

PEMBUATAN BODIESEL DARI MINYAK NYAMPLUNG MENGGUNAKAN PEMANASAN GELOMBANG MIKRO

Nama/NRP : 1. Safetyllah Jatranti 2310100001
2. Fatih Ridho M 2310100094
Jurusan : Teknik Kimia FTI - ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Lailatul Qadariyah, ST., MT.
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

ABSTRAK

Energi fosil yang selama ini menjadi tumpuan penduduk seluruh dunia, jumlahnya semakin menipis dari waktu ke waktu. Peran minyak bumi dalam penyediaan energy nasional pun masih dominan. Sekitar 53% kebutuhan energy nasional dipenuhi dari minyak bumi. Oleh karena itu, pencarian energy alternative pengganti minyak bumi harus dikembangkan, salah satunya biodiesel. Penggunaan *microwave* sebagai sumber energy pembuatan biodiesel dapat mempercepat waktu reaksi. Sehingga *microwave* dipandang lebih efisien. Biji nyamplung (*Callophyluminophyllum*) memiliki kandungan minyak sebesar 60,1% berat. Dengan kandungan minyak sebesar ini maka biji nyamplung memiliki potensi yang besar bila digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Nyamplung tersebar luas di pantai-pantai Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mensintesa biodiesel dari minyak mentah nyamplung (*Callophyluminophyllum*) dengan proses trans-esterifikasi dengan menggunakan *microwave*, mempelajari daya optimal dalam pembuatan biodiesel, mempelajari jumlah katalis yang dibutuhkan untuk mendapatkan biodiesel yang paling baik, mempelajari yield biodiesel yang dihasilkan serta mempelajari pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan. Langkah awal pembuatan

biodiesel nyamplung adalah proses degumming atau penghilangan impurities seperti getah, kemudian dilanjutkan dengan esterifikasi yang bertujuan untuk mengubah *free fatty acid* (FFA) menjadi metil ester. Setelah esterifikasi, larutan dititrasi dengan NaOH dan indicator pp hingga konsentrasi FFA menjadi $< 2\%$. Kemudian masuk proses trans-esterifikasi yang merubah trigliserida dalam minyak menjadi metil ester dan gliserol. Proses selanjutnya adalah pemisahan biodiesel dan gliserol dan terakhir proses pencucian. Variabel percobaan adalah kadar katalis CaO 2%, 3%, 4%,5% dan 6% berat minyak. Ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12. Variabel terakhir adalah daya microwave sebesar 100W, 264W dan 400W. Dari hasil penelitian yang dilakukan, minyak nyamplung dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel, daya optimal proses pada 100 W, kadar katalis terbaik 4% (w/w) minyak nyamplung, yield biodiesel terbaik pada 0,94 serta ratio mol minyak-metanol yang optimal pada 1:9.

Kata Kunci: *Callophyllum inophyllum*; Biodiesel; Microwave; Trans-esterifikasi

MAKING OF BIODIESEL FROM NYAMPLUNG OIL USING MICROWAVE HEAT

Name/NRP : 1. Safetyllah Jatranti 2310100001
2. Fatih Ridho M 2310100094
Department : Chemical Engineering FTI - ITS
Academic Advisor : Dr. Lailatul Qadariyah, ST., MT.
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

ABSTRACT

*Fossil energy which has been the foundation of the entire world population, dwindling in number from time to time. The role of petroleum in the national energy supply is still dominant. Approximately 53% of national energy needs met from petroleum. Therefore, the search for alternative energy petroleum substitutes must be developed, one of which biodiesel. The use of microwave energy as a source of biodiesel production can accelerate the reaction time. So the microwave is considered more efficient. Seeds of nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) has an oil content of 60.1% by weight. With the oil content of the nyamplung seeds have great potential when used as a raw material for biodiesel. Nyamplung widespread on the coasts of Indonesia. The purpose of this study was to synthesize biodiesel from crude nyamplung oil (*Callophyllum inophyllum*) with the trans-esterification process using microwave, studied the optimal power in biodiesel production, study the amount of catalyst required to get the best biodiesel, study the yield of biodiesel produced and studied the influence the addition of a mole ratio of methanol to oil-produced biodiesel quality. The initial step is the process of making biodiesel nyamplung degumming or removal of impurities such as sap, followed by esterification which aims to change the free fatty acid (FFA) into methyl esters. After esterification, titrated with*

NaOH solution and FFA concentration indicator pp to be < 2%. Then enter the trans-esterification process that converts triglycerides in the oil into methyl ester and glycerol. The next process is the separation of biodiesel and glycerol and the final washing process. Experimental variable is the amount of catalyst CaO 2%, 3%, 4%, 5% and 6% oil by weight. Oil-methanol mole ratio of 1:9 and 1:12. The last variable is the microwave power of 100W, 264W and 400W. From the research conducted, nyamplung oil can be used as biodiesel feedstock, process optimized power at 100W, the best catalyst concentration is 4% (w / w) nyamplung oil, the best yield of biodiesel is 0,94 and the optimal of oil-methanol mole ratio is 1:9.

Keywords: Callophyllum inophyllum; Biodiesel; Microwave; Trans-esterifikasi

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
m_1	Massa kosong pikno (gram)
m_2	Massa pikno + sampel (gram)
μ_0	Viskositas Minyak nyamplung (40 ⁰ C) sebelum proses trans-esterifikasi (cSt)
μ_1	Viskositas biodiesel (40 ⁰ C) hasil trans-esterifikasi (cSt)
μ_B	Viskositas biodiesel standar (40 ⁰ C) (Hasil trans-esterifikasi menggunakan NaOH) (cSt)
X2	Kadar Biodiesel dari produk hasil trans-esterifikasi
ρ	Densitas (gr/ml)
FFA	<i>Free Fatty Acid</i> (Asam lemak bebas)
FAME	<i>Fatty Acid Methyl Esther</i> (Biodiesel)

BAB II

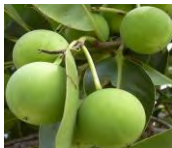
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Nyamplung

Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dalam berbagai daerah dikenal dengan nama yang bermacam-macam. Di Cina dikenal dengan nama Hai-Tang-Guo di Inggris dikenal sebagai Ball Nut. Sedangkan nama dagang yang lazim digunakan di Indonesia adalah nyamplung atau bintangur. (Chandrasekaran, dkk, 2006)

Nyamplung biasanya tumbuh di sekitar aliran sungai atau di pinggir pantai dan mampu hidup dengan baik sampai dengan 500 m. Nyamplung dapat dikembang biakkan melalui biji. Biasanya pada pohon yang sudah besar terdapat anakan di bawahnya. Produktivitas rata-rata tiap tahun per pohon kurang lebih 250 kg. Biasanya dalam 1 kg biji kering (termasuk kulitnya) terdapat sekitar 240 buah. (Wahyudi dan Anggoro, 2009)

Tinggi pohon nyamplung ini mencapai 22-30 meter dengan diameter 0,8 m. Tanaman ini memiliki akar tunggang dan batang berkayu. Nyamplung tersebar luas di Indonesia dan Dunia, diantaranya Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Papua, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku, Madagaskar, Afrika Timur, Asia Selatan dan Tenggara, Kepulauan Pasifik, Hindia Barat, Amerika Selatan, dan Papua Nugini. Kayu pohonnya yang ringan dan kuat dimanfaatkan sebagai pembuatan kapal laut. Bijinya yang banyak mengandung minyak akan sangat berpotensi bila dimanfaatkan sebagai *biofuel*. (Friday, 2007)



Gambar II.1 Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*)

Sumber : Friday, 2007

Biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) memiliki kandungan minyak sebesar 60,1% berat. Dengan kandungan minyak sebesar ini maka biji nyamplung memiliki potensi yang besar bila digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. (Hemavathy dan Prabhakar, 1990)

II.2 Minyak Nyamplung

Minyak nyamplung adalah minyak hasil ekstraksi dari biji nyamplung menggunakan mesin pres, yang mana bisa dilakukan dengan dua macam mesin pres yaitu mesin pres hidrolik manual dan mesin pres ekstruder (sistem ulir). Minyak yang keluar dari mesin pres berwarna hitam/gelap karena mengandung kotoran dari kulit dan senyawa kimia seperti alkaloid, fosfatida, karotenoid, klorofil, dan lain lain. Agar minyak nyamplung dapat digunakan untuk proses selanjutnya dilakukan proses *degumming*.

Berikut ini merupakan komposisi minyak nyamplung :

Tabel II.1 Komposisi Minyak Nyamplung

No.	Jenis Asam Lemak	Presentase (%)
1.	Asam lemak jenuh	29,415
	-Asam Palmitat (C16:0)	14,318
	-Asam Stearat (C18:0)	15,097
2.	Asam lemak tidak jenuh	70,325
	-Asam Palmitoleat (C16:1)	0,406
	-Asam Oleat (C18:1)	35,489
	-Asam Linoleat (C18:2)	33,873
	-Asam Linoleat (C18:3)	0,557

Sumber : Hadi dan Wahyudi, 2009

Jika dilihat dari komposisi minyak nyamplung diatas, maka dapat dilihat bahwa pada minyak nyamplung banyak terdapat asam lemak tidak jenuh sehingga sebelum dilakukan proses transesterifikasi dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu.



Gambar II.2 Minyak Nyamplung Setelah Pemurnian
Sumber : donatoacademy.com

II.3 Biodiesel

Biodiesel biasa disebut juga sebagai *fatty acid methyl ester* yaitu bentuk ester dari asam lemak. Biodiesel dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut esterifikasi ataupun transesterifikasi. Proses ini menghasilkan dua produk yaitu metil ester dan gliserol yang merupakan produk samping. Bahan baku utama untuk pembuatan biodiesel antara lain minyak nabati, minyak hewani, lemak bekas, dll. Semua bahan ini mengandung trigliserida, asam lemak bebas (*free fatty acid / FFA*) dan zat pencemar dimana tergantung pada pengolahan pendahuluan dari bahan baku tersebut. Sedangkan sebagai bahan baku penunjang yaitu alcohol. Pada proses pembuatan biodiesel ini dibutuhkan katalis untuk proses esterifikasi, katalis dibutuhkan karena alcohol larut dalam minyak. (Hadi dan Wahyudi, 2009)

Karena sebagian besar tanaman memiliki kandungan minyak dan *free fatty acid (FFA)* yang berbeda-beda maka minyak nabati sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan kandungan FFA, yaitu:

1. Refined oils : Minyak nabati dengan kandungan FFA kurang dari 1,5%
2. Minyak nabati dengan kandungan FFA rendah kurang dari 4%

3. Minyak nabati dengan kandungan FFA tinggi lebih dari 20%
(Joelianingsih dkk, 2006)

Kualitas biodiesel sebagai produk bahan bakar mesin diesel ditentukan oleh beberapa parameter, antara lain bilangan setana, kekentalan kinematik, masa jenis, dan lain-lain. Rumusan standar biodiesel Indonesia dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel II.2 Standar Biodiesel berdasarkan SNI 04-7182-2006

Parameter	SNI 04-7182-2006
Massa jenis pada 40°C (g/cm ³)	0,85 – 0,89
Viskositas Kinematik pada 40°C, (cSt)	2,3 – 6,0
Angka Setana	Min. 51
Titik Nyala (°C)	Min. 100
Titik Kabut (°C)	Min. 18
Kadar Air (% volume)	Max. 0,05
Bilangan Iodin (g-I ₂ /100 g)	Max. 115



Gambar II.3 Biodiesel

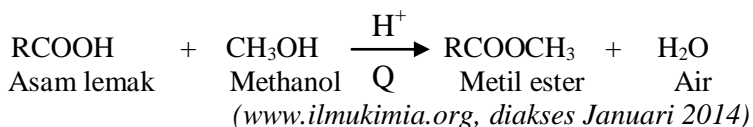
Sumber : www.springboardbiodiesel.com

II.4 Degumming

Degumming adalah suatu proses perlakuan awal terhadap *crude* dari minyak nabati berupa proses penghilangan kotoran seperti getah atau lender yang terdiri dari fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air dan resin tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak. Proses ini dilakukan dengan pemanasan minyak dengan suhu mencapai 80°C disertai dengan penambahan asam fosfat 20% sebanyak 0,2-0,3% disertai dengan pengadukan dan penambahan air. Dengan cara ini kotoran akan terikat dalam air dan terpisah dari minyak. (Sudrajat, dkk, 2010)

II.5 Esterifikasi

Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol membentuk ester dan air. Dengan esterifikasi ini, kandungan asam lemak bebas dapat dihilangkan dan diperoleh tambahan ester (biodiesel). Reaksi ini dilakukan dengan menggunakan katalis asam dan disertai pemanasan. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



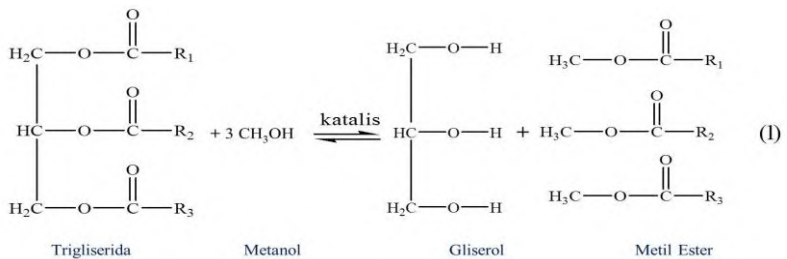
II.6 Trans-Esterifikasi

Trans-esterifikasi adalah proses yang mereaksikan trigliserida dalam minyak nabati atau lemak hewani dengan alkohol rantai pendek seperti methanol atau etanol (pada saat ini sebagian besar produksi biodiesel menggunakan methanol) menghasilkan metil ester asam lemak (Fatty Acids Methyl Esters/FAME) atau biodiesel dan gliserol sebagai produk samping. Dimana untuk mendapatkan produk murni harus dipisahkan antara gliserol dengan metil esternya. Hal-hal yang memengaruhi reaksi trans-esterifikasi perlu diperhatikan agar didapatkan produk biodiesel dengan jumlah yang maksimum. Beberapa kondisi reaksi yang memengaruhi konversi serta

perolehan biodiesel melalui trans-esterifikasi adalah sebagai berikut :

- Pengaruh air dan asam lemak bebas
- Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan minyak
- Pengaruh waktu reaksi
- Pengaruh jenis katalis
- Pengaruh temperatur

Katalis yang digunakan secara umum biasanya dalam bentuk liquid karena selain pengontrolan yang lebih mudah, katalis dalam bentuk liquid pada umumnya membutuhkan panas reaksi yang lebih kecil daripada katalis solid. Akan tetapi katalis liquid membutuhkan pencucian dan separasi yang cukup kompleks. Katalis solid jarang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel. Hal ini dikarenakan katalis padat membutuhkan panas reaksi yang lebih besar sehingga waktu reaksi sampai dicapai keadaan optimum membutuhkan waktu yang lebih lama. Keunggulan katalis solid tidak membutuhkan pencucian dan separasi katalis relatif jauh lebih mudah. Selain itu katalis padat bersifat thermostabil, dan jauh lebih murah. Katalis yang digunakan adalah basa atau alkali, biasanya NaOH atau KOH.



