

Pengaruh rasio metanol dan tegangan arus elektrolisis terhadap yield biodiesel dari minyak jelantah

Rosdiana Moeksin*, M. Zaki Shofahaudy, Dyah Pratiwi Warsito

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Indralaya-Prabumulih KM. 32 Indralaya Ogan Ilir (OI) 30662
Email: rosmoeksin@yahoo.co.id

Abstrak

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak hewan atau minyak bekas oleh karena itu biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui. Secara umum, biodiesel dibuat dari reaksi transesterifikasi, yakni reaksi alkohol dengan trigliserida membentuk metil ester dan gliserol dengan bantuan katalis basa. Dalam pembuatan biodiesel ini digunakan bahan baku minyak jelantah yang berasal dari pecel lele di sekitar wilayah Indralaya, kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan dengan kadar FFA yang didapatkan yaitu sebesar 1,9 % sehingga langsung dilakukan proses transesterifikasi dengan menggunakan metode elektrolisis. Penelitian ini dilakukan dengan mereaksikan 100 mL minyak jelantah dan metanol dengan bantuan katalis NaOH 1% dan campuran NaCl (0,56wt%) dan aquadest (2 % wt). Pada tahap transesterifikasi dilakukan variasi tegangan listrik dengan variasi 6 V, 9 V, dan 12 V serta rasio volume metanol 20%, 30% dan 40%. Melalui percobaan ini didapatkan yield biodiesel yang paling tinggi pada variasi tegangan listrik 12 V dan rasio volume metanol 20% yaitu sebesar 38,3%.

Kata kunci: Biodiesel, metanol, elektrolisis, minyak jelantah.

Abstract

Biodiesel is an alternative fuel that can be derived from plant oils, animal fats or used oil, therefore it is classified as a biodiesel fuel that is renewable. In general, biodiesel is made from the transesterification reaction, it is the reaction of alcohols with the triglycerides to form methyl esters and glycerol with the aid from an alkaline catalyst. In the production of biodiesel used waste cooking oil from "pecel lele" sellers around Indralaya region, Ogan Ilir regency, South Sumatra with FFA levels were obtained in the amount of 1.9% so instantly made a transesterification process using electrolysis. This experiment used 100 ml of cooking oil and methanol with catalyst 1% NaOH and NaCl mixture (0,56 wt%) and distilled water (2% wt). In the transesterification stage, the voltage variation varies from 6 V, 9 V, to 12 V as well as methanol volume ratio from 20%, 30% to 40%. Through these experiments, the highest yield obtained is on the 12 V power supply voltage and methanol volume ratio is 20% equals to 38,3%.

Keywords: Biodiesel, methanol, electrolysis, used cooking oil.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan diesel Indonesia saat ini mencapai 170 juta barrel/tahun. Pemenuhan diesel nasional dilakukan dengan suplai dari dalam negeri dan kegiatan impor. Jenis diesel yang disuplai didominasi dengan bahan dasar minyak bumi dan tidak sedikit juga produsen dalam negeri memperoleh bahan dasar ini melalui kegiatan impor.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menyatakan bahwa sisa cadangan minyak bumi Indonesia yang dapat dieksploitasi

hanya 3,7 miliar barel dan diproyeksikan akan habis sekitar 10 tahun lagi. Apabila hanya mengandalkan minyak bumi sebagai suplai bahan baku diesel, Indonesia akan menjadi pengimpor dalam pemenuhan kebutuhan pelumas nasional. Oleh karena itu, Pemerintah mengeluarkan kebijakan energi nasional melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 tahun 2006 tentang pengembangan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak hewan atau minyak bekas melalui transesterifikasi dengan alkohol. Biodiesel dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Biodiesel dapat ditulis B20 yang berarti dalam bahan bakar tersebut terdapat kandungan biodiesel 20% dan minyak solar 80% (Siswani, dkk., 2012). Bahan baku biodiesel berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, oleh karena itu biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui.

Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang dapat diperoleh dari minyak tumbuhan, lemak hewan atau minyak bekas melalui esterifikasi dengan alkohol. Nama biodiesel telah disetujui oleh *Department of Energy (DOE)*, *Environmental Protection Agency (EPA)* dan *American Society of Testing Material (ASTM)*. Biodiesel dapat digunakan tanpa modifikasi ulang mesin diesel. Biodiesel dapat ditulis B20 yang berarti dalam bahan bakar tersebut terdapat kandungan biodiesel 20% dan minyak solar 80% (Siswani, dkk., 2012).

