kelapa sawit dan juga minyak hewani yang bersifat dapat diperbaharui. Biodiesel memiliki sifat yang sangat mirip dengan petrodiesel ataupun yang disebut dengan minyak diesel sintesis,

yaitu memiliki energi pembakaran dan angka sentana yang lebih tinggi (>60) sehingga pembakarannya lebih efisien dan sekaligus dapat melumasi piston mesin. Biodiesel digunakan sebagai bahan bakar mesin yang pembakarannya menggunakan sistem kompresi tinggi (mesin diesel) dengan sedikit modifikasi atau bahkan tanpa modifikasi terhadap mesin^[16].

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



Gambar 1. Reaksi Transesterifikasi

Berdasarkan Gambar 1, biodiesel yang dihasilkan melalui proses kimia yang disebut proses transesterifikasi, yaitu merupakan proses pemisahan gliserin dari minyak nabati atau hewani (*fat/vegetable oil*)^[16]. Metode transesterifikasi digunakan dalam proses pembuatan biodiesel dapat menghasilkan rendemen 95% dari bahan baku berupa minyak nabati (tumbuhan)^[8]. Ada beberapa keadaan yang dapat mempengaruhi perubahan dan perolehan biodiesel melalui proses transesterifikasi yaitu:

1. Pengaruh air dan asam lemak bebas

Minyak nabati yang akan melalui proses transesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Semua bahan yang digunakan harus bebas dari air, karena dapat bereaksi dengan katalis sehingga dapat menyebabkan jumlah katalis dapat berkurang. Katalis harus disimpan agar tidak terjadi kontak langsung dengan uap air dan karbondioksida. Menurut Fukuda (2001) dan Sudradjat dkk (2005) menyatakan bahwa adanya air yang berlebihan yang terkandung dalam bahan dapat menyebabkan sebagian reaksi berubah menjadi reaksi saponifikasi yang nantinya akan menghasilkan sabun.

Sabun akan bereaksi dengan katalis basa dan akan mengurangi efisiensi katalis sehingga dapat meningkatkan viskositas (kekentalan zat), terbentuknya gel dan akan menyulitkan pemisahan gliserol dengan metil ester.

2. Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah

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

3. Pengaruh jenis alkohol

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

4. Pengaruh jenis katalis

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

5. Metanolisis *Crude* dan *Refined* minyak nabati

Metil ester akan banyak diperoleh jika menggunakan minyak nabati *refined*. Tetapi jika produk metil ester tidak digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, maka cukup digunakan bahan baku berupa minyak yang telah dihilangkan getahnya dan kemudian disaring.

6. Pengaruh Temperatur

Reaksi transesterifikasi dilakukan pada temperatur 30-65°C, karena titik didih methanol sekitar 65°C^[6]. Dalam proses transesterifikasi, suhu yang diberikan mempengaruhi viskositas dan densitas. Hal ini terjadi karena viskositas dan densitas merupakan parameter fisis yang mempengaruhi biodiesel untuk dapat dijadikan bahan bakar. Semakin tinggi suhu yang diberikan akan menyebabkan gerakan molekul-molekul semakin cepat, sehingga tumbukan antar molekulpun juga meningkat.

7. Putaran Pengadukan

Keberhasilan suatu proses pembuatan biodiesel dapat dipengaruhi oleh putaran pengadukan^[4]. Putaran pengadukan dilakukan dalam proses ini agar sampel dan larutan metoksi menjadi homogen dan dapat menghasilkan biodiesel yang baik. Pengadukan

bisa dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan tangan dan alat pengaduk otomatis seperti *mixer*^[16].

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

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

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

Sumber : SNI 04-7182-2006

Tabel 2. Metoda Uji Mutu Biodiesel

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

Sumber : SNI 04-7182-2006

Kelebihan penggunaan biodiesel dibandingkan dengan bahan bakar fosil adalah :

1. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan yang disebabkan karena memiliki emisi gas buang yang jauh lebih baik.
2. Biodiesel memiliki persentasi efisiensi pembakaran yang jauh lebih baik karena memiliki angka sentana lebih tinggi (>57).
3. Biodiesel memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin dan dapat terurai (*biodegradable*).
4. Biodiesel berasal dari bahan-bahan organik seperti minyak nabati dan lemak hewani yang dapat diperbaharui dan ketersediaannya di alam juga terjamin.
5. Dapat diproduksi secara lokal maupun individu^[8].