(Sudrajat, dkk, 2010)

II. 7 Parameter yang Digunakan dalam Penentuan Karakteristik Biodiesel

Beberapa parameter dalam biodiesel diantaranya

a. Viskositas Kinematik

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan terhadap gaya gravitasi. Viskositas yang tinggi menunjukkan sifat pelumasan yang lebih baik. Pada umumnya bahan bakar harus mempunyai viskositas yang relatif rendah agar dapat mudah mengalir dan teratomisasi. Hal ini disebabkan oleh putaran mesin yang cepat membutuhkan injeksi bahan bakar yang cepat pula.

b. Flash Point

Flash Point adalah temperatur dimana pada temperatur tersebut akan memicu pembakaran saat terkena api. Hal ini berkaitan dengan keamanan dalam penyimpanan dan penanganan bahan bakar. Jika *flash point* terlalu rendah dapat menyebabkan bahaya api. Oleh karena itu *flash point* sebaiknya ditingkatkan di atas nilai minimum yang diizinkan.

c. Densitas

Densitas adalah perbandingan jumlah massa suatu zat terhadap volumenya. Untuk mengukur densitas liquid dapat menggunakan hydrometer. Adapun alat yang lebih sering digunakan adalah piknometer. Densitas dapat berubah, tergantung pada tekanan atau temperatur.

d. Titik Kabut dan Titik Tuang

Titik kabut adalah temperatur dimana pertama kali muncul kristal-kristal saat bahan bakar didinginkan. Meski bahan bakar masih dapat mengalir pada suhu ini, keberadaan kristal dalam bahan bakar dapat memengaruhi kelancaran aliran bahan bakar dalam filter, pompa, dan injektor. Sedangkan titik tuang adalah temperatur terendah yang masih memungkinkan bahan bakar masih dapat mengalir atau temperatur dimana bahan bakar mulai membeku atau mulai berhenti mengalir. Di bawah

titik tuang bahan bakar tidak dapat lagi mengalir karena terbentuknya kristal yang menyumbat aliran bahan bakar.

e. Bilangan Iodin

Bilangan Iodin menunjukkan tingkat ketidakjenuhan atau banyaknya ikatan rangkap asam lemak penyusun biodiesel. Biodiesel dengan kandungan bilangan iod yang tinggi akan mengakibatkan pembentukan deposit pada *injector nozzle* dan cincin piston pada saat mulai pembakaran

f. Kadar Air

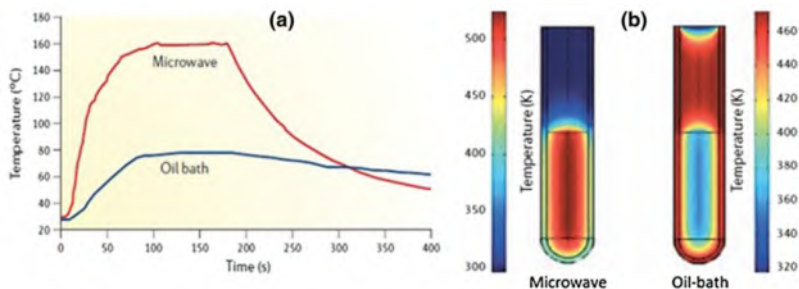
Kadar air dalam minyak merupakan salah satu tolok ukur mutu minyak. Makin kecil kadar air dalam minyak maka mutunya makin baik. Hal ini dapat memperkecil kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas. Kandungan air dalam bahan bakar juga dapat menyebabkan turunnya panas pembakaran, berbusa dan bersifat korosif jika bereaksi dengan sulfur karena akan membentuk asam.

g. Angka Setana

Bilangan setana menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang dapat diinjeksikan ke ruang bahan bakar agar terbakar secara spontan. Bilangan setana dari biodiesel dipengaruhi oleh struktur hidrokarbon penyusun. Semakin rendah bilangan setana maka semakin rendah pula kualitas penyalaan karena memerlukan suhu penyalaan yang lebih tinggi. (Atabani, dkk, 2011)

II.8 Gelombang Mikro (*Microwave*) Sebagai Sumber Energi Reaksi Kimia

Gelombang ini dapat dilihat mata kita karena panjang gelombangnya (walaupun sangat kecil dibanding gelombang radio) jauh lebih besar dari panjang gelombang cahaya (di luar spektrum sinar tampak). Keduanya terdapat dalam spektrum gelombang elektromagnetik.



Gambar II.4 a) Perbandingan Temperatur *Microwave* dengan Pemanasan Konvensional. b) Kondisi *thermal* Pemanasan pada *Microwave* dan Pemanasan Konvensional

Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai kelebihan yaitu pemanasan lebih merata karena bukan mentransfer panas dari luar tetapi membangkitkan panas dari dalam bahan tersebut. Pemanasannya juga dapat bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan. Hal ini akan menghemat energi untuk pemanasan. Selain itu Waktu reaksi Pemanasan dengan Gelombang Mikro jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan waktu reaksi pemanasan konvensional. Pemanasan dengan *microwave* memiliki panas yang hilang lebih kecil dibandingkan dengan pemanasan konvensional. Hal ini menandakan bahwa efisiensi energi pemanasan menggunakan *microwave* lebih kecil dibandingkan pemanasan konvensional. (Gude, dkk, 2013)

II.9 Metanol

Metanol disebut juga dengan metil alkohol yaitu merupakan senyawa organik yang paling sederhana dari alkohol. Formula molekularnya adalah CH_3OH . Metanol mempunyai bilangan oktan yang tinggi. Metanol pada umumnya dibuat dari gas alam, dapat juga dihasilkan dari *biomass*. Metanol bersifat racun, jika terhirup menyebabkan sesak nafas dan jika terminum akan berbahaya.

a. Sifat Fisika

Berat Molekul	: 32,04 kg/kgmol
Sp.gr	: 0,791
Kekentalan	: 0,86 cP
Titik didih	: 64,7 °C
Titik nyala	: 15,6 °C
Titik leleh	: -97,68 °C
Suhu <i>Autoignition</i>	: 464 °C
Panas Penguapan	: 1128,8 kJ/kg
Suhu Kritis (Tc)	: 239,49 °C
Tekanan Kritis (Pc)	: 79,94 atm
Cp (<i>Liquid</i>)	: 81,08 J/gmol.K

b. Sifat Kimia

- Kelarutan dalam air (1g/100g air) : tak terhingga, bersifat polar
- Metanol merupakan zat yang mudah terbakar dan bersifat eksplosif ketika bercampur dengan udara

(*en.wikipedia.org, diakses Januari 2014*)

II. 10 Katalisator Reaksi

Katalis yang digunakan secara umum biasanya dalam bentuk liquid karena selain pengontrolan yang lebih mudah, katalis dalam bentuk liquid pada umumnya membutuhkan panas reaksi yang lebih kecil daripada katalis solid. Akan tetapi katalis liquid membutuhkan pencucian dan separasi yang cukup kompleks. Katalis solid jarang digunakan dalam proses pembuatan biodiesel. Hal ini dikarenakan katalis padat

membutuhkan panas reaksi yang lebih besar sehingga waktu reaksi sampai dicapai keadaan optimum membutuhkan waktu yang lebih lama. Keunggulan katalis solid tidak membutuhkan pencucian dan separasi katalis relatif jauh lebih mudah. Selain itu katalis padat bersifat thermostabil, dan jauh lebih murah.

Kalsium Oksida (CaO)

a. Sifat fisik

Rumus Molekul	:	CaO
Massa Molekul	:	56,077 g/mol
Titik didih	:	2850 °C
Titik beku	:	2572 °C
Densitas	:	3,35 g/cm ³

b. Sifat kimia

Tidak bereaksi dengan asam klorida encer (2-3 M)



Gambar II.6 Kalsium Oksida

Katalis CaO (basa padat) dipilih dalam penelitian ini untuk memvariasi dan mengetahui hasil yang didapat dibandingkan dengan katalis basa cair yang sering digunakan. Walaupun katalis basa sensitif terhadap FFA yang tinggi, akan tetapi dengan menggunakan katalis basa waktu reaksi yang dibutuhkan lebih cepat dan lebih mudah dipisahkan. Katalis basa padat juga dapat digunakan kembali sebagai katalisator reaksi.

(en.wikipedia.org, diakses Januari 2014)

II.11 Penelitian Sebelumnya

1. Sudrajat, dkk (Pusat Litbang Hasil hutan Bogor 2010) melakukan penelitian tentang proses trans esterifikasi pada pembuatan biodiesel menggunakan minyak nyamplung dengan katalis NaOH. Dengan kondisi operasi optimum pada ratio molar minyak-metanol 1:6, konsentrasi katalis 1% pada temperatur 60°C dengan yield terbesar 69,8%.
2. Atabani, dkk (*Department of Mechanical Engineering, University of Malaya, 2011*) melakukan penelitian tentang potensi minyak nyamplung sebagai salah satu stok bahan baku pembuatan biodiesel untuk masa mendatang. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa, *non-edible oil* yang diekstraksi dari nyamplung yang diperoleh dari Cilacap dan Kebumen layak digunakan sebagai stok bahan baku pembuatan biodiesel. Properti bahan bakar biodiesel yang dihasilkan sudah memenuhi standar ASTM D6751.
3. Rahayu Wilujeng dan Ayyu Fityatin (Jurusan Teknik Kimia FTI ITS 2011) melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dengan memanfaatkan gelombang *microwave* dengan proses secara kontinyu. Dari penelitian tersebut didapat bahwa dihasilkan kualitas yield biodiesel terbaik pada daya *microwave* sebesar 400 watt yaitu 91,77%. Sedangkan rate aliran bawah paling efektif adalah sebesar 0,267ml/s, dimana dihasilkan yield maksimum dengan nilai yang memenuhi SNI
4. Gria Armando dan Rhesa Purnama (Jurusan Teknik Kimia FTI ITS 2012) melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dengan memanfaatkan gelombang *microwave* dengan proses secara batch. Dari penelitian tersebut didapat bahwa dihasilkan kualitas yield biodiesel terbesar pada

waktu 20 menit yaitu 60,11%. Katalis yang baik digunakan adalah CaO. Namun hasilnya tidak memenuhi standar karena reaktor tidak mampu beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi.

5. Giar Pradipta dan Lukerintaningdinar (Jurusan Teknik Kimia FTI ITS 2013)

melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dari bahan minyak kelapa dengan memanfaatkan gelombang *microwave* dengan proses secara batch. Dari penelitian tersebut, diperoleh yield terbesar hingga 93% pada konsentrasi katalis 3%.

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Garis Besar Penelitian

Proses pembuatan biodiesel dilakukan dengan menggunakan radiasi gelombang mikro (*microwave*). Penggunaan *microwave* akan mempercepat waktu reaksi dengan menggunakan katalis padat. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan daya pada *microwave* pada waktu tetap. Selanjutnya digunakan ratio mol minyak-methanol dan jumlah katalis dalam persen massa minyak sebagai variabel dengan waktu tetap pula.