Bahan baku biodiesel berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan, oleh karena itu biodiesel digolongkan sebagai bahan bakar yang dapat diperbarui. Pada dasarnya semua minyak nabati atau lemak hewan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan bahan baku alternatif yang dapat dikembangkan secara luas sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Biodiesel berasal minyak sawit, minyak jelantah, minyak jarak, dan minyak kedelai.

Tabel 1. Sifat-sifat Fisik Terukur Beberapa Metil Ester

Metil Ester	Angka setana	Viskositas kinematic (cSt)	Berat molekul
Metil laurat	60,8	1,69	214,35
Metil miristat	73,5	2,28	242,34
Metil palmitat	74,3	3,23	270,46
Metil stearate	75,6	4,32	298,51
Metil oleat	55,0	5,79	296,49
Metil linoleat	33,0	4,47	294,48
Metil linolenat	13,0	3,68	292,46

(sumber: Clement,1996)

Standar Biodiesel

Dari peraturan pengujian biodiesel berdasarkan peraturan Dirjen migas No. 002/P/DM/MIGAS/1979 tanggal 25 mei 1979 tentang spesifikasi bahan bakar minyak dan gas dan standar pengujian SNI (Standart Nasional Indonesia) dapat dianalisa:

1) Angka Setana

Angka Setana adalah parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas pembakaran bahan bakar diesel. Angka setana merupakan indikasi kemudahan bahan bakar menyala ketika diinjeksikan kedalam mesin (Setyawardhani, dkk., 2010). Angka Setana dari biodiesel sebesar minimal 51 sedangkan standar dari solar sebesar 48, berarti angka setana biodiesel 1,05 kali lebih tinggi daripada solar. Pada mesin diesel udara dimampatkan sampai tekanan 30 sampai 40 kg/cm², akibat pembakaran maka tekanan yang ada di dalam ruang bakar mencapai 60 sampai 65 kg/cm². Disini diharapkan tidak terjadi nyala yang lambat agar kenaikan tekanan tidak terlalu tinggi. Kenaikan tekanan yang terlalu tinggi akan menyebabkan detonasi.

Pada bahan bakar biodiesel yang memiliki angka setana 46,95 berarti bahan bakar tersebut mempunyai kecenderungan menyala pada campuran 46,95 bagian normal angka setana dan 53,05 bagian *methyle naphthalene*. Apabila dilihat dari angka setana biodiesel yaitu 51 maka dapat digolongkan sebagai bahan bakar mesin diesel jalan cepat (mesin diesel jalan cepat pada angka cetane 40 sampai 70). Semakin tinggi angka setananya semakin cepat pembakaran maka semakin baik efisiensi termodinamisnya, sedangkan semakin rendah angka setananya maka semakin rendah kualitas penyalaaan karena dibutuhkan suhu nyala yang tinggi.

2) Kinematic Viscosity

Standar *Kinematik viscosity* dari biodiesel adalah sebesar 2,3-6 cSt. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengabutkan bahan bakar. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan mesin mengalami keausan dan dapat merusak mesin.

3) Spesific Gravity

Spesific gravity biodiesel adalah perbandingan antara kerapatan biodiesel dengan kerapatan air yang diukur pada tekanan dan temperatur standar. *Specific gravity* dari

biodiesel masih masuk dalam kisaran solar yaitu antara 0,82-0,95. Dari pengujian *specific gravity* pada 600°F ini juga dapat ditentukan °API (Wahyuni, dkk., 2015).

Biodiesel memiliki banyak keunggulan dibandingkan bahan bakar diesel yaitu:

- a) Biodiesel mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan minyak diesel, sehingga dapat langsung dipakai pada motor diesel tanpa melakukan modifikasi yang signifikan dengan resiko kerusakan yang sangat kecil.
- b) Biodiesel memberikan efek pelumasan yang lebih baik daripada minyak diesel konvensional. Bahkan satu persen penambahan biodiesel dapat meningkatkan pelumasan hampir 30 persen. Hasil percobaan membuktikan bahwa jarak tempuh 15.000.000 mil, biodiesel memberikan konsumsi bahan bakar, HP, dan torsi yang hampir sama dengan minyak diesel konvensional.
- c) Biodiesel dapat diperbarui dan siklus karbonnya yang tertutup tidak menyebabkan pemanasan global. Analisa siklus kehidupan memperlihatkan bahwa emisi CO₂ secara keseluruhan berkurang sebesar 78% dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum.