Berdasarkan kelebihan yang dimiliki biodiesel sebagai salah satu sumber energy alternatif, hal ini dapat diuji kualitasnya. Kualitas biodiesel ditentukan berdasarkan SNI 04-7182-2006. Beberapa kualitas biodiesel pada standar yang ditentukan dapat berdasarkan kualitas sifat fisika seperti viskositas, densitas, titik nyala, dan kadar air.

1. Viskositas

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya tahanan

geser dari cairan. Berdasarkan besarnya hambatan atau gaya gesekan yang terjadi antara benda dengan cairan telah diteliti oleh *Sir George Stokes* melalui percobaan-percobaan yang telah dilakukannya, yang dikenal dengan *Hukum Stokes*. Aplikasi dari hukum ini adalah metode pengukuran viskositas bola jatuh^[22]. Jika viskositas suatu cairan semakin tinggi, maka sifat yang dimiliki semakin kental dan semakin sukar untuk mengalir. Sifat umum dari zat cair adalah sebagai berikut:

- a. Mempunyai daya tarik antar molekul yang cukup kuat sehingga cairan mempunyai volume tertentu yang relatif konstan.
- b. Daya tarik antar molekul cairan lebih lemah daripada zat padat, sehingga molekul-molekul dapat bergerak, menyelinap dan tergelincir pada molekul-molekul yang lainnya sehingga mengakibatkan cairan mempunyai bentuk sesuai dengan wadahnya.
- c. Daya tarik antar molekul cairan mengakibatkan cairan mempunyai daya tahan terhadap suatu tekanan atau regangan yang dialaminya.
- d. Daya tahan terhadap tekanan atau regangan yang disebut viskositas (kekentalan)^[21].

Viskositas atau kekentalan dapat dibayangkan sebagai gesekan antara satu bagian dengan bagian lain di dalam fluida. Gesekan ditimbulkan oleh gaya tarik-menarik antara molekul-molekul di satu lapisan dengan molekul di lapisan lainnya. Viskositas kinematik (ν) dapat didefinisikan secara matematis yaitu viskositas (η) dibagi dengan kerapatan zat cair (ρ), sehingga dapat dituliskan pada Persamaan (1).

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

satuan dari viskositas kinematik adalah stoke (St) dan centistokes (cSt)^[17]. Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas adalah:

1. Ukuran molekul
2. Gaya tarik intermolekul
3. Suhu
4. Tekanan
5. Luas permukaan^[21]

Semakin tinggi viskositas suatu cairan, maka semakin kental dan semakin sukar cairan tersebut untuk mengalir^[18]. Pada suatu cairan yang mengalir cepat seperti air, alkohol dan bensin mempunyai viskositas yang kecil, sedangkan cairan seperti gliserin dan madu memiliki viskositas yang besar sehingga cairan dapat mengalir dengan lambat. Jenis cairan yang memiliki viskositas yang berbeda dapat menentukan kecepatan mengalirnya cairan tersebut^[20].

2. Densitas

Densitas merupakan jumlah zat yang terkandung dalam suatu unit volume^[23]. Densitas suatu bahan tidak sama pada setiap bagiannya tergantung pada

faktor lingkungan seperti suhu dan tekanan. Densitas dirumuskan dalam Persamaan (2) sebagai berikut :

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

dengan satuan massa (m) adalah kg, v adalah volume dengan satuan m³ dan densitas (ρ) adalah $\frac{kg}{m^3}$ [6].

3. Titik Nyala

Titik nyala didefinisikan sebagai suhu terendah di mana cairan menghasilkan uap yang mudah terbakar yang dapat dinyalakan di udara oleh pemantik api yang ada di atas permukaannya. Titik nyala ditentukan secara eksperimental dengan pemanasan wadah yang berisi cairan yang akan diuji. Pemantik api disajikan secara berkala ke permukaan cairan. Jika sebuah nyala terjadi pada permukaan wadah, maka hal itu menunjukkan bahwa suhu cairan yang diuji telah mencapai (atau melebihi) titik nyala. Wadah dapat dibuka ataupun ditutup otomatis saat pengujian.