III.2 Bahan dan Alat

III.2.1 Bahan

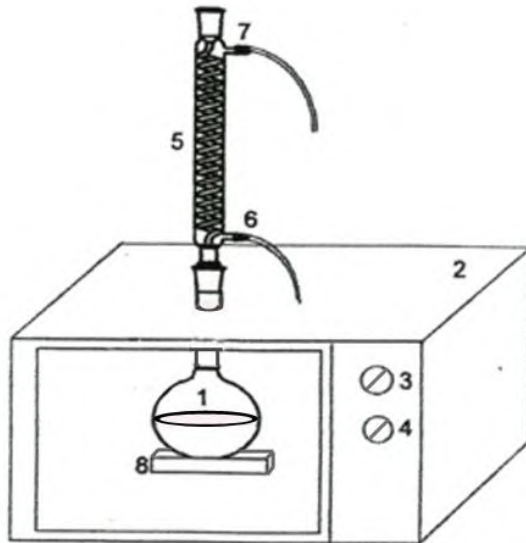
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Minyak nyamplung
Minyak nyamplung yang digunakan sebagai bahan baku dalam percobaan adalah minyak nyamplung yang berasal dari Koperasi Tani Jarak Lestari, Cilacap.
2. Metanol (CH_3OH 99%)
Metanol yang digunakan sebagai pereaksi esterifikasi dan trans-esterifikasi diperoleh dari supplier bahan kimia Brataco Chemical merek PROLAB-UN 1230 Made in France, kadar 99%.
3. CaO
Katalis yang digunakan sebagai katalisis reaksi adalah Calcium Oksida (CaO), katalis yang digunakan adalah katalis pure absolut yang diperoleh dari supplier bahan kimia Brataco Chemical.
4. Asam Fosfat (H_3PO_4 pa)
Asam fosfat digunakan sebagai katalis pada proses degumming. Katalis yang digunakan adalah asam

fosfat pure absolute yang diperoleh dari supplier bahan kimia Brataco Chemical.

5. Asam Sulfat (H_2SO_4 pa)
Asam sulfat digunakan sebagai katalis pada proses esterifikasi.
6. Aquades (H_2O)
Aquades digunakan untuk proses pencucian minyak nyamplung setelah melalui proses degumming dan pencucian biodiesel setelah proses trans-esterifikasi.

III.2.2 Skema Alat



Gambar III.1 Skema reaktor dan *microwave*

Keterangan gambar :

1. Reaktor labu leher satu
2. *Microwave*
3. Pengatur daya
4. Pengatur waktu
5. Kondensor reflux
6. Aliran air pendingin masuk
7. Aliran air pendingin keluar
8. *Magnetic stirrer*

III.3 Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dari minyak kelapa adalah proses reaksi trans-esterifikasi dengan menggunakan radiasi gelombang *micro* dari *microwave*. Adapun langkah-langkah pengerjaannya secara singkat dijelaskan sebagai berikut:

III.3.1 Tahap Penelitian

Tahap penelitian ini meliputi beberapa tahapan, diantaranya yaitu:

A. Tahap *Degumming*

1. Mengukur densitas minyak nyamplung
2. Menimbang minyak sebanyak 500 ml
3. Pemanasan minyak hingga suhu 80⁰C sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*.
4. Menambahkan larutan asam fosfat konsentrasi 20% sebanyak 0,3% berat
5. Proses pengadukan selama 15 menit
6. Memasukkan dalam corong pemisah dan menambahkan air hangat 40⁰C kemudian dikocok sehingga air menyebar mengikat gum
7. Larutan didiamkan hingga terbentuk 2 lapisan, lapisan atas adalah *refined oil* dan lapisan bawah adalah air dan impurities
8. *Refined oil* dipanaskan dalam oven pada suhu 108⁰C selama 20 menit untuk pengurangan kadar air

(Atabani, 2011)

B. Tahap Esterifikasi

1. Minyak hasil proses degumming sebanyak 250 ml dimasukkan dalam labu alas bulat dalam *microwave*
2. Menambahkan H_2SO_4 sebanyak 13% (v/v) minyak dan methanol dengan rasio mol minyak dan methanol 1:40
3. Pengadukan dan pemanasan pada suhu 60°C selama 60 menit.
4. Pendinginan, pencucian dan pemisahan air selama 8 jam
5. Lapisan bawah adalah air, lapisan atas adalah campuran metil ester (*Crude Biodiesel*) dan minyak
6. Minyak kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 108°C selama 20 menit untuk mengurangi kadar air.
(Sudrajat, 2010)

C. Tahap Trans-Esterifikasi dan Pemisahan

1. Minyak dari proses esterifikasi sebanyak 30 ml dimasukkan dalam labu alas bulat dalam *microwave*
2. Menambahkan CaO sebanyak variabel yang ditentukan dengan rasio mol minyak dan methanol sesuai variabel
3. Pengadukan dan pemanasan pada suhu 60°C selama 60 menit
4. Larutan dimasukkan dalam corong pemisah dan dilakukan pencucian dengan air hangat 40°C dan dikocok sehingga sisa katalis dalam biodiesel terikat oleh air
5. Pendinginan dan pemisahan gliserol dalam corong pemisah
6. Lapisan atas adalah metil ester (biodiesel) lapisan bawah adalah gliserol
7. Pemisahan produk dan katalis padat dilakukan dengan proses sentrifugasi

8. Biodiesel yang terbentuk dipanaskan dalam oven pada suhu 108°C selama 20 menit untuk mengurangi kadar air.

(Sudrajat, 2010)

III.3.2 Tahap Analisa Hasil

Menganalisa biodiesel yang diperoleh untuk mengetahui kualitas biodiesel dengan parameter uji sebagai berikut:

- a. Uji Densitas (untuk semua variabel)
 - Peralatan
 - Piknometer 5 ml
 - Neraca analitik
 - Pipet mata
 - Pelaksanaan
 - Menimbang massa piknometer kosong dan mencatat beratnya sebagai massa pikno awal
 - Memasukkan sampel FAME dalam piknometer dan menutup piknometer sampai penuh
 - Membersihkan sisa tumpahan sampel yang ada dibagian luar piknometer
 - Menimbang piknometer + sampel dan mencatat hasil penimbangan tersebut sebagai massa pikno+sampel
 - Menghitung selisih antara massa keduanya
 - Mencatat hasil uji density: density 40°C , dengan satuan gram/ml
- b. Uji Viskositas (untuk semua variabel)
 - Peralatan
 - Viscometer ostwald
 - Stop watch
 - Karet penghisap
 - Gelas ukur 10 ml

- Pelaksanaan
 - Merendam viscometer dalam water bath pada suhu 40°C
 - Memasukkan sampel FAME sebanyak 7 ml ke dalam viscometer oswald.
 - Mendinginkan sampel FAME selama 30 menit dengan suhu dalam water bath dijaga tetap 40°C
 - Menghisap sampel melalui pipa kapiler sampai batas a dari alat
 - Menutup bagian ujung pipa agar permukaan sampel tetap berada di atas batas a
 - Membuka penutup bagian ujung pipa hingga sampel turun sampai batas b dan mencatat waktu yang diperlukan sampel untuk turun sampai batas b sebagai t sampel (dalam detik)
 - Menghitung viskositas sampel dengan persamaan : $\mu = t \times \text{faktor tube}$ (dalam satuan centi stoke)
 - Hasil uji viskositas 40°C, dengan satuan Centistoke
- c. Uji FFA (untuk tahap esterifikasi dan variabel terbaik)
 - Peralatan
 - Buret 25 ml
 - Sampel 1 gram
 - Etanol 25 ml
 - Erlenmeyer
 - KOH 0,1 N
 - Indiator PP
 - Pipet tetes
 - Pelaksanaan
 - Menetralkan etanol dengan titrasi KOH 0,1 N yang sebelumnya etanol ditambahkan indikator PP 3 tetes
 - Mencampurkan 1 gram sampel dengan 25 ml etanol yang telah dinetralkan.
 - Memanaskan sampai suhu 50°C (hingga larut) dalam erlenmeyer

- Campuran sampel tersebut dititrasi dengan KOH 0,1 N hingga larutan sampel berubah menjadi warna ungu dan bertahan selama 5 detik
- Mencatat volume KOH yang dibutuhkan untuk titrasi tersebut.
- Menghitung % FFA

III.4 Variabel Penelitian

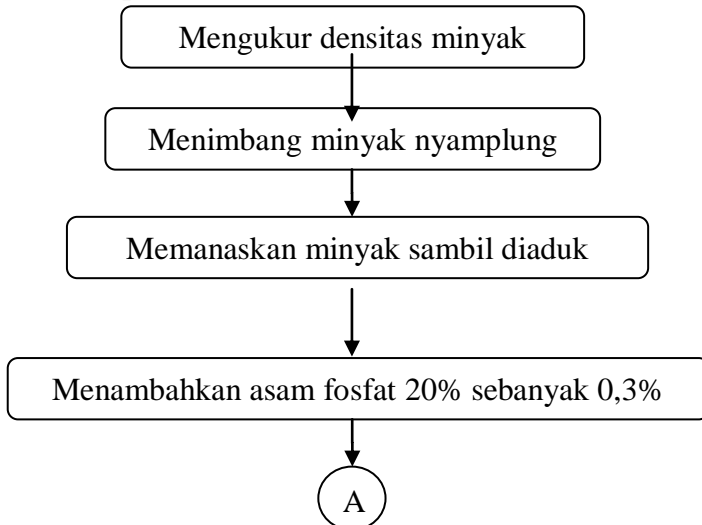
Variabel dari penelitian ini adalah ratio mol minyak terhadap methanol, kadar katalis dan daya *microwave*. Berikut ini merupakan variabel percobaan :

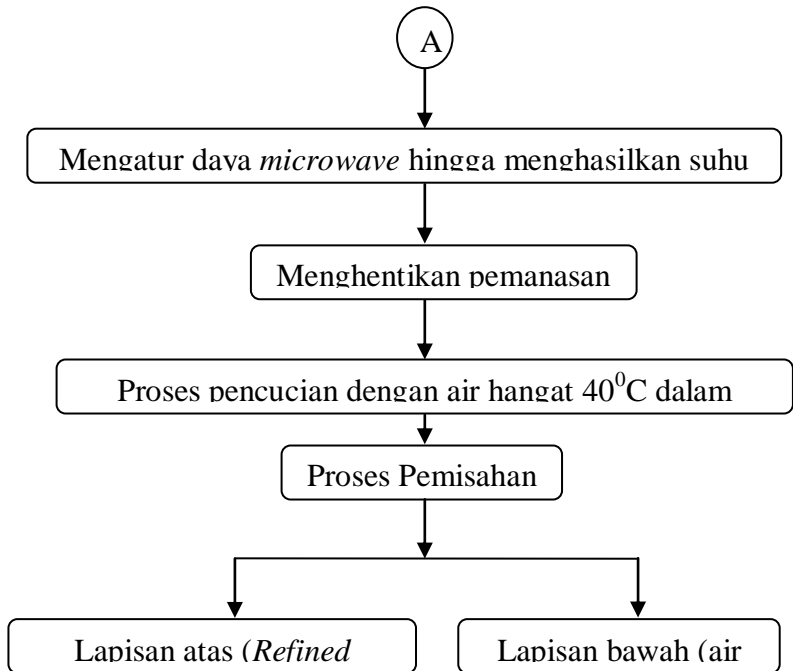
1. Kadar katalis CaO (terhadap berat minyak):
2% ; 3% ; 4% ; 5% dan 6 %
2. Daya *microwave*: 100W, 264W dan 400W
3. Ratio mol minyak-metanol: 1:9 dan 1:12

Dalam penelitian ini digunakan variabel tetap waktu 1 jam dengan kondisi operasi berada pada tekanan atmosferik.