Tabel 2. Syarat Mutu Biodiesel

Parameter	Satuan	Nilai
Massa jenis	kg/m ³	850-890
Viskositas kinematik	mm ² /s (cSt)	2,3-6,0
Angka setana		min. 51
Titik nyala	°C	min. 100
Titik kabut	°C	maks. 18
Air dan sedimen	% vol	Maks. 0,05
Temperatur distilasi	°C	maks. 360
Abu tersulfatkan	% massa	maks. 0,02
Belerang	ppm-m (mg/kg)	maks. 100
Fosfor	ppm-m (mg/kg)	Maks. 10
Angka asam	mg-KOH/g	maks. 0,8
Gliserol bebas	% massa	maks. 0,02
Gliserol total	% massa	maks. 0,24

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2015)

Minyak Goreng Bekas (Minyak Jelantah)

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah digunakan untuk penggorengan dan dikategorikan sebagai limbah karena dapat merusak lingkungan dan dapat menimbulkan sejumlah penyakit apabila dikonsumsi (Majid, dkk., 20012). Selama proses penggorengan minyak mengalami reaksi degradasi yang disebabkan oleh panas, udara, dan air, sehingga mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi (Yustinah, 2011).

Bila ditinjau dari komposisi kimia, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Jadi jelas bahwa pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia karena mengandung senyawa karsinogen dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan. Penggunaan minyak jelantah yang sudah berulang kali mengandung zat radikal bebas yang bersifat karsinogenik seperti peroksida, epoksida, dan lain-lain. Pada percobaan terhadap binatang, konsumsi makanan yang kaya akan gugus peroksida menimbulkan berbagai macam penyakit, seperti kanker usus.

Kandungan FFA dan air di dalam minyak bekas berdampak negatif terhadap reaksi transesterifikasi, karena metil ester dan gliserol menjadi susah untuk dipisahkan. Minyak goreng bekas lebih kental dibandingkan dengan minyak segar disebabkan oleh terbentuknya asam lemak jenuh pada saat terjadinya proses penggorengan. Berat molekul dan angka iodin menurun sementara berat jenis dan angka penyabunan semakin tinggi. Tabel 2.. menunjukkan bahwa kandungan hampir semua asam yang ada di dalam minyak goreng bekas lebih tinggi dibandingkan dengan di dalam minyak goreng segar.

Tabel 3. Perbandingan Kandungan Asam Lemak dalam Bunga Matahari, Minyak Kedelai, dan Minyak Jelantah

Asam lemak	Minyak Bunga Matahari	Minyak Kedelai	Minyak Jelantah
<i>Lauric</i>	-	-	9,95
<i>Myristic</i>	0,06	0,07	0,19
<i>Palmitic</i>	5,68	10,87	8,90
<i>Palmitoleic</i>	0,14	0,10	0,22
<i>Searic</i>	3,61	3,66	3,85
<i>Oleic</i>	34,27	23,59	30,71
<i>Linoleic</i>	54,79	53,86	54,35
<i>Linonelic</i>	0,07	6,49	0,27
<i>Arachidic</i>	0,25	0,37	0,29
<i>Gidoleic</i>	0,13	0,22	0,18
<i>Bahenic</i>	0,69	0,45	0,61

(Sumber: Mahreni, dkk, 2010)

Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas. Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi industri etanol (Wahyuni, dkk., 2015).

Gugus hidroksil (-OH) pada alkanol mengakibatkan sifat polar dari molekul alkanol dan memberikan kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen yang dimiliki alkanol memudahkannya larut dalam air. Rantai alkil pada alkohol yang semakin pendek dan bercabang akan meningkatkan kelarutan. Ikatan hidrogen antar molekul alkanol meningkatkan titik didih alkohol. Alkohol yang memiliki alkil pendek dan sedikit gugus -OH berwujud cairan encer pada suhu kamar, semakin banyak gugus -OH yang dimiliki makawujudnya semakin mengental atau bahkan berbentuk padatan.

Identifikasi jenis alkanol dapat dilakukan dengan reaksi logam alkali, contohnya dengan menggunakan natrium dan kalium. Reaksi yang terjadi adalah reaksi reduksi-oksidasi. Logam alkali dioksidasi menjadi ion positif, sedangkan gugus -OH pada alkanol direduksi menjadi gas H_2 . Semakin pendek rantai atom karbon pada senyawa alkanol maka kereaktifannya terhadap logam alkali makin besar. Kereaktifan senyawa alkanol dapat dilihat dari banyaknya gas H_2 yang dihasilkan pada reaksi dengan logam alkali.