Nilai titik nyala merupakan parameter yang penting untuk klasifikasi cairan atau material yang mudah terbakar. Titik nyala tidak cukup untuk menilai risiko yang terkait dengan penggunaan atau penyimpanan cairan yang mudah terbakar dalam kondisi kesetimbangan uap-cair. Namun dalam wadah tertutup, keseimbangan uap-cair dapat tercapai. Wadah terdiri dari campuran homogen dari uap dan udara, jika konsentrasi uap termasuk dalam kisaran mudah terbakar, terdiri antara batas bawah mudah terbakar dan batas atas mudah terbakar, suasana eksplosif (meledak) hadir dalam wadah tertutup. Pengujian *flash point* atau titik nyala dari sebuah bahan bakar menggunakan *flash point tester* metode ASTM D-93^[19].

4. Rendemen Biodiesel

Rendemen merupakan perbandingan berat biodiesel yang dihasilkan dengan berat total minyak. Menghitung rendemen biodiesel digunakan Persamaan (3).

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

dengan $W_{\text{biodiesel}}$ adalah berat biodiesel murni yang dihasilkan melalui proses transesterifikasi dan W_{minyak} adalah berat minyak awal atau minyak total yang merupakan bahan baku pembuatan biodiesel^[25].

Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahap, yaitu pertama adalah tahap preparasi, sampel yang digunakan adalah mempersiapkan kelapa yang akan diolah untuk dijadikan minyak. Pengambilan sampel yang berupa buah kelapa yang diperoleh di daerah Desa Aie Tajun, Kecamatan Lubuk Alung Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat. Selain itu, bahan lain yang dipersiapkan yaitu NaOH berupa

padatan, aquades, metanol. Kemudian tahap pembuatan minyak dari kelapa dengan proses sebagai berikut: buah kelapa yang tersedia, akan diparut menggunakan mesin parut, kemudian parutan kelapa akan diperas hingga menghasilkan pati santan, pati santan yang dihasilkan dari kelapa akan dimasak menggunakan kompor hingga menghasilkan minyak.

Setelah itu, tahap pengujian kualitas kimia pada minyak kelapa yang dilakukan yaitu dengan proses sebagai berikut: pengujian kadar asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA). Untuk menentukan kadar asam lemak bebas, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Menimbang 30 gram berat contoh (biodiesel) dalam erlemeyer
- Menambahkan 50 mL alkohol netral yang panas
- Menambahkan 2 mL indikator PP
- Melakukan titrasi dengan larutan 0,1 N NaOH hingga warna biodiesel berubah menjadi merah muda.
- Setelah warna berubah, kadar asam lemak bebas dapat diketahui dengan mendapatkan jumlah NaOH yang terpakai dan menggunakan persamaan (9):

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{mL NaOH} \times N \times \text{Molekul asam lemak}}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100 \%$$

Untuk tahap pembuatan biodiesel minyak kelapa, dilakukan dengan tahap sebagai berikut: minyak yang dihasilkan dari pati santan buah kelapa akan disaring terlebih dahulu. Kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama proses, kemudian mempersiapkan larutan metoksi yang merupakan campuran metanol dan NaOH yang akan dimasukkan pada minyak kelapa yang sudah dipanaskan dengan suhu 50°C. Setelah semua campuran diaduk menggunakan mixer, maka kecepatan putar pengadukannya akan divariasikan terhadap perubahan waktu yang ditentukan selama proses.

Minyak kelapa yang sudah tercampur dengan larutan metoksi, kemudian diaduk menggunakan mixer dengan kecepatan putar pengadukan yang digunakan adalah 1050 rpm, 1100 rpm, 1200 rpm dengan lama pengadukan yang divariasikan yaitu 5,10, 15, 20, 25 menit. Setelah tahap pengadukan dalam proses transesterifikasi dilakukan, maka biodiesel akan diendapkan selama 24 jam hingga terbentuk dua bagian yaitu biodiesel dan trigliserida. Untuk tahap pencucian dilakukan setelah proses pengendapan dilakukan.