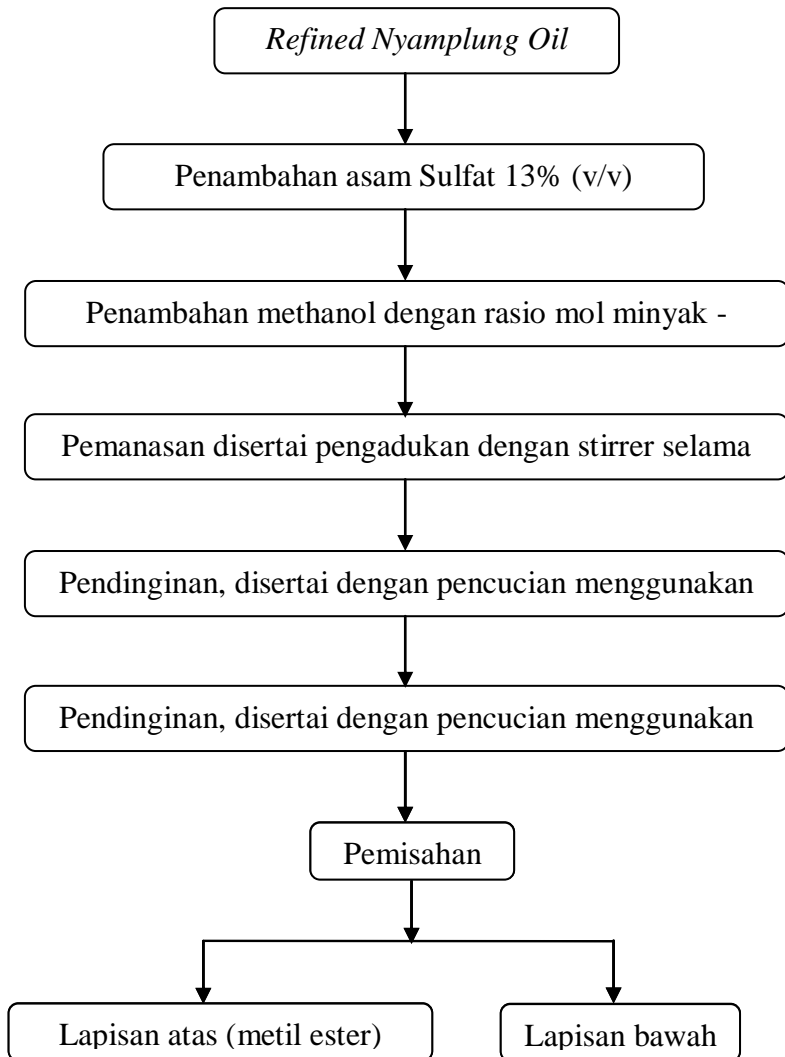
III.5 Flowchart Prosedur Percobaan

III.5.1 Tahap *Degumming*

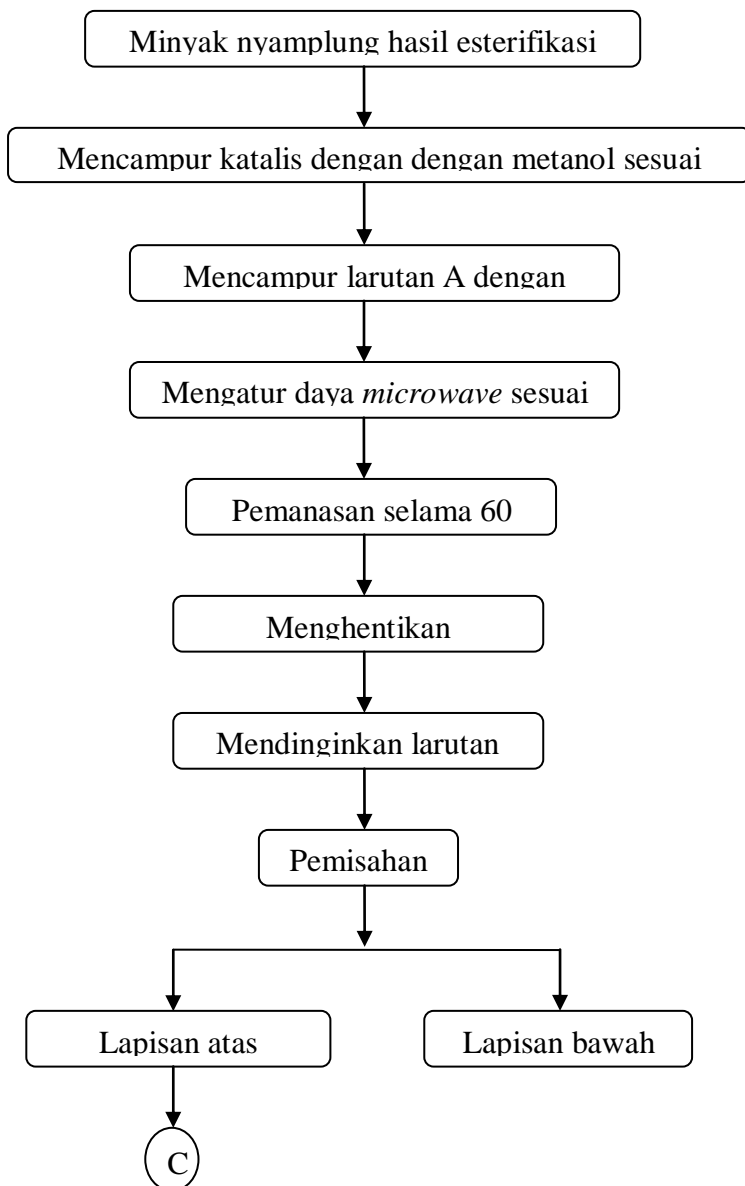


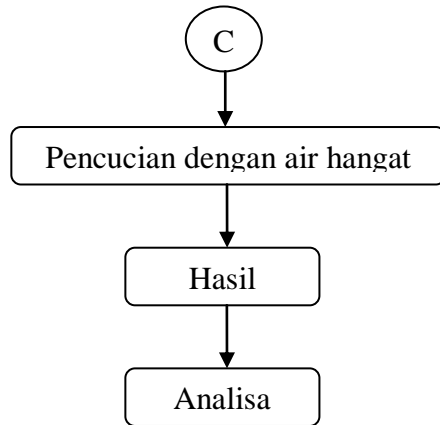


III.5.2 Tahap Esterifikasi



III.5.3 Tahap Trans-Esterifikasi





Gambar III.2 Flowchart Percobaan

III.6 Analisa Data

Biodiesel yang diperoleh dari reaksi trans-esterifikasi minyak kelapa menggunakan katalis padat dianalisa dengan beberapa pengukuran untuk mengetahui kadar dan kualitas

1. Yield

$$Yield = \frac{\text{massa Biodiesel}}{\text{massa Minyak Nyamplung}}$$

2. % FFA

$$\% \text{ FFA biodiesel} = \frac{\text{volume KOH} \times \text{M KOH} \times \text{BM asam oleat}}{\text{massa sampel} \times 1000} \times 100\%$$

3. Densitas

$$\text{Densitas Sampel} = \frac{\text{Massa Sampel}}{\text{Volume Sampel}}$$

4. Viskositas

$$\text{Viskositas} = \text{waktu pengukuran} \times \text{faktor koreksi}$$

Untuk menganalisis pengaruh variabel terhadap parameter yang diuji maka dilakukan plotting data antara:

1. Daya versus viskositas, daya versus densitas dan daya versus yield biodiesel
2. Kadar katalis versus viskositas, kadar katalis versus densitas dan kadar katalis versus yield biodiesel pada dua macam ratio mol minyak-metanol.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung menggunakan pemanasan gelombang mikro ini menggunakan tiga macam variabel, yakni konsentrasi katalis (% (w/w) CaO terhadap minyak), daya *microwave* dan ratio mol minyak-metanol. Variabel % (w/w) katalis yakni, 2%, 3%, 4%, 5% dan 6%. Variabel daya *microwave* pada 100, 264 dan 400 Watt. Pembuatan biodiesel ini dilakukan pada semua variabel untuk mendapatkan biodiesel terbaik dengan kondisi operasi yang optimal.

Sebelum melakukan percobaan, dilakukan beberapa analisa untuk mengetahui karakteristik minyak nyamplung. Hasil analisa diantaranya kadar FFA 35,32%, densitas minyak 0,951 g/ml dan viskositas minyak (40⁰C) 54,2815 cSt. Tahapan percobaan untuk mengkonversi minyak menjadi biodiesel ada tiga, yakni tahap degumming, esterifikasi dan trans-esterifikasi.

Hasil penelitian yang telah dilakukan akan dibahas lebih lanjut dalam bab ini.

IV.1 Degumming

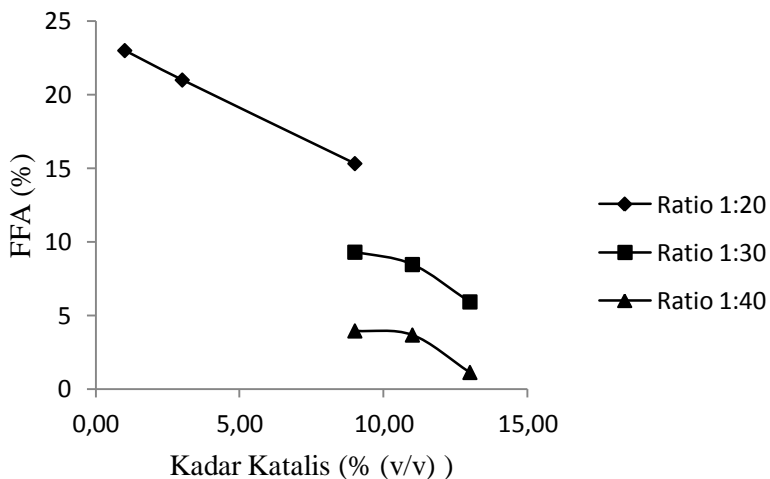
Proses degumming bertujuan untuk menghilangkan kandungan *gum* (getah) berupa fosfatida, protein, karbohidrat, air residu dan resin yang terkandung dalam minyak nyamplung. Kondisi operasi pada suhu 80⁰C selama 15 menit dan konsentrasi asam fosfat yang digunakan 0,3 % massa (Atabani, dkk, 2011). Hasil analisa awal minyak nyamplung adalah densitas 0,951 gr/ml, viskositas (40⁰C) 54,2815 cSt serta kadar FFA 35,32 %. Setelah mengalami proses degumming, minyak nyamplung mengalami beberapa perubahan, diantaranya perubahan warna dari hijau kehitaman menjadi cokelat kemerahan, penurunan viskositas (40⁰C) dari 54,2815 cSt menjadi 45,5 cSt. Penurunan densitas dari 0,951 gr/ml menjadi 0,9337 gr/ml. Hasil penelitian Atabani, dkk (2011) menunjukkan adanya penurunan densitas dan

viskositas dari minyak nyamplung dari 56,7 cSt menjadi 53,4 cSt dan dari 0,944 gr/ml menjadi 0,94 gr/ml setelah proses degumming. Pada tahap degumming ini, kemungkinan minyak (mengandung trigliserida, digliserida dan monogliserida) terikut dengan air pencuci sangat kecil dikarenakan sifat minyak yang non polar sedangkan air polar.

IV.2 Esterifikasi

Proses esterifikasi memiliki tujuan untuk mengkonversi asam lemak bebas dalam minyak menjadi metil ester menggunakan katalis H_2SO_4 . Kadar FFA yang tinggi akan mengganggu proses trans-esterifikasi. Kadar FFA minyak nyamplung yang sangat tinggi (35,32%) memerlukan kondisi operasi yang terbaik untuk dapat turun hingga $<2\%$.

Berikut ini merupakan grafik pengaruh kadar katalis dan ratio mol minyak-metanol terhadap kadar FFA akhir reaksi :



Gambar IV.1 Pengaruh ratio dan kadar katalis terhadap kadar FFA produk

Dari gambar IV.1, dapat diketahui pola bahwa pengaruh ratio mol minyak-metanol memiliki pengaruh besar terhadap keberhasilan proses esterifikasi. Pada proses ini, dituntut agar menghasilkan kadar FFA minyak nyamplung sebesar $< 2\%$ sebelum memasuki proses trans-esterifikasi agar tidak mengalami penyabunan (Sudrajat, dkk, 2010). Penambahan katalis juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar FFA akhir minyak nyamplung. Proses ini menggunakan daya tetap 100W karena diinginkan suhu operasi 60°C dan waktu reaksi 1 jam (Atabani, dkk, 2011). Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa kondisi reaksi terbaik pada ratio mol minyak-metanol 1:40 dengan konsentrasi katalis H_2SO_4 13% (v/v) dengan kadar FFA akhir 1,128% sehingga proses trans-esterifikasi dapat dilakukan. Pada tahap esterifikasi ini, kandungan trigliserida dalam minyak tidak mengalami reaksi menjadi metil ester dikarenakan pada akhir proses tidak terbentuk gliserol. Hal ini menunjukkan bahwa pada minyak dengan kadar FFA tinggi bila berada pada kondisi asam reaksi yang terjadi cenderung antara FFA dan metanol (esterifikasi) bukan antara trigliserida dan metanol (trans-esterifikasi).

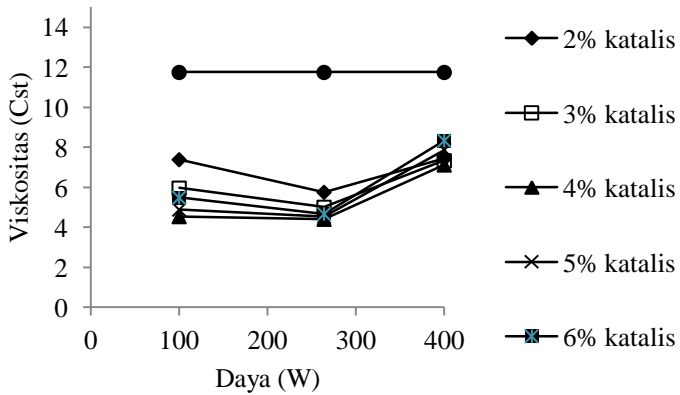
IV.3 Trans-Esterifikasi

Trans-esterifikasi adalah tahap utama dari proses pembuatan biodiesel ini, karena bertujuan untuk mengkonversi trigliserida menjadi *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) atau biodiesel.