Sifat fisik:

Freezing point/melting point : -98°C
Boiling point (760mmHg) : 64.7°C
Flash point : 11°C
Viskositas (20°C) : 0,55 Cp

Elektrokimia

Elektrokimia adalah ilmu yang mempelajari aspek elektronik dan reaksi kimia (Roseno, dkk., 2010). Elemen yang digunakan dalam reaksi elektrokimia dikarakterisasikan dengan banyaknya elektron yang dimiliki, dengan kata lain elektrokimia adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara perubahan (reaksi) kimia dengan kerja listrik, yang biasanya melibatkan sel elektrokimia yang menerapkan prinsip reaksi redoks (reduksi-oksidasi) dalam aplikasinya.

Reaksi elektrokimia melibatkan perpindahan elektron-elektron bebas dari suatu

logam kepada komponen di dalam larutan atau media. Pengukuran daya gerak listrik (DGL) suatu sel elektrokimia dalam jangkauan suhu tertentu dapat digunakan untuk menentukan nilai-nilai termodinamika reaksi yang berlangsung serta koefisien aktifitas dari elektrolit yang terlibat. Sel elektrokimia adalah alat yang digunakan untuk melangsungkan perubahan di atas. Dalam sebuah sel, energi listrik dihasilkan dengan jalan pelepasan elektron pada suatu elektroda (oksidasi) dan penerimaan elektron pada elektroda lainnya (reduksi). Elektroda yang melepaskan elektron dinamakan anoda sedangkan elektroda yang menerima elektron dinamakan katoda. Jadi sebuah sel elektrokimia selalu terdiri:

- Anoda, elektroda tempat berlangsungnya reaksi oksidasi.
- Katoda, elektroda tempat berlangsungnya reaksi reduksi.
- Larutan elektrolit, larutan ionik dapat menghantarkan arus, larutan ionik dianggap seperti resistor dalam suatu sirkuit maka ukuran dari sifat-sifat larutan adalah tahanan (R) mengikuti hukum Ohm.

Aplikasi lain yang tidak kalah pentingnya dari metode elektrokimia dan sekarang sedang marak dikembangkan oleh para peneliti adalah elektrosintesis. Teknik/metode elektrosintesis adalah suatu cara untuk mensintesis atau memproduksi suatu bahan yang didasarkan pada teknik elektrokimia. Pada metode ini terjadi perubahan unsur/senyawa kimia menjadi senyawa yang sesuai dengan yang diinginkan. Penggunaan metode ini memiliki berbagai keuntungan seperti peralatan yang diperlukan sangat sederhana, yakni terdiri dari dua/tiga batang elektroda yang dihubungkan dengan sumber arus listrik, potensial elektroda dan rapat arusnya dapat diatur sehingga selektivitas dan kecepatan reaksinya dapat ditempatkan pada batas-batas yang diinginkan melalui pengaturan besarnya potensial listrik serta tingkat polusi sangat rendah dan mudah dikontrol.

Dari keuntungan yang ditawarkan menyebabkan teknik elektrosintesis lebih menguntungkan dibandingkan metode sintesis secara konvensional, yang sangat dipengaruhi oleh tekanan, suhu, katalis dan konsentrasi. Selain itu proses elektrosintesis juga dimungkinkan untuk dilakukan pada tekanan atmosfer dan pada suhu antara $100-900^\circ\text{C}$ terutama untuk sintesis senyawa organik, sehingga memungkinkan penggunaan materi yang murah.

Prinsip dari metode elektrosintesis didasarkan pada penerapan teori-teori elektrokimia biasa. Baik teknik elektrosintesis maupun metode sintesis secara konvensional, mempunyai variabel-variabel yang sama seperti suhu, pelarut, pH, konsentrasi reaktan, metode pencampuran dan waktu. Akan tetapi perbedaannya, jika di elektrosintesis mempunyai variabel tambahan yakni variabel listrik dan fisik seperti elektroda, jenis elektrolit, lapisan listrik ganda, materi/jenis elektroda, jenis sel elektrolisis yang digunakan, media elektrolisis dan derajat pengadukan pada proses elektrolisis tersebut. Pada dasarnya semua jenis sel elektrolisis termasuk elektrosintesis selalu berlaku hukum Faraday yakni:

- a) Jumlah perubahan kimia yang terjadi dalam sel elektrolisis, sebanding dengan muatan listrik yang dilewatkan di dalam sel tersebut.
- b) Jumlah muatan listrik sebanyak 96.500 coulomb akan menyebabkan perubahan suatu senyawa sebanyak 1,0 gram ekuivalen.