Waktu yang dibutuhkan untuk pencucian biodiesel dari tahap pengendapan adalah 30-60 menit, hingga gliserol dan biodiesel terpisah. Kemudian dilakukan pemisahan antara gliserol dan biodiesel murni dengan menyaringnya terlebih dahulu. Biodiesel dicuci menggunakan aquades yang sudah dicampur dengan sedikit cuka, kemudian diaduk menggunakan tangan beberapa menit. Lalu

sampel didiamkan hingga terlihat biodiesel dan air terpisah. Pencucian biodiesel dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan aquades 500 mL. Kemudian air dipisahkan dengan biodiesel yang dilakukan pencucian sampai sisa sabun tidak ada lagi dan biodiesel terlihat bening.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Pengujian Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid* / FFA)

Dalam pengujian asam lemak bebas atau yang disebut juga *Free Fatty Acid* (FFA) yang dilakukan pada kandungan minyak kelapa, bahan yang dibutuhkan untuk mereaksikannya adalah larutan NaOH, indikator PP (phenolphthalein) dan alkohol netral. NaOH yang telah dilarutkan menggunakan 50 mL aquades dimasukkan ke buret, sedangkan indikator PP direaksikan dengan biodiesel yang akan diuji. Proses ini disebut dengan proses titrasi, yang merupakan bagian dari produksi biodiesel. Kemudian hasil berupa data dari pengujian asam lemak bebas dapat diperoleh menggunakan Persamaan (9).

Data yang dibutuhkan untuk mengetahui persentasi dari kadar FFA yang ada pada minyak kelapa adalah jumlah dari NaOH yang terpakai adalah 0.65 mL, $N = 0.1002$, berat molekul asam lemak minyak kelapa adalah 200 dan massa dari minyak kelapa yang digunakan adalah 30.0136 gram. Maka, nilai dari persentasi kadar asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) yang diperoleh adalah 0.0434 %.

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa persentasi asam lemak bebas dari minyak kelapa adalah 0.0434%. Melalui hasil dari pengujian asam lemak bebas yang telah dilakukan, proses transesterifikasi dapat dibuat secara langsung hingga menjadi biodiesel. Hal ini dikarenakan persentasi asam lemak bebas < 0.5%, jika tidak memenuhi maka harus diproses dengan metode es-transesterifikasi dan proses transesterifikasi.

2. Hasil Pengujian Variasi Kecepatan Putar Pengadukan dan Waktu Pengadukan terhadap Kualitas Biodiesel

Pada penelitian ini dilakukan pengujian awal terhadap viskositas dari minyak kelapa murni. Minyak kelapa di uji menggunakan alat sesuai standar nasional yaitu viskometer Cannon. Pipa kapiler yang digunakan berbeda dengan kode 4149 dan 4580, karena lubang pipa kapiler yang digunakan lebih besar daripada yang digunakan untuk biodiesel. Hal ini terjadi karena nilai viskositas dari minyak kelapa murni adalah 25.1 cSt.

Penelitian dilakukan menggunakan minyak kelapa karena kelapa memiliki kandungan asam

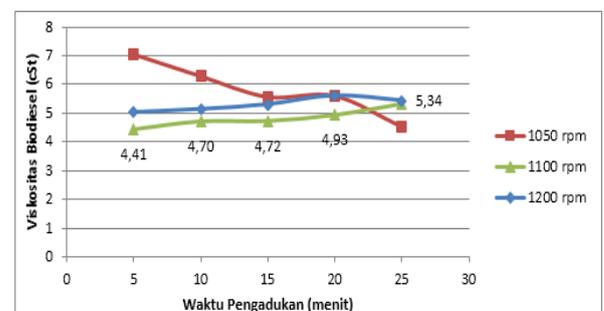
lemak (asam laurat) yang tinggi. Asam lemak ini dapat dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel. Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan yaitu dengan memvariasikan kecepatan putar pengadukan dan waktu pengadukan selama proses pembuatan biodiesel. Adapun variasi kecepatan putar yang digunakan adalah 1050 rpm, 1100 rpm dan 1200 rpm serta waktu pengadukan selama 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit berpengaruh terhadap kualitas biodiesel.

Data hasil pengujian yang telah dilakukan berdasarkan penggunaan variasi waktu putar dalam pengadukan menggunakan kecepatan 1050 rpm, 1100 rpm, 1200 rpm, dapat dilihat pada Tabel 3.