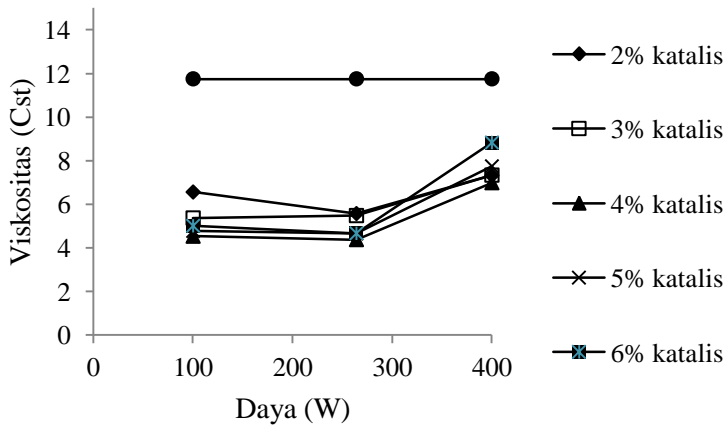
IV.3.1 Pengaruh Daya terhadap Viskositas Biodiesel

Dalam penelitian ini, digunakan katalis CaO pada proses trans esterifikasi. Daya yang digunakan adalah 100 W, 264 W dan 400 W. Optimasi proses trans esterifikasi perlu dilakukan untuk menentukan kondisi operasi yang terbaik ditinjau dari berbagai bidang seperti kualitas biodiesel maupun segi ekonomi.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara daya *microwave* terhadap viskositas biodiesel dengan ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12 :



Gambar IV.2 Pengaruh daya *microwave* terhadap viskositas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:9



Gambar IV.3 Pengaruh daya *microwave* terhadap viskositas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:12

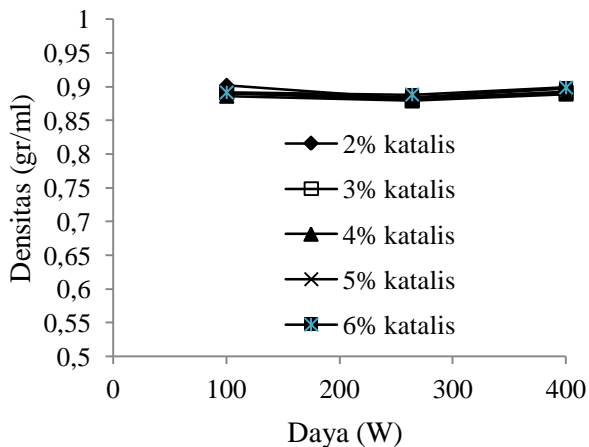
Dari gambar IV.2 dan IV.3 terlihat bahwa pola data viskositas biodiesel yang dihasilkan menurun pada daya 264 W dan kembali naik pada daya 400 W. Viskositas biodiesel yang

tinggi menunjukkan kualitas biodiesel yang jelek karena menurut SNI range viskositas yang sesuai standar adalah 2,3-6 cSt diukur pada suhu 40⁰ C. Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas biodiesel meningkat untuk kenaikan daya *microwave* dari 100 W menjadi 264 W. Namun kualitas menurun ketika daya ditambah dari 264 W ke 400 W, bahkan viskositas biodiesel tidak memenuhi SNI (lebih besar dari 6 cSt). Penelitian yang dilakukan Sudrajat, dkk (2010) menunjukkan suhu optimum untuk proses trans-esterifikasi dengan katalis basa adalah 60⁰C, hal ini karena reaktan berupa metanol yang memiliki titik didih 64,7⁰C dan reaksi pada tekanan atmosferik, sehingga pada daya tinggi (400 W) waktu kontak antara metanol dan minyak menjadi lebih sedikit dikarenakan metanol lebih sering menguap di kondensor refluks. Atabani, dkk (2011) juga menggunakan suhu rendah pada proses trans-esterifikasi minyak nyamplung dengan katalis NaOH, yakni 60⁰C. Pada ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12 menunjukkan tren yang sama. Kenaikan daya dari 100 W ke 264 W pada variabel ratio mol minyak-metanol 1:9, dengan kadar katalis 2% (w/w) viskositas menurun 22% (dari 7,39 cSt ke 5,76 cSt), pada kadar katalis 3% (w/w) viskositas menurun 16% (dari 5,96 cSt ke 5,01 cSt), pada kadar katalis 4% (w/w) viskositas menurun 3% (dari 4,545 cSt ke 4,414 cSt), pada kadar katalis 5% (w/w) viskositas menurun 7% (dari 4,89 cSt ke 4,53 cSt) dan pada kadar katalis 6%(w/w) viskositas menurun 15% (dari 5,48 cSt ke 4,67 cSt). Dalam penentuan daya terbaik diperlukan berbagai pertimbangan, diantaranya nilai viskositas yang baik (rendah) serta penurunan viskositasnya. Dari data percobaan didapatkan nilai viskositas terbaik pada kadar katalis 4% (w/w) dan kenaikan daya dari 100W ke 264W tidak memberikan penurunan viskositas yang signifikan (3% saja) padahal kenaikan dayanya lebih dari dua kali lipat. Biodiesel yang dihasilkan pada daya 100 W dan kadar katalis CaO 4% (w/w) ini sudah memenuhi standar SNI, sehingga dapat disimpulkan bahwa daya 100 W lebih optimal dibandingkan 264 W.

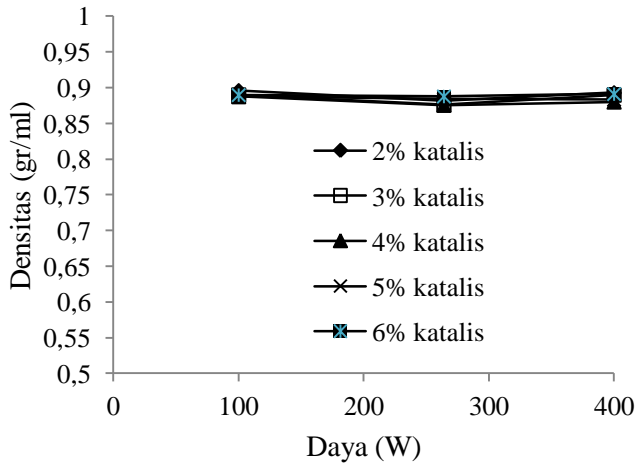
IV.3.2 Pengaruh Daya terhadap Densitas Biodiesel

Range densitas biodiesel yang diijinkan oleh SNI adalah 0,85-0,89 gr/ml. Pengukuran densitas digunakan piknometer 5 ml yang telah dikalibrasi menggunakan aquades pada suhu ruang.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara daya *microwave* terhadap densitas biodiesel dengan ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12 :



Gambar IV.4 Pengaruh daya *microwave* terhadap densitas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:9



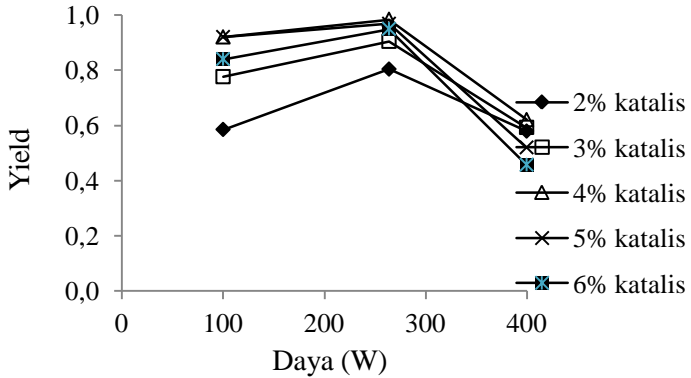
Gambar IV.5 Pengaruh daya *microwave* terhadap densitas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:12

Dari gambar IV.4 dan IV. 5 dapat dilihat bahwa pengaruh kenaikan daya terhadap penurunan densitas tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini dikarenakan penurunan densitas sangat kecil sehingga polanya dapat dikatakan hampir datar. Yang terpenting dari densitas adalah nilainya harus memenuhi standar SNI. Dari ulasan pengaruh daya terhadap viskositas pada sub-bab sebelumnya menunjukkan daya optimal pada 100 W pada variabel konsentrasi katalis 4% (w/w) dan ratio mol minyak-metanol 1:9 memiliki nilai densitas sebesar 0,886 g/ml (memenuhi standar SNI).

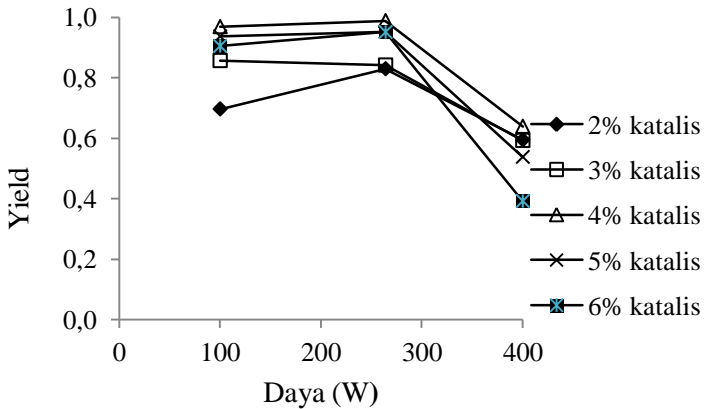
IV.3.3 Pengaruh Daya terhadap Yield Biodiesel

Yield biodiesel yang dihasilkan adalah salah satu faktor yang penting karena nantinya akan berpengaruh terhadap tingkat keekonomisan proses.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara daya *microwave* terhadap yield biodiesel pada ratio mol minyak : mol metanol 1:9 dan 1:12 :



Gambar IV.6 Pengaruh daya *microwave* terhadap yield biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:9



Gambar IV.7 Pengaruh daya *microwave* terhadap yield biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:12

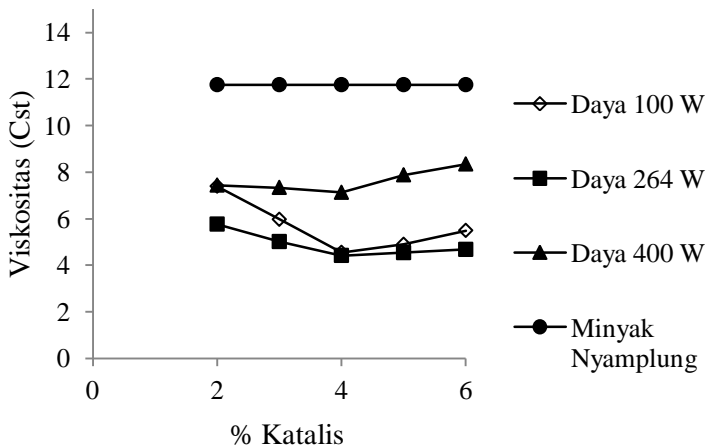
Dari gambar IV.6 dan IV.7, pola data yang terbentuk pada hubungan daya dan yield memiliki kemiripan dengan hubungan antara daya dan viskositas biodiesel. Hal ini dikarenakan viskositas produk sangat berpengaruh terhadap yield biodiesel yang dihasilkan dimana semakin rendah viskositas produk, maka kadar biodiesel semakin besar dan yield akan meningkat pula. Pada daya 264 W terjadi kenaikan yield dari daya 100 W, sedangkan pada daya 400 W yield justru menurun. Penelitian Marnoto dan Sulistyawati (2010) tentang biodiesel dari minyak nyamplung dengan katalis kapur tohor dan spiritus memilih suhu 60°C sebagai kondisi operasinya. Sebagaimana dalam beberapa penelitian yang sudah ada, pada katalis basa, suhu yang terlalu tinggi justru akan menurunkan yield biodiesel karena adanya reaksi samping (saponifikasi). Pada penelitian ini dengan katalis padat (CaO) yang heterogen, namun karena adanya pengadukan mengakibatkan partikel CaO tersebar merata di reaktan dan kontak antar molekul selalu terjadi. Pada daya 400 W, reaktan menjadi lebih cepat panas dan metanol lebih sering menguap memenuhi kondensor reflux sehingga kontak antara metanol dan minyak pada daya 400 W lebih jarang dibandingkan dengan daya yang lebih rendah. Kenaikan daya dari 100 W ke 264 W pada ratio mol minyak-metanol 1:9, pada kadar katalis 2% (w/w) yield meningkat 37% (dari 0,58 ke 0,8), pada kadar katalis 3% (w/w) terjadi kenaikan yield sebesar 17% (dari 0,78 ke 0,9), pada kadar katalis 4% (w/w) yield meningkat 5% (dari 0,94 ke 0,98), pada kadar katalis 5% (w/w) yield meningkat 5% (dari 0,92 ke 0,97) dan pada kadar katalis 6% (w/w) yield meningkat 13% (dari 0,84 ke 0,95). Pada penentuan daya terbaik ditinjau dari yield biodiesel yang dihasilkan ada beberapa faktor yang diperhatikan, diantaranya kenaikan yield, nilai yield serta segi ekonomi. Pada kadar katalis 2% kenaikan daya memberikan peningkatan yield yang signifikan, namun yield masih rendah (0,8) untuk daya tinggi (264W). Pada daya rendah (100W) didapatkan yield terbaik pada variabel kadar katalis 4% (w/w) dan penambahan daya hingga 264W tidak meningkatkan yield secara

signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa daya 100W lebih optimal daripada 264W.