Dalam metode elektrosintesis penting untuk memahami reaksi yang terjadi pada elektroda. Di dalam sel elektrolisis akan terjadi perubahan kimia pada daerah sekitar elektroda, karena adanya aliran listrik. Jika tidak terjadi reaksi kimia, maka elektroda hanya akan terpolarisasi, akibat potensial listrik yang diberikan. Reaksi kimia hanya akan terjadi apabila ada perpindahan elektron dari larutan menuju ke elektroda disebut dengan proses oksidasi, sedangkan pada katoda akan terjadi aliran elektron dari katoda menuju ke larutan disebut dengan proses reduksi (Roseno,dkk., 2010).

Metode elektrosintesis telah banyak dimanfaatkan oleh para peneliti dalam mensintesis senyawa organik (elektrosintesis organik). Untuk sintesis bahan organik, didasarkan pada reaksi penggabungan, substitusi, siklisasi dan reaksi eliminasi yang diikuti pengaturan kembali secara elektrokimia. Ini berbeda dengan metode secara konvensional yang memakai dasar reduksi aldehyd, oksidasi alkohol, reduksi senyawa nitro dan oksidasi senyawa sulfur. Kesulitan yang timbul selama elektrosintesis organik yakni apabila zat antara yang diinginkan memiliki kestabilan yang rendah, cara mengatasinya adalah dengan menyediakan zat perangkap (*trapping agent*) di dalam larutan dengan syarat zat perangkap ini tidak bereaksi dengan zat elektroaktif dan tidak mengalami elektrolisis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar-Laboratorium Dasar Bersama Universitas Sriwijaya, Laboratorium Analisa dan Instrumen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Laboratorium Graha Pertamina Universitas Sriwijaya.

Variabel Yang Diteliti

- 1) Variabel tetap adalah volume minyak jelantah, waktu reaksi, jumlah katalis NaOH, jarak elektroda dan kecepatan putaran.
- 2) Variabel berubah terdiri dari rasio metanol dan tegangan listrik.

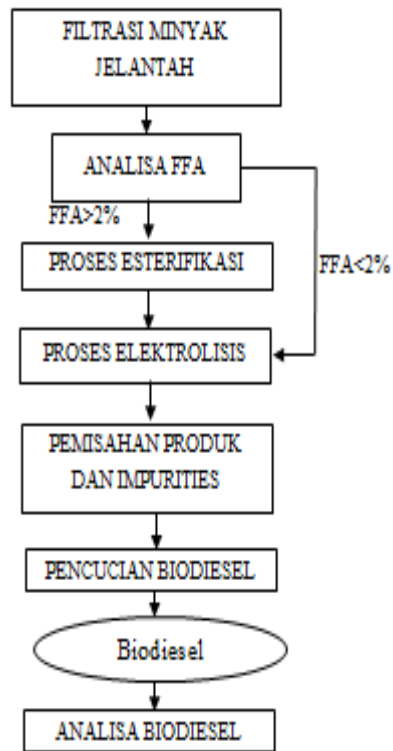
Alat

- 1) Grafit katoda
- 2) Grafit anoda
- 3) *Magnetic stirrer*
- 4) *Power supply*
- 5) Oven
- 6) *Hotplate*
- 7) Corong pemisah
- 8) Gelas beker
- 9) Gelas ukur
- 10) Neraca analitis

Bahan

- 1) Minyak jelantah
- 2) Metanol
- 3) NaOH
- 4) *Aquadest*
- 5) NaCl
- 6) *N-Hexane*

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

Persiapan Bahan Baku

- 1) Siapkan peralatan penyaringan vakum
- 2) Letakkan kertas saring diatas corong *buchner*
- 3) Tuang minyak jelantah kedalam corong *buchner*
- 4) Hidupkan pompa vakum, tunggu proses penyaringan selesai hingga semua minyak jelantah tersaring
- 5) Simpan minyak jelantah yang telah disaring ke botol bahan baku

Proses Analisa Bahan Baku

- 1) Timbang minyak jelantah sebanyak 5 gram, tuang kedalam Erlenmeyer
- 2) Tambahkan 50 mL NaOH kedalam minyak Jelantah lalu diaduk
- 3) Panaskan campuran hingga suhu 40°C, setelah itu tambahkan 2 tetes indikator PP
- 4) Lakukan titrasi dengan larutan NaOH 0,1N sampai campuran berubah warna merah muda dan tidak hilang selama 30 detik.
- 5) Hitung asam lemak bebas (%FFA) dari minyak jelantah dengan rumus berikut ini:

$$\%FFA = \frac{25,6 \times \text{volume titran} \times \text{Normalitas titran}}{\text{Massa minyak jelantah}}$$