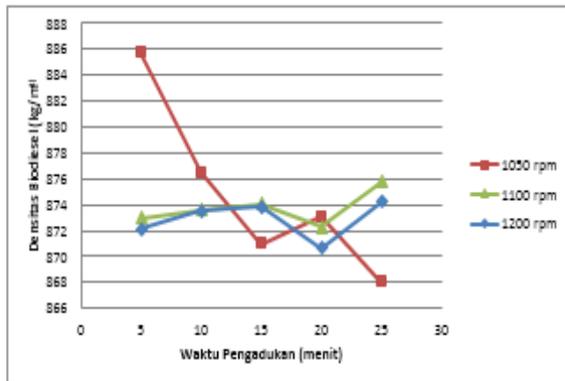
Tabel 3. Variasi Waktu Pengadukan Terhadap Kecepatan Putar Pengadukan 1050 rpm, 1100 rpm dan 1200 rpm

Kecepatan Putar	Waktu Pengadukan (menit)	Viskositas pada 40°C (cSt)	Densitas pada 40°C (kg/m ³)	Titik Nyala (°C)	Jumlah Biodiesel (mL)	Rendemen (%)
1050 rpm	5 menit	7.0	885.6	>110	1680	84 %
1050 rpm	10 menit	6.2	876.5	>110	1650	82.5 %
1050 rpm	15 menit	5.5	870.9	>110	1280	64 %
1050 rpm	20 menit	5.5	873.0	>110	960	48%
1050 rpm	25 menit	4.5	867.9	>110	940	47 %
1100 rpm	5 menit	4.4	872.9	>110	1690	84.5 %
1100 rpm	10 menit	4.7	873.6	>110	680	34 %
1100 rpm	15 menit	4.7	874.0	>110	660	33%
1100 rpm	20 menit	4.9	872.2	>110	1445	72.25 %
1100 rpm	25 menit	5.3	875.7	>110	1440	72 %
1200 rpm	5 menit	5.0	872.1	>110	1680	84 %
1200 rpm	10 menit	5.1	873.5	>110	1540	77 %
1200 rpm	15 menit	5.2	873.8	>110	1390	69.5 %
1200 rpm	20 menit	5.6	870.6	>110	1075	53.75 %
1200 rpm	25 menit	5.4	874.2	>110	1000	50 %
	SNI	2.3 – 6	850 - 890	Min 100		

Keadaan ini menunjukkan besar kecepatan putar dan waktu pengadukan yang optimum agar menghasilkan biodiesel berkualitas baik selama proses yang telah dilakukan. Hasil dari penelitian dapat diplot dalam suatu grafik, seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik Optimasi Kecepatan Putar dan Waktu Pengadukan Terhadap Viskositas Biodiesel



Gambar 3. Optimasi Kecepatan Putar dan Waktu Pengadukan Terhadap Densitas Biodiesel

Berdasarkan Gambar 3, nilai dari penggunaan waktu dalam proses pengadukan mempengaruhi densitas biodiesel dari minyak kelapa. Densitas biodiesel minyak kelapa yang dihasilkan adalah 885.6 kg/m^3 selama 5 menit pengadukan menggunakan kecepatan putar 1050 rpm. Data yang dihasilkan melalui pengujian ini, memenuhi syarat mutu densitas biodiesel SNI 04-7182-2006 yaitu $850-890 \text{ kg/m}^3$. Tetapi dalam penggunaan waktu pengadukan 5 menit yang dilakukan selama proses ini merupakan hasil densitas yang maksimal, bukan optimal. Sedangkan nilai densitas yang optimum agar menghasilkan biodiesel yang berkualitas baik adalah saat menggunakan waktu pengadukan 5 menit dengan kecepatan putar 1100 rpm dengan nilai viskositas 4.4 cSt dan densitas 872.9 kg/m^3 .