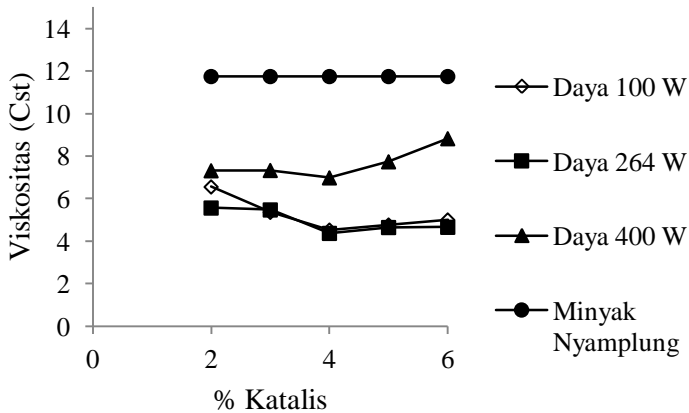
IV.3.4 Pengaruh Kadar Katalis Terhadap Viskositas Biodiesel

Pada penelitian ini dibutuhkan optimasi proses transesterifikasi melalui penggunaan katalis sehingga didapatkan kadar katalis yang optimal untuk menghasilkan produk biodiesel yang berkualitas sesuai dengan SNI.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara kadar katalis terhadap viskositas biodiesel yang dihasilkan pada ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12:



Gambar IV.8 Pengaruh kadar katalis terhadap viskositas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:9



Gambar IV.9 Pengaruh kadar katalis terhadap viskositas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:12

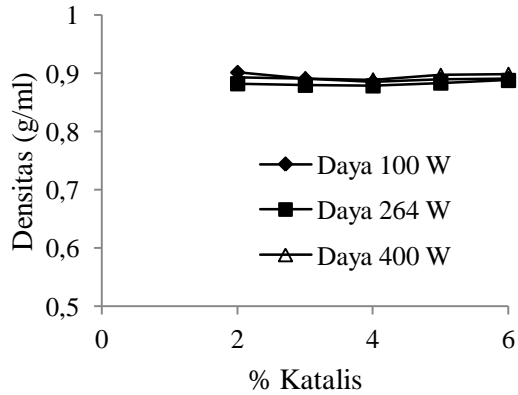
Dari gambar IV.8 dan IV.9, untuk kedua variabel ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12 memiliki kesamaan pola, yakni penambahan katalis dari 2% (w/w) terus mengalami penurunan viskositas hingga 4% (w/w) dan pada penambahan kadar katalis 5% (w/w) nilai viskositas terus meningkat hingga variabel kadar katalis 6% (w/w). Data diatas menunjukkan bahwa kadar katalis yang semakin tinggi belum tentu akan menghasilkan biodiesel dengan kualitas lebih baik. Penelitian Sudrajat, dkk (2010) tentang pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung menggunakan katalis NaOH yang terbaik adalah 1% (w/w) dan penambahan kadar katalis terjadi penurunan kualitas walaupun tidak signifikan. Katalis NaOH adalah katalis homogen yang larut sempurna bila dibandingkan dengan katalis padat seperti CaO sehingga dengan kadar yang lebih sedikit katalis NaOH mampu menghasilkan biodiesel secara optimal, namun katalis padat seperti CaO lebih ekonomis karena dapat di *recycle* kembali dengan dilakukan pemisahan. Penggunaan katalis basa yang lebih tinggi justru akan menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan

(saponifikasi) sehingga konversi minyak menjadi biodiesel menurun yang ditandai dengan meningkatnya viskositas (Ong, dkk, 2013). Pada variabel ratio mol minyak-metanol 1:9, daya 100 W, kenaikan kadar katalis dari 2% (w/w) ke 3% (w/w) menurunkan viskositas sebesar 19% (dari 7,39 cSt ke 5,96 cSt), kenaikan kadar katalis dari 3% (w/w) ke 4% (w/w) menurunkan viskositas sebesar 24% (dari 5,96 cSt ke 4,54 cSt), kenaikan kadar katalis dari 4% (w/w) ke 5% (w/w) justru menaikkan viskositas sebesar 8% (dari 4,54 cSt ke 4,89 cSt) dan kenaikan kadar katalis dari 5% (w/w) ke 6% (w/w) viskositas meningkat 12% (dari 4,89 cSt ke 5,48 cSt). Bila ditinjau dari nilai viskositas biodiesel terbaik diperoleh dari penggunaan katalis CaO dengan kadar 4% (w/w) minyak nyamplung. Selain itu, kenaikan kadar katalis dari 3%(w/w) ke 4%(w/w) juga menurunkan viskositas secara signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar katalis CaO terbaik adalah 4% (w/w) minyak nyamplung.

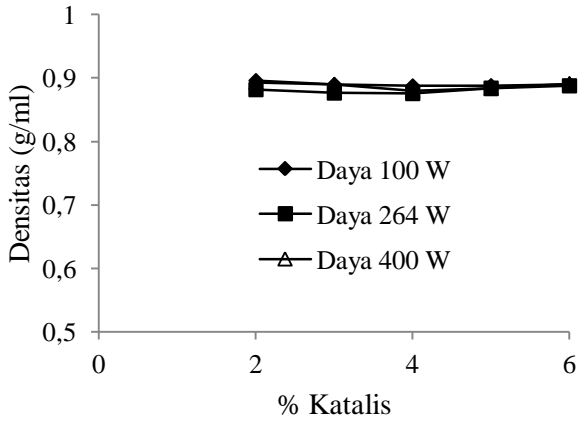
IV.3.5 Pengaruh Kadar Katalis Terhadap Densitas Biodiesel

Seperti halnya viskositas, densitas adalah parameter yang harus dipenuhi biodiesel agar dapat digunakan secara optimal pada mesin diesel.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara kadar katalis terhadap densitas biodiesel yang dihasilkan pada ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12 :



Gambar IV.10 Pengaruh kadar katalis terhadap densitas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:9



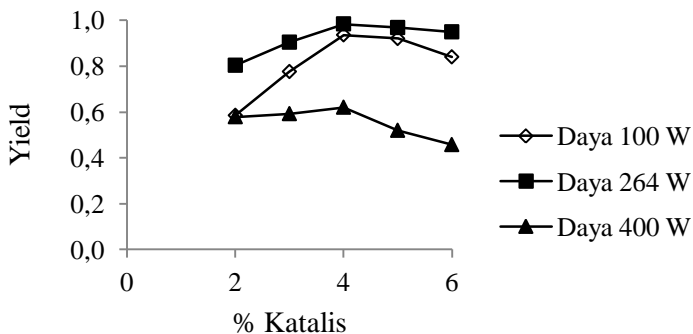
Gambar IV.11 Pengaruh kadar katalis terhadap densitas biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:12

Gambar IV.10 dan IV.11 menunjukkan bahwa penurunan densitas yang diakibatkan oleh kenaikan kadar katalis sangat kecil (tidak memberikan perubahan yang signifikan). Namun didapatkan data densitas pada semua variabel, mayoritas sudah memenuhi range SNI, namun ada beberapa variabel yang densitasnya lebih tinggi dari range SNI.

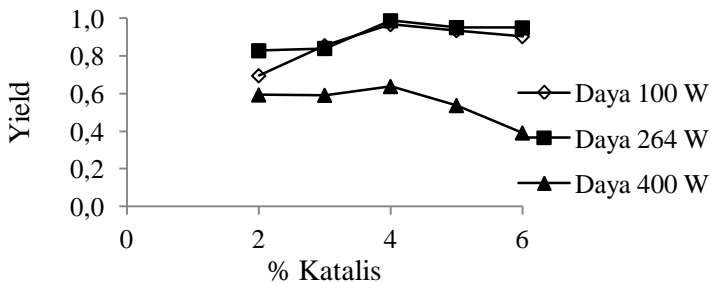
IV.3.6 Pengaruh Kadar Katalis Terhadap Yield Biodiesel

Dalam suatu penelitian yang bertujuan untuk mencari kondisi terbaik dari suatu reaksi, maka pola data pengaruh kosentrasi katalis terhadap yield sangat penting karena juga berhubungan dengan ekonomi.

Berikut ini merupakan grafik hubungan kadar katalis terhadap yield biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12 :



Gambar IV.12 Pengaruh kadar katalis terhadap yield biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:9



Gambar IV.13 Pengaruh kadar katalis terhadap yield biodiesel pada ratio mol minyak-metanol 1:12

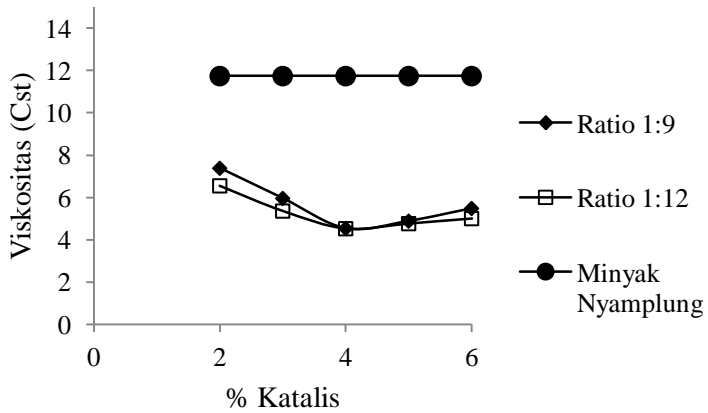
Dari hasil penelitian ini yang direpresentasikan dalam gambar IV.12 dan IV.13, dapat diketahui pola yang sama untuk kedua variabel ratio mol minyak-metanol, yakni, dari kadar katalis 2% hingga 4% nilai yield meningkat. Penambahan kadar katalis 5% hingga 6% justru menurunkan yield. Pada variabel ratio mol minyak-metanol 1:9 dan daya 100 W, kenaikan kadar katalis dari 2% (w/w) ke 3% (w/w) meningkatkan yield 33% (dari 0,58 ke 0,78), kenaikan kadar katalis dari 3% (w/w) ke 4% (w/w) meningkatkan yield sebesar 21% (dari 0,78 ke 0,94), kenaikan kadar katalis dari 4% (w/w) ke 5% (w/w) justru menurunkan yield sebesar 2% (dari 0,94 ke 0,92) dan pada kenaikan kadar katalis dari 5% (w/w) ke 6%(w/w), yield menurun hingga 9% (dari 0,92 ke 0,84). Kenaikan yield yang paling signifikan terjadi pada kenaikan kadar katalis dari 2% (w/w) ke 3% (w/w), namun yield yang dihasilkan masih kecil. Pada kenaikan kadar katalis dari 3% (w/w) ke 4% (w/w) kenaikan yield cukup signifikan dengan yield yang besar begitu pula dengan semua variabel didapat yield terbesar pada kadar katalis 4% (w/w). Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa katalis CaO dengan kadar 4% (w/w) minyak adalah kadar katalis paling optimal. Hasil penelitian Ong (2013) yang bertajuk perbandingan properti biodiesel dari tiga jenis minyak nabati yang salah satunya adalah minyak nyamplung dengan katalis basa NaOH menunjukkan

bahwa kenaikan katalis juga menaikkan yield hingga suatu titik dimana penambahan katalis justru akan mengurangi yield. Hal tersebut dikarenakan pada konsentrasi katalis yang melebihi kadar optimum akan meningkatkan pembentukan sabun sehingga yield berkurang.

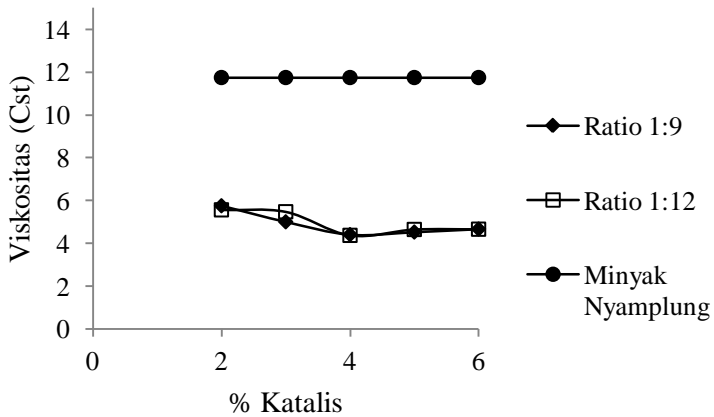
IV.3.7 Pengaruh Penambahan Ratio Mol Minyak-Metanol Terhadap Viskositas Biodiesel

Metanol yang digunakan dibuat berlebih dengan tujuan menggeser reaksi kearah produk. Namun kondisi ratio yang terlalu tinggi tidak efektif (tidak meningkatkan reaksi antar molekul) (Sudrajat, dkk, 2010). Penelitian yang dilakukan oleh Pradipta dan Lukerintaningdinar (2013) pada pembuatan biodiesel dari minyak kelapa menggunakan *microwave* dengan katalis CaO menghasilkan variabel ratio mol minyak-metanol terbaik pada 1:9. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sudrajat, dkk (2010) pada penambahan ratio mol minyak-metanol 1:9, kualitas biodiesel meningkat dibandingkan dengan ratio mol minyak-metanol 1:6. Pada penelitian ini digunakan variabel ratio mol minyak-metanol 1:9 dan 1:12 dengan tujuan ingin mengetahui profil data dengan penambahan ratio dari 1:9 menjadi 1:12 apakah akan meningkatkan mutu biodiesel yang dihasilkan secara signifikan.