Proses Elektrolisis

- 1) Atur selector switch pada posisi tegangan DC dan pilih batas ukur dari tegangan yang akan diukur.
- 2) Sambungkan kabel positif dari *power supply* ke AVO meter dan kabel negatif ke grafit anoda.
- 3) Sambungkan kabel dari AVO meter ke grafit katoda.
- 4) Campurkan NaOH (1% wt dari minyak) dan metanol hingga seluruh NaOH terlarut. Jumlah metanol divariasikan yaitu 20%v, 30%v, dan 40%v dari minyak jelantah.
- 5) Campurkan NaCl (0,56wt% dari minyak) dan *aquadest* (2 % wt dari minyak) hingga seluruh NaCl larut.
- 6) Campurkan metanol dan NaOH serta larutan garam (NaCl dan *aquadest*) kedalam 150 mL minyak jelantah didalam beker gelas.
- 7) Larutan di elektrolisis dengan menggunakan grafit sebagai katoda dan anoda dan dialirkan arus listrik sebesar 6 V, 9 V, 12 V dengan jarak elektroda 1,5 cm selama 4 jam dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan putaran 30 rpm.
- 8) Setelah itu diamkan selama 24 jam dan pisahkan biodiesel yang dihasilkan dengan menggunakan corong pemisah.
- 9) Biodiesel yang dihasilkan kemudiah dicuci dengan menggunakan *aquadest* yang telah dipanaskan hingga suhu 50°C.
- 10) Diamkan sampai terbentuk dua lapisan kembali kemudiah pisahkan dengan menggunakan corong pemisah. Lakukan gal ini beberapa kali hingga hasil cucian terakhir terlihat bersih.
- 11) Masukkan biodiesel kedalam oven dengan suhu 110°C selama 2 jam untuk mengurangi kadar air.
- 12) Analisa biodiesel yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kadar *Free Fatty Acid* (FFA) Pada Bahan Baku Minyak Jelantah

Dalam pembuatan biodiesel ini digunakan bahan baku minyak jelantah yang berasal dari pecel lele di sekitar wilayah Indralaya Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Kadar FFA di uji dengan menggunakan NaOH 1 M dan indikator phenolptalain. Kadar FFA minyak jelantah yang didapatkan yaitu sebesar 1,9 %. Jika nilai $FFA < 2\%$ maka proses esterifikasi tidak perlu dilakukan (ramadhas dkk ,2015). Proses esterifikasi diperlukan untuk mengurangi kadar asam lemak bebas yang terkandung didalam bahan baku karena mempengaruhi yield biodiesel yang dihasilkan,

Tabel 4. Karakteristik minyak jelantah

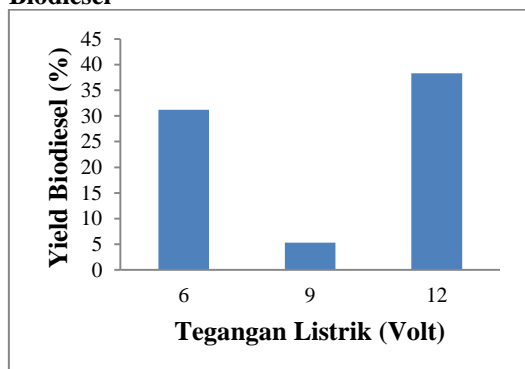
Parameter	Hasil Analisa	Standar minyak goreng	Standar Biodiesel
Kadar FFA (%)	1,9	Maksimal 0,3	Maksimal 10,8
Viskositas kinematika (cSt)	80,55	-	2,3 -6,0
Massa jenis (g/cm ³)	0,912	-	850-890

Pembuatan Biodiesel Dengan Menggunakan Metode Elektrolisis

Minyak jelantah di proses menjadi biodiesel dengan menggunakan metode elektrolisis dengan variasi tegangan listrik dan rasio metanol. Elektroda yang digunakan pada proses elektrolisis ini adalah grafit. Grafit merupakan elektroda inert, yang sering digunakan jika tidak diinginkan terjadinya reaksi pada katoda dan anoda. Jarak elektroda diatur sejauh 1,5 cm dikarenakan jarak antar elektroda mempengaruhi jumlah arus listrik yang terjadi selama proses elektrolisis.