3. Hasil Pengujian Titik Nyala (*Flash Point*)

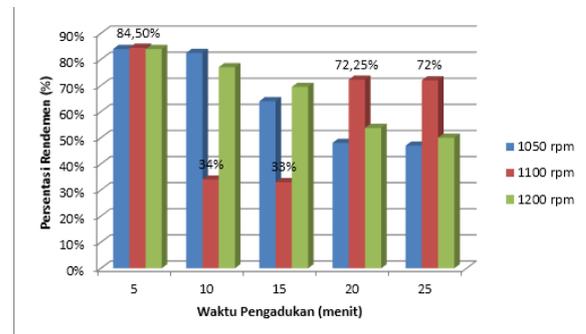
Telah dilakukan pengujian titik nyala dari biodiesel minyak kelapa di Laboratorium Quality & Quantity (QQ) di Terminal BBM Teluk Kabung. Alat yang digunakan adalah *Flash Point Tester* Type HFP 339. Berdasarkan syarat mutu biodiesel pada SNI 04-7182-2006, titik nyala untuk biodiesel minimal 100°C . Untuk 15 sampel yang telah diuji, hasil yang diperoleh adalah $> 110^\circ\text{C}$. Hal ini terjadi karena alat *flash point* yang ada di Laboratorium Pertamina hanya memiliki standar batas kualitas pengujian mencapai 110°C .

Biodiesel yang memiliki titik nyala lebih dari 100°C masih memenuhi standar untuk dapat dijadikan bahan bakar diesel (Kartika dkk, 2010). Titik nyala yang tinggi menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan melalui penelitian ini lebih aman dan lebih mudah penggunaannya.

4. Rendemen Biodiesel

Beberapa sampel telah dilakukan pengujian kualitas fisis agar diperoleh biodiesel yang optimum berdasarkan variasi kecepatan putar pengadukan dan waktu pengadukan yang digunakan menggunakan *mixer* dalam pembuatan biodiesel dari minyak kelapa. Dari proses pembuatan yang telah dilakukan

dapat menghasilkan jumlah biodiesel berbeda-beda yang memengaruhi rendemen biodiesel tersebut. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 4 berdasarkan hasil yang diperoleh, yaitu:



Gambar 4. Diagram Rendemen Biodiesel Minyak Kelapa

Berdasarkan Gambar 4, dapat ditampilkan rendemen yang optimum yaitu 84.5% pada waktu pengadukan 5 menit yang menggunakan kecepatan putar dalam pengadukan sebesar 1100 rpm. Hal ini dikarenakan jumlah biodiesel yang dihasilkan lebih banyak daripada gliserin dan dalam proses pengadukan juga dilakukan secara merata sehingga menghasilkan jumlah dan kualitas yang optimum dari minyak kelapa. Warna biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi adalah biodiesel berwarna bening dan tidak mengandung gliserin.

B. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 3, diperlihatkan penggunaan beberapa variasi waktu pengadukan mempengaruhi kualitas dari biodiesel minyak kelapa. Data yang diperlihatkan berupa nilai viskositas pada suhu 40°C , densitas pada suhu 40°C , titik nyala, jumlah biodiesel yang dihasilkan dan rendemen biodiesel minyak kelapa. Proses pembuatan hingga pengujian kualitas fisis yang dilakukan menghasilkan nilai yang berbeda-beda.

Pada waktu pengadukan 5 menit menggunakan kecepatan putar 1050 rpm, nilai dari viskositas biodiesel minyak kelapa sangat tinggi yaitu 7.0 cSt , sehingga nilai ini tidak termasuk pada standar mutu biodiesel karena viskositas biodiesel minyak kelapa melebihi 6.0 cSt . Untuk densitas biodiesel yang dihasilkan tinggi yaitu sebesar 885.6 kg/m^3 . Pada waktu putar pengadukan selama 5 menit menggunakan kecepatan putar 1100 rpm, nilai dari viskositas biodiesel adalah 4.4 cSt , besarnya viskositas termasuk dalam standar mutu biodiesel yaitu $2.3-6.0 \text{ cSt}$. Untuk densitas adalah 872.9 kg/m^3 , titik nyala biodiesel $> 110^\circ\text{C}$ dan rendemen yang dihasilkan 84.5 % serta memiliki jumlah 1690 mL biodiesel.