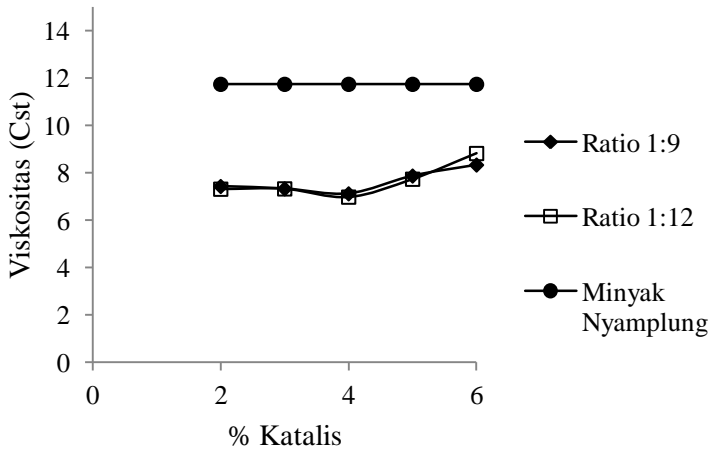
Berikut ini merupakan grafik hubungan antara ratio mol minyak-metanol terhadap viskositas biodiesel pada daya *microwave* 100, 264 dan 400 W :



Gambar IV.14 Pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap viskositas biodiesel pada daya *microwave* 100 W



Gambar IV.15 Pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap viskositas biodiesel pada daya *microwave* 264 W



Gambar IV.16 Pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap viskositas biodiesel pada daya *microwave* 400 W

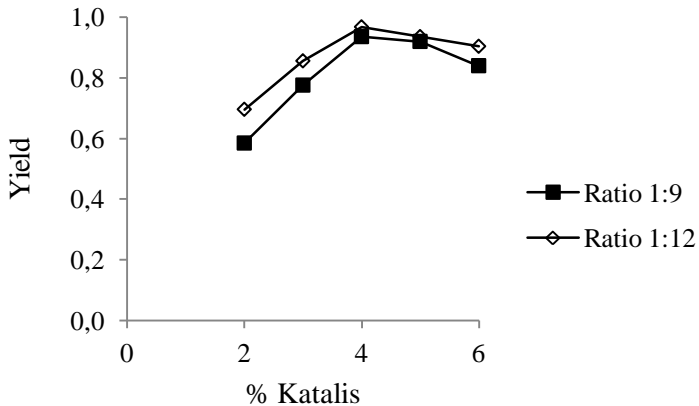
Gambar IV.14, IV.15 dan IV.16 menunjukkan bahwa penambahan ratio mol minyak-metanol hingga 1:12 tidak menghasilkan penurunan viskositas yang signifikan (nilai hampir sama). Penurunan viskositas yang paling signifikan karena penambahan ratio mol minyak-metanol terdapat pada variabel katalis 2% dan daya 100 W, yakni 11%. Sedangkan variabel lainnya rata-rata penurunan viskositas berkisar pada 2-10% saja. Bahkan pada variabel katalis terbaik (4%), kenaikan ratio tidak menurunkan viskositas secara signifikan (hanya 0,3%). Pemilihan ratio ini bergantung pada jenis bahan baku minyak maupun katalis. Pada pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung dengan katalis homogen NaOH, ratio mol minyak-metanol yang optimal pada 1:6 (A.E. Atabani, 2011). Perbedaan ini disebabkan karena katalis CaO adalah katalis heterogen sehingga memerlukan ratio yang lebih besar. Hasil penelitian Giar Pradipta dan Lukerintingdinar (2013) tentang pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dengan memanfaatkan gelombang mikro dan

katalis CaO juga menyebutkan bahwa penggunaan ratio mol minyak-metanol 1:9 lebih efektif dari 1:12. Dari data diatas dapat disimpulkan dari segi penurunan viskositas, ratio 1:9 lebih efektif dibandingkan 1:12.

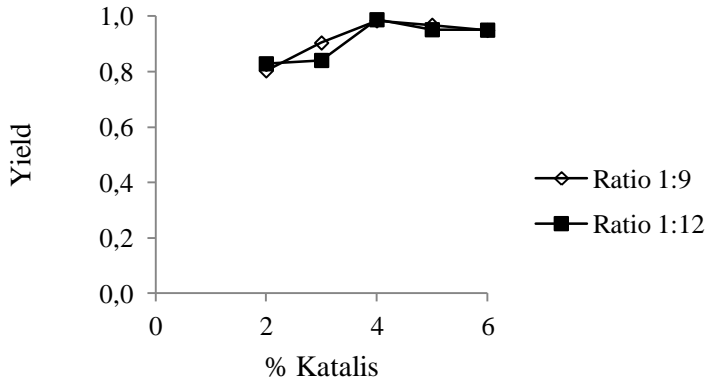
IV.3.8 Pengaruh Penambahan Ratio Mol Minyak-Metanol Terhadap Yield Biodiesel

Sebagaimana uraian diatas, pola pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap yield biodiesel yang dihasilkan sangat penting untuk diketahui sehingga kondisi operasi benar-benar optimal.

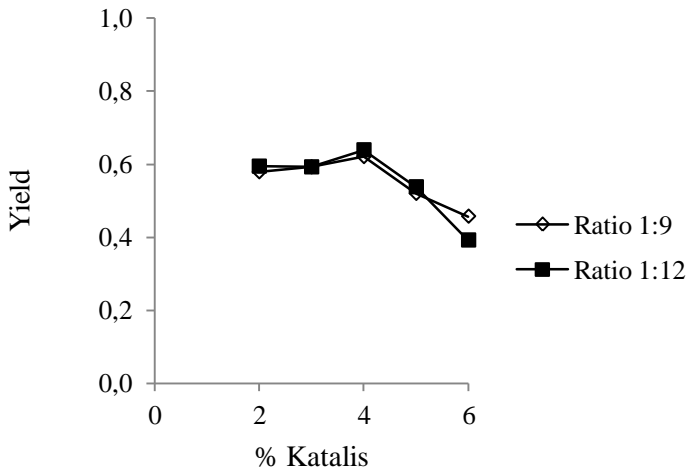
Berikut ini adalah grafik hubungan antara ratio mol minyak-metanol terhadap yield biodiesel pada daya 100 W, 264 W dan 400 W :



Gambar IV.17 Pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap yield biodiesel pada daya *microwave* 100 W



Gambar IV.18 Pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap yield biodiesel pada daya *microwave* 264 W



Gambar IV.19 Pengaruh penambahan ratio mol minyak-metanol terhadap yield biodiesel pada daya *microwave* 400 W

Dari gambar IV.17, IV.18 dan IV.19, dapat dilihat bahwa penambahan ratio mol minyak-metanol dari 1:9 menjadi 1:12

tidak menghasilkan perubahan yang signifikan terhadap yield biodiesel, bahkan ada beberapa titik yang memiliki yield sama pada kedua ratio. Kenaikan yield terbesar akibat penambahan ratio terdapat pada variabel kadar katalis 2% (w/w) dan daya 100 W, yakni sebesar 19%, namun yield yang dihasilkan kecil (0,7). Sedangkan pada yield terbaik pada kondisi operasi paling optimal penambahan ratio menaikkan yield hanya 3% saja (dari 0,94 ke 0,97). Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa ratio mol minyak-metanol 1:9 lebih optimal dari 1:12.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Minyak nyamplung dapat digunakan menjadi bahan baku pembuatan biodiesel menggunakan katalis CaO dengan menggunakan radiasi gelombang mikro.
2. Daya *microwave* optimal yang digunakan untuk proses trans-esterifikasi adalah 100W.
3. Jumlah katalis yang digunakan untuk menghasilkan biodiesel dengan kualitas terbaik adalah 4% (w/w) bahan baku (minyak nyamplung) dengan viskositas terbaik sebesar 4,545 cSt.
4. Yield biodiesel terbaik yang dihasilkan adalah 94% pada variabel ratio mol minyak-metanol 1:9; kadar katalis 4% (w/w) minyak nyamplung dan Daya *microwave* 100W.
5. Penambahan ratio mol minyak-metanol dari 1:9 menjadi 1:12 tidak menghasilkan perubahan yang signifikan terhadap kualitas produk biodiesel yang dihasilkan, sehingga ratio mol minyak-metanol yang optimal adalah 1:9.

V.2 Saran

1. Penelitian lebih lanjut tentang optimalisasi proses esterifikasi sehingga didapatkan kondisi operasi yang optimal mengingat kadar FFA yang tinggi pada minyak nyamplung.
2. Penelitian lebih lanjut tentang pembuatan biodiesel dari minyak nyamplung menggunakan metode lain untuk pencarian kondisi operasi yang optimal.

LAMPIRAN

A. Cara Perhitungan

1) Perhitungan kebutuhan katalis :

- BM minyak nyamplung = 704,2 g/mol
- ρ minyak nyamplung⁽¹⁾ = 0,9037 g/ml
- Volume minyak nyamplung = 50 ml
- Kebutuhan CaO =
- Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} 2\% \text{ (w/w) CaO} &= \frac{50\text{mL} \times 0,9037 \text{ g/ml} \times 2}{100} \\ &= 0,9037 \text{ gram} \end{aligned}$$

2) Perhitungan kebutuhan metanol :

- ρ metanol = 0,7811 g/ml
 - BM metanol = 32 g/mol
 - Kebutuhan metanol =
- $$\frac{\text{volume MNy} \times \rho \text{ MNy} \times \text{ratio metanol} \times \text{BM metanol}}{\text{BM MNy} \times \rho \text{ metanol}}$$

$$\text{Ratio 1:9} = \frac{50\text{mL} \times 0,9037 \times 9 \times 32}{704,2 \times 0,7811}$$

$$= 23,65 \text{ mL}$$

3) Perhitungan Viskositas :

- Viskositas = $t \times k$
dimana : t = waktu yang dibutuhkan sample dari titik a sampai b (detik)
 k = faktor pengali dari viskometer yang digunakan (1,193)

Contoh perhitungan viskositas pada variabel daya 100 Watt, kadar katalis CaO 2%, ratio molar minyak-metanol 1:12

Waktu (t) = 5,5 sekon

Viskositas = 5,5 sekon \times 1,193 = 6,561 Cst

Hasil perhitungan selanjutnya dikerjakan dengan cara yang sama ditampilkan pada lampiran.

4) Perhitungan Densitas :

Kalibrasi volume piknometer

$$T \text{ aquades} = 33^{\circ}\text{C}$$

$$\rho \text{ aquades} = 0,9946 \text{ g/mL}$$

$$\text{Massa pikno kosong} = 8,7262 \text{ gram}$$

$$\text{Massa pikno + aquades} = 13,6958 \text{ gram}$$

$$\text{Massa aquades} = 13,6958 - 8,7262 = 4,9696 \text{ gram}$$

$$\text{Volume piknometer} = \frac{m}{\rho} = \frac{4,9696}{0,9946} = 4,9963 \text{ mL}$$

$$\bullet \text{ Densitas } (\rho) = \frac{m_2 - m_1}{v \text{ sampel}}$$

$$\text{dimana : } m_1 = \text{massa kosong pikno (gram)}$$

$$m_2 = \text{massa pikno + sampel (gram)}$$

$$v \text{ sampel} = \text{volume sampel dalam pikno setelah kalibrasi (4,9963 ml)}$$

Contoh perhitungan pada variabel daya 100 Watt, kadar katalis CaO 2%, ratio molar minyak-metanol 1:12 :

$$\rho = \frac{13,1946 - 8,7185}{4,9963} = 0,896 \text{ g/ml}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dikerjakan dengan cara yang sama ditampilkan pada lampiran.

5) Perhitungan %FFA

$$\bullet \text{ \% FFA} = \frac{V \text{ KOH} \times M \text{ KOH} \times BM \text{ as.oleat}}{m.\text{sample} \times 1000} \times 100\%$$

Dimana :

V KOH = Volume KOH yang dibutuhkan untuk titrasi (mL)

M KOH = Molaritas KOH (M)

BM as. Oleat = Berat Molekul Asam Oleat (282 g/mol)
M sample = massa sample (gram)

Contoh perhitungan %FFA pada minyak nyamplung:

Molaritas KOH = 0,1 M
BM asam Oleat = 282 g/mol
Volume KOH untuk titrasi = 12,5 ml
Massa sample = 1 gram

$$\begin{aligned} \%FFA &= \frac{12,5 \times 0,1 \times 282}{1 \times 1000} \times 100\% \\ &= 35,25 \% \end{aligned}$$

6) Perhitungan Yield Biodiesel :

Perhitungan yield menggunakan pendekatan penurunan viskositas dari minyak nyamplung menjadi biodiesel.