Katalis yang digunakan pada proses elektrolisis ini adalah NaOH. NaOH dicampurkan terlebih dahulu dengan CH₃OH hingga tercampur secara sempurna. Ion metoksida dapat terbentuk ketika CH₃OH bereaksi dengan ion hidroksil yang dapat dilihat pada persamaan (1) dan ion metoksida memiliki sifat nukleofilik dan akan menyerang gugus karbonil pada molekul trigliserida untuk membentuk gliserol. Selama proses elektrolisis terbentuk gelembung-gelembung gas pada anoda dan katoda. Dimana pada anoda yaitu gas klorin dan katoda gas hidrogen.

Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Yield Biodiesel



Gambar 2. Pengaruh Tegangan Listrik terhadap yield biodiesel

Dengan menggunakan proses elektrolisis yield biodiesel paling tinggi didapatkan pada tegangan listrik 12 V dengan yield biodiesel yang dihasilkan 35 mL. Tegangan minimal yang diperlukan pada proses pembentukan gas klorin adalah 2,19 V yang dihitung berdasarkan reaksi yang terjadi pada katoda dan anoda. Semakin tinggi tegangan listrik yang digunakan maka semakin besar pula gas klorin yang dihasilkan.

Ion hidroksil (OH⁻) yang dihasilkan juga akan semakin bertambah seiring dengan naiknya tegangan listrik yang digunakan pada proses elektrolisis. Ion metoksida dapat terbentuk ketika metanol bereaksi dengan ion hidroksil sehingga dengan naiknya tegangan listrik maka ion metoksida yang terbentuk akan semakin banyak dan yield biodiesel yang dihasilkan akan semakin banyak. Berdasarkan percobaan didapatkan yield biodiesel yang paling banyak pada tegangan listrik 12 V yaitu 38,3%.

Tabel 5. Karakteristik biodiesel dengan variasi tegangan listrik

Parameter	SNI Biodiesel	6 V	9 V	12 V
Angka cetana	Minimal 51	84,30	80,30	87,30
Viskositas kinematika (cSt)	2,3 -6,0	44,65	43,81	43,28
Massa jenis (g/cm ³)	850-890	683	877	904

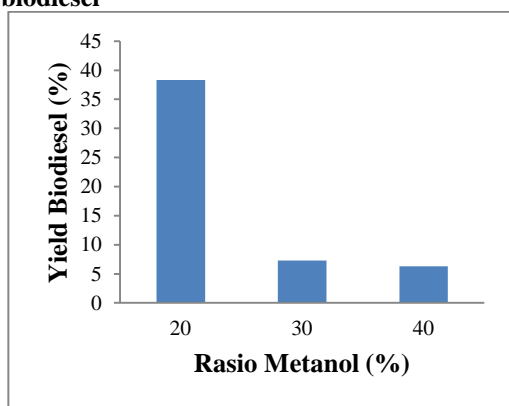
Viskositas kinematika biodiesel yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar SNI akan tetapi viskositas kinematika yang dihasilkan semakin menurun dengan meningkatnya tegangan listrik yang digunakan. Viskositas yang tinggi atau fluida masih lebih kental akan mengakibatkan kecepatan aliran akan lebih lambat sehingga proses derajat atomisasi bahan bakar akan terlambat pada ruang bakar. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengabutkan bahan bakar. Viskositas minyak nabati lebih tinggi dibandingkan diesel, sehingga harus diturunkan. Tingginya viskositas biodiesel yang dihasilkan dipengaruhi oleh tingginya viskositas minyak jelantah yang digunakan.

Densitas biodiesel yang dihasilkan tidak semua yang memenuhi standar SNI. Ada yang dibawah standar, ada yang diatas standar SNI. Densitas biodiesel yang masuk kedalam SNI

ada pada tegangan listrik 9 V yaitu 877 gr/cm³. Densitas biodiesel dipengaruhi oleh panjang rantai asam lemak penyusunnya. Densitas yang tinggi menunjukkan metil ester yang dihasilkan masih memiliki rantai asam lemak yang panjang. Minyak jelantah memiliki kandungan asam lineolat yang tinggi. Asam lineolat termasuk kedalam asam lemak rantai panjang sehingga minyak jelantah biasanya memiliki densitas yang tinggi.

Berdasarkan hasil analisa biodiesel yang dihasilkan dari proses elektrolisis memiliki angka setana yang sudah masuk kedalam Standar Nasional Indonesia (SNI) dan yang paling tinggi pada tegangan listrik 12 V yaitu 87. Pada biodiesel angka setana dipengaruhi oleh komponen asam lemak penyusunnya. Metil linoleat memiliki angka setana yaitu 33 dan minyak jelantah memiliki kandungan asam linoleat sebesar 54,35%.