Berdasarkan Gambar 2, nilai viskositas dipengaruhi oleh waktu pengadukan selama proses pembuatan biodiesel. Pada kecepatan putar

pengadukan 1050 rpm, viskositas biodiesel minyak kelapa sangat tinggi yaitu 7.0 cSt untuk waktu pengadukan 5 menit. Semakin besar nilai viskositas suatu cairan, maka keadaan cairan tersebut akan semakin kental, sehingga sulit untuk mengalir. Nilai dari viskositas tidak sesuai dengan syarat mutu biodiesel SNI 04-7182-2006 yang menyatakan besarnya viskositas biodiesel adalah 2.3-6.0 cSt. Sehingga, dari data yang dihasilkan dapat dilihat waktu pengadukan yang optimum adalah 5 menit dengan menggunakan kecepatan putar 1100 rpm.

KESIMPULAN

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 15 Juli 2015. Sindonews.com.
<http://ekbis.sindonews.com/read/752425/34/mulai-langka-harga-bbm-di-mentawai-rp15-ribu-liter-1371799415>
- [2] *American Standart of Testing Materials (ASTM) D-445*
- [3] Aziz, Islami. 2007. *Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas*. Valensi Vol.1 No 1
- [4] Darnoko, D, Cheryan M., 2000. *Kinetics of Palm Oil Transesterification in Batch Reactor*. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 77:1263-1237.
- [5] Fessenden, Ralp J dan Joan S Fessenden. 1986. *Kimia Organik Jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- [6] Freedman, B., Pryde, E.H., Mounts, T.L., 1984. *Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetables Oil*.
- [7] Fukuda, H. Kondo, A., & Noda, H. 2001. *Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oil*. *Jou of Bios and Bioeng.* JAOCS 61, 1638-1643.
- [8] Hambali, Erliza. 2007. *Teknologi Bioenergi*. AgroMedia Pustaka : Jakarta.
- [9] Hariyadi. 2008. *Budidaya Tanaman Kelapa*. IPB: Bogor.
- [10] <http://id.wikipedia.org/wiki/Kelapa> Diakses pada tanggal 8 April 2015
- [11] <http://agro.kemenperin.go.id> Diakses pada tanggal 11 Juli 2015
- [12] Kartika, Ika Amalia., Mohamad Yani, Dede Hermawan. 2010. *Transesterifikasi In Situ Biji Jarak : Pengaruh Jenis Pereaksi, Kecepatan Pengadukan dan Suhu Reaksi Terhadap Rendemen dan Kualitas Biodiesel*. Vol. 21(1). 24-33
- [13] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. No: 0726K/12/MEM/2015
- [14] Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Pangan dan Lemak Pangan*. UI-Press : Jakarta.
- [15] Maison, Mansusman. 1984. *Pembuatan Minyak Kelapa Dari Daging Buah Kelapa Segar*. Dewaruci Press: Jakarta.
- [16] Manai, Syamsudin. 2010. *Membuat Sendiri Biodiesel*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- [17] Moechtar, 1989. *Farmasi Fisika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- [18] Sinarep dan Mirmanto. 2011. Karakteristik Biodiesel Minyak Kelapa yang Dihasilkan dengan Cara Proses Pirolisis Kondensasi. *Jurnal Teknik Rekayasa*, Vol 12 No 1 Juni.
- [19] Standar Nasional Indonesia (SNI) 04-7182-2006.
- [20] Sutiah, K Sofjan Firdausi, Wahyu Setia Budi. 2008. *Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias*. Vol 11, No 2, April hal 53-58.
- [21] Syukri, S., Deski Beri., dan Yerimadesi. 2014. *Modul Praktikum Kimia Fisika 1*. UNP : Padang.
- [22] Tim Fisika Dasar. 2011. *Modul Praktikum Fisika Dasar 1*. UNP : Padang.
- [23] Torryselly, Paian Oppu. 2008. *Analisa Efek Secondary Flow pada Pipa Bulat dan Kontak*. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik: UI
- [24] Young, Hugh D., Freedman, Roger A. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Erlangga: Jakarta.
- [25] Zuhra, Husni Husin, Fikri Hasfita dan Wahyu Rinaldi. 2015. *Preparasi Katalis Abu Kulit Kerang Untuk Transesterifikasi Minyak Nyamplung Menjadi Biodiesel*. *Journal AGRITECH*, Vol 35 No 1, Februari