Persamaan yang digunakan adalah :

$$Yield = \frac{\text{massa FAME}}{\text{massa Minyak Nyamplung}}$$

$$Yield = \frac{\text{massa Produk} \times \text{kadar biodiesel}}{\text{massa Minyak Nyamplung}}$$

Kadar biodiesel didapat dari :

$$x_2 = \frac{\ln \mu_0 - \ln \mu_1}{\ln \mu_0 - \ln \mu_B}$$

(Tesfa, dkk, 2010)

Dimana :

μ_0 = Viskositas Minyak Nyamplung awal sebelum proses trans-esterifikasi (Hasil esterifikasi)

μ_1 = Viskositas produk biodiesel

μ_B = Viskositas produk biodiesel standar (dengan katalis NaOH)

x_2 = kadar biodiesel dalam produk (hasil trans-esterifikasi)

Contoh perhitungan Yield biodiesel pada variabel daya 100W, kadar katalis CaO 4% (w/w), dan ratio molar minyak-metanol 1:9:

Massa minyak = 45,185 gr

Massa Produk = 44,987 gr

$\mu_0 = 11,75$ Cst

$\mu_1 = 4,545$ Cst

$\mu_B = 4,295$ Cst

$$X_2 = \frac{\ln(11,75) - \ln(4,545)}{\ln(11,75) - \ln(4,295)} \times 100\%$$

$X_2 = 94,3\%$

$$Yield = \frac{44,987 \times 0,943}{45,185}$$

$$Yield = 0,94 \left(\frac{(Massa FAME)}{(Massa Minyak Nyamplung)} \right)$$

Hasil perhitungan selanjutnya dikerjakan dengan cara yang sama ditampilkan pada Lampiran

7) Perhitungan Persentase Penurunan Viskositas Pada Semua Pengaruh Variabel

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{(\text{Viskositas variabel } (n) - \text{Viskositas variabel } (n+1))}{\text{Viskositas variabel } (n)} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

Penurunan viskositas biodiesel terhadap kenaikan daya *microwave* dari 100W ke 264W pada variabel ratio mol minyak-metanol 1:9 dan kadar katalis 2%

Data :

Daya (W)	Viskositas (cSt)
100	7,39
264	5,76

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{(7,39-5,76)}{7,39} \times 100\% \\ &= 22 \%\end{aligned}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dikerjakan dengan cara yang sama ditampilkan pada Lampiran

8) Perhitungan Persentase Kenaikan Yield Pada Semua Pengaruh Variabel

$$\% \text{ Kenaikan} = \frac{(\text{Yield variabel } (n+1) - \text{Yield variabel } (n))}{\text{Yield Variabel } (n)} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

Kenaikan yield biodiesel terhadap kenaikan daya *microwave* dari 100W ke 264W pada variabel ratio mol minyak-metanol 1:9 dan kadar katalis 2%

Data :

Daya (W)	Yield
100	0,58
264	0,8

$$\begin{aligned}\% \text{ Kenaikan} &= \frac{(0,8-0,58)}{0,58} \times 100\% \\ &= 37 \%\end{aligned}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dikerjakan dengan cara yang sama ditampilkan pada Lampiran

B.1 Degumming

Dari hasil degumming yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel A.1.1 Hasil Penelitian Tahap Degumming

Parameter	Sebelum Degumming	Setelah Degumming
Viskositas (40 ⁰ C)/Cst	54,2815	45,5
Densitas (gr/ml)	0,951	0,9337
Warna	Hijau kehitaman	Cokelat kemerahan

B.2 Esterifikasi

Dari hasil esterifikasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel B.2.1 Hasil Penelitian Tahap Esterifikasi

Ratio mol minyak : methanol	Kadar Katalis (% (V/V))	Daya (W)	Waktu (jam)	Kadar FFA akhir
1:20	1,00	100	1	23,000
1:20	3,00	100	1	21,000
1:20	9,00	100	1	15,320
1:30	9,00	100	1	9,300
1:30	11,00	100	1	8,460
1:30	13,00	100	1	5,922
1:40	9,00	100	1	3,950
1:40	11,00	100	1	3,670
1:40	13,00	100	1	1,128

B.3 Trans Esterifikasi

Dari Hasil trans esterifikasi yang telah dilakukan, didapatkan data sebagai berikut :

Tabel B.3.1 Hasil Penelitian Tahap Trans Esterifikasi Daya 100W

Ratio Mol Minyak-Metanol	% w/w CaO	μ l 40 ^o C (cSt)	Densitas (gr/ml)	Massa minyak nyamplung (gr)	Massa FAME (gr)	Yield (massa FAME/massa minyak nyamplung)
1:9	2	7.3900	0.9020	28.011	27.890	0,58
1:12	2	6.5600	0.8960	45.185	44.654	0,70
1:9	3	5.9650	0.8910	45.185	44.543	0,78
1:12	3	5.3680	0.8900	45.185	44.980	0,86
1:9	4	4.545	0.8860	45.185	44.987	0,94
1:12	4	4.5330	0.8876	45.185	44.765	0,97
1:9	5	4.8910	0.8900	45.185	44.876	0,92
1:12	5	4.7720	0.8880	45.185	44.865	0,94
1:9	6	5.4880	0.8915	45.185	44.653	0,84
1:12	6	5.0100	0.8898	27.111	26.987	0,90

Tabel B.3.2 Hasil Penelitian Tahap Trans Esterifikasi Daya 264W

Ratio Mol Minyak-Metanol	% w/w CaO	μ l 40 ^o C (cSt)	Densitas (gr/ml)	Massa minyak nyamplung (gr)	Massa FAME (gr)	Yield (massa FAME/massa minyak nyamplung)
1:9	2	5.7600	0.8826	27.111	26.888	0,80
1:12	2	5.5700	0.8818	27.111	26.654	0,83
1:9	3	5.0100	0.8800	27.111	26.977	0,90
1:12	3	5.4800	0.8764	27.111	26.984	0,84
1:9	4	4.4140	0.8790	27.111	26.432	0,98
1:12	4	4.3780	0.8756	27.111	26.784	0,99
1:9	5	4.5330	0.8838	27.111	26.588	0,97

1:12	5	4.6530	0.8841	27.111	26.982	0,95
1:9	6	4.6730	0.8883	27.111	26.887	0,95
1:12	6	4.6650	0.8878	27.111	26.779	0,95

Tabel B.3.3 Hasil Penelitian Tahap Trans Esterifikasi Daya 400W

Ratio Mol Minyak-Metanol	% w/w CaO	μ l 40°C (cSt)	Densitas (gr/ml)	Massa minyak nyamplung (gr)	Massa FAME (gr)	Yield (massa FAME/massa minyak nyamplung)
1:9	2	7.4350	0.8927	27.111	26.777	0,58
1:12	2	7.3210	0.8930	27.111	26.856	0,59
1:9	3	7.3351	0.8913	27.111	26.998	0,59
1:12	3	6.8001	0.8898	27.111	26.955	0,59
1:9	4	7.1254	0.8892	27.111	26.985	0,62
1:12	4	6.9870	0.8801	27.111	26.896	0,64
1:9	5	7.8765	0.8971	27.111	26.978	0,52
1:12	5	7.7420	0.8834	27.111	26.912	0,54
1:9	6	8.3420	0.8988	27.111	26.873	0,46
1:12	6	8.8282	0.8912	27.111	26.991	0,39

Tabel B.3.4 Persentase Penurunan Viskositas Terhadap Daya Microwave (W)

Ratio Mol Minyak-Metanol 1:9			
% Katalis	% Penurunan (100-264)	% Penurunan (264-400)	% Penurunan (100-400)
2	22	-29	-1
3	16	-46	-19
4	3	-61	-36
5	7	-74	-38
6	15	-79	-34
Ratio Mol Minyak-Metanol 1:12			
2	15	-31	-12

3	-2	-34	-37
4	3	-60	-54
5	2	-66	-62
6	7	-89	-76

Tabel B.3.5 Persentase Penurunan Viskositas Terhadap Kenaikan Ratio Mol Minyak-Metanol

Daya (W)	% (w/w) Katalis	Penurunan (%)
100	2	11
	3	10
	4	0.3
	5	2
	6	9
264	2	3
	3	-9
	4	1
	5	-3
	6	0
400	2	2
	3	0
	4	2
	5	2
	6	-6

Tabel B.3.6 Persentase Penurunan Viskositas Terhadap Konsentrasi Katalis

Ratio Mol Minyak-Metanol 1:9			
Kenaikan Katalis	% Penurunan (100 W)	% Penurunan (264 W)	% Penurunan (400 W)
2-3	19	13	1
3-4	24	12	3
4-5	-8	-3	-11

5-6	-12	-3	-6
Ratio Mol Minyak-Metanol 1:12			
2-3	18	2	0
3-4	16	20	5
4-5	-5	-6	-11
5-6	-5	0	-14

Tabel B.3.7 Persentase Kenaikan Yield Terhadap Daya Microwave (W)

Ratio Mol Minyak-Metanol 1:9			
% Katalis	% Kenaikan (100- 264)	% Kenaikan (264- 400)	% Kenaikan (100- 400)
2	37	-28	-1
3	17	-34	-24
4	5	-37	-34
5	5	-46	-44
6	13	-52	-46
Ratio Mol Minyak-Metanol 1:12			
2	19	-28	-15
3	-2	-30	-31
4	2	-35	-34
5	2	-44	-43
6	5	-59	-57

Tabel B.3.8 Persentase Kenaikan Yield Terhadap Kenaikan Ratio Mol Minyak-Metanol

Daya (W)	% (w/w) Katalis	Kenaikan (%)
100	2	19
	3	10
	4	3
	5	2

	6	8
264	2	3
	3	-7
	4	0
	5	-2
	6	0
400	2	3
	3	0
	4	3
	5	3
	6	-14

Tabel B.3.9 Persentase Kenaikan Yield Terhadap Kadar Katalis

Ratio Mol Minyak-Metanol 1:9			
Kenaikan kadar Katalis (%)	% Kenaikan (100 W)	% Kenaikan (264 W)	% Kenaikan (400 W)
2-3	33	13	2
3-4	21	9	5
4-5	-2	-2	-16
5-6	-9	-2	-12
Ratio Mol Minyak-Metanol 1:12			
2-3	23	1	0
3-4	13	17	8
4-5	-3	-4	-16
5-6	-3	0	-27

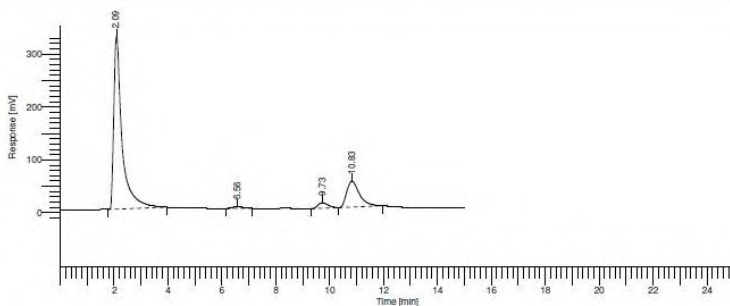
Tabel B.3.10 Properti Biodiesel (FAME) dari Minyak Nyamplung

Parameter	SNI 04-7182-2006	Produk Biodiesel
Densitas (g/ml)	0,85-0,89	0,886
Viskositas Kinematik pada 40 ⁰ C (cSt)	2,3-6,0	4,545
<i>Cetane Number</i>	Min. 51	-
<i>Cetane Index</i>	Min. 45	46,95
<i>Flash Point</i> (⁰ C)	Min. 100	>200

Software Version : 6.2.1.0.104:0104
 Sample Name : Bio 0906 6Spl 1
 Instrument Name : HP 5890
 Rack/Vial : 0/0
 Sample Amount : 1.000000
 Cycle : 1

Date : 10/06/2014 6:36:45 AM
 Data Acquisition Time : 10/06/2014 6:21:28 AM
 Channel : A
 Operator : JurTeknikKimia
 Dilution Factor : 1.000000

Result File :
 Sequence File : C:\PenExel\TcWS\Ver6.2.1\Examples\Dual GC1 GC2.seq



DEFAULT REPORT

Peak #	komponen Name	Time [min]	Area [uV*sec]	Height [uV]	Area [%]
1		2.090	6992090.79	327011.30	77.91
2		6.563	85865.44	3031.96	0.96
3		9.732	276756.72	10487.33	3.08
4		10.826	1619625.07	49044.34	18.05
			8974338.02	389574.94	100.00

Missing Component Report
 Component Expected Retention (Calibration File)

All components were found

Gambar B.3.1 Hasil Analisa GC pada variabel 100W, katalis CaO 4%, dan ratio mol : metanol 1 : 9

B.4 Dokumentasi Percobaan



BIODATA PENULIS

FATIH RIDHO MUHAMMAD



Penulis lahir di Kota Sragen pada tanggal 28 Mei 1992. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis mengawali pendidikan formalnya di TK Khadijah. Lalu penulis melanjutkan di SD Muhammadiyah 8 Surabaya pada tahun 1998 hingga tahun 2004. Penulis melanjutkan menimba ilmu di SMPN 2 Pujon Malang dan dilanjutkan ke SMAN 4 Surabaya. Setelah lulus, penulis melanjutkan studinya di Program Studi S1 Teknik Kimia FTI-ITS.

Pada tahun 2014, penulis mengambil penelitian di Laboratorium Teknologi Proses Kimia sebagai tempat mengerjakan skripsinya yang memiliki judul “Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro”

Contact person:

Email : mfatihridho@gmail.com

Alamat : Jalan Kalijudan Taruna IV no. 51 A

BIODATA PENULIS

SAFETYLLAH JATRANTI



Penulis lahir di Jakarta pada tanggal 14 September 1992. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis mengawali pendidikan formalnya di TK An-Nur. Lalu penulis melanjutkan di SD Bojong Rawalumbu VI Bekasi pada tahun 1998 hingga tahun 2004. Penulis melanjutkan menimba ilmu di SMPN 16 Bekasi dan dilanjutkan ke SMAN 6 Bekasi. Setelah lulus, penulis melanjutkan studinya di Program Studi S1 Teknik Kimia FTI-ITS.

Pada tahun 2014, penulis mengambil penelitian di Laboratorium Teknologi Proses Kimia sebagai tempat mengerjakan skripsinya yang memiliki judul “Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro”

Contact person:

Email : *safetyllahj@gmail.com*

Alamat : Jl. Bojong Megah X D.38/4
Bekasi 17116