Pengaruh rasio metanol terhadap yield biodiesel



Gambar 3. Pengaruh rasio metanol terhadap yield biodiesel

Dengan menggunakan proses elektrolisis yield biodiesel paling tinggi didapatkan pada volume metanol 20% yaitu 38,3%. Dengan semakin tingginya rasio volume metanol yang ditambahkan pada proses elektrolisis maka yield biodiesel yang dihasilkan akan semakin rendah. Semakin banyak metanol yang digunakan maka akan semakin banyak pula metanol *excess* yang dihasilkan pada produknya. Metanol *excess* pada saat *settling* akan membentuk lapisan pada bagian atas minyak. Metanol *excess* terbentuk karena tidak seluruh metanol beraksi dengan trigliserida dalam minyak jelantah. Titik optimum dari rasio mol trigliserida terhadap methanol adalah 1:5.

Tabel 6. Karakteristik biodiesel dengan variasi metanol

Parameter	20%v	30%v	40%v	SNI Biodiesel
-----------	------	------	------	---------------

Angka cetana	87,3	87,8	84,4	Minimal 51
Viskositas kinematika (cSt)	43,28	42,69	17,09	2,3 -6,0
Massa jenis (g/cm ³)	904	904	686	850-890

Berdasarkan hasil analisa biodiesel yang dihasilkan dari proses elektrolisis memiliki angka setana yang sudah masuk kedalam Standar Nasional Indonesia (SNI) dan yang paling tinggi pada persen volume 20%. Viskositas kinematika masih belum memenuhi standar SNI. Nilai viskositasnya 43,28 cSt, 42,69 cSt, dan 17,09 cSt untuk penggunaan 20%v, 30%v, dan 40%v. Tingginya viskositas biodiesel yang dihasilkan dipengaruhi oleh tingginya viskositas minyak jelantah yang digunakan dan reaksi transesterifikasi yang terjadi belum sempurna sehingga viskositas kinematika biodiesel yang dihasilkan belum bisa memenuhi standar.

4. KESIMPULAN

- 1) Minyak jelantah yang masih mengandung trigliserida dan kandungan FFAny $<2\%$ dapat dielektrolisis dengan metanol untuk membentuk biodiesel.
- 2) Semakin tinggi rasio metanol yang digunakan maka akan semakin kecil yield biodiesel yang didapatkan karena masih banyaknya metanol yang tidak bereaksi
- 3) Semakin tinggi tegangan arus yang digunakan pada proses elektrolisis maka semakin banyak yield biodiesel yang didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arita, S., dkk. 2008. Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Menggunakan Reaksi 2 Tahap (Esterifikasi dan Transesterifikasi). Jurnal Teknik Kimia, No. 4, Vol. 15.
- Badan standarisasi Nasional. 2015. Biodiesel (SNI 7182:2015). Jakarta: BSN
- Clements, L. D. 1996. Blending Rules for Formulating Biodiesel Fuel. Proceedings of the 3rd Liquid Fuels Conference. Nashville: USA.
- Mahreni, dkk. 2010. Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Menggunakan Katalis Asam padat (Nafion/SiO₂). Jurnal Eksergi Vol. X (2).
- Nasikin, M., dkk. 2002. Padatif Peningkatan Angka Setana Bahan Bakar Sola yang

- Disintesis dari Minyak Kelapa. Makara, Teknologi, Vol. 6, No. 2.
- Prihandana, R., dkk. 2006. Menghasilkan Biodiesel Murah. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Putra R.S., dkk. 2015. Conversion of Methyl Ester from Used Cooking Oil: the Combined Use of Electrolysis Process and Chitosan Energy Procedia 65. 309–316.
- Roseno, E. N. 2010. Produksi Gas Klorin Melalui Proses Elektrolisis sebagai Desinfektan. Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Setiyo, D. 2012. Elektromediasi Perairan Tercemar: 2. Penggunaan Grafit pada Elektrodekolorisasi Larutan Remazol Black B. Jurnal Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
- Siswani, E. D., dkk. 2012. Sistensis dan Karateristik Biodiesel dari Minyak Jelantah pada Berbagai Waktu dan Suhu. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Wahyuni, S., dkk. 2015. Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah. Pillar of Physics
- Yuniwati, M., dan Amelia, A. K. 2009. Kinetika Reaksi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas (Jelantah) dan Metanol dengan Katalisator KOH. Jurnal Teknologi, Vol. 2, No. 2, Hal: 130-136