



## LIMBAH AMPAS TAHU SEBAGAI BAHAN BAKU UNTUK PRODUKSI BIODIESEL

Tesa Mutia Anggraini<sup>1\*</sup>, Neldy Fitriani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75119

Telepon 0541-736834 Fax 0541-749315

\*Email : [Tezamutia@yahoo.co.id](mailto:Tezamutia@yahoo.co.id)

### Abstrak

Salah satu bahan baku pembuatan biodiesel adalah limbah ampas tahu karena terdapat kandungan lemak yang dapat dijadikan biodiesel. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi maserasi ampas tahu 200 gram yang dilarutkan dengan pelarut *n-hexane* 1000 mL. Kemudian dilakukan uji FFA sebelum masuk ke tahap pembuatan biodiesel. Variabel yang digunakan adalah perbandingan mol minyak dengan *methanol* yaitu 1:5 dan 1:10 dengan konsentrasi katalis NaOH pada masing-masing perbandingan mol. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi operasi terbaik pada perbandingan mol minyak dengan *methanol*, konsentrasi katalis NaOH serta mengetahui perbandingan hasil analisa kadar biodiesel dengan syarat mutu biodiesel SNI 7182-2015. Berdasarkan hasil percobaan diperoleh berat minyak sebanyak 59,2 gram, kadar FFA yang dihasilkan yaitu 0,811 %. Sedangkan pada perbandingan mol minyak dengan *methanol* terbaik yaitu 1:5 dan konsentrasi katalis terbaik yaitu 1,5 %. Hasil pengujian analisa kadar biodiesel dengan menggunakan GC-MS, pada sampel 1 yaitu 61,69 %, pada sampel 2 yaitu 54,64 %, pada sampel 3 yaitu 47,12 %, pada sampel 4 yaitu 39,9 %, pada sampel 5 yaitu 36,26 % dan pada sampel 6 yaitu 33,27 %. Dari analisa menggunakan GC-MS, kadar biodiesel yang dihasilkan belum memenuhi syarat mutu kadar biodiesel SNI 7182-2015.

**Kata Kunci:** Ampas tahu, Biodiesel, Maserasi

### Abstract

*One of the raw material of biodiesel is tofu waste because there is a fat content that can be used as biodiesel. In this research, the extraction of maceration of tofu waste was 200 grams dissolved with 1000 mL n-hexane solvent. Then, the FFA test is then performed before entering the biodiesel manufacturing stage. The variable used is the ratio of mole oil with methanol that is 1:5 and 1:10 with the concentration of NaOH catalyst at each mole ratio. The purpose of this research is to know the best operation condition on the mole oil ratio with methanol, NaOH catalyst concentration and the comparison of the analysis of biodiesel content with the requirement of biodiesel quality of SNI 7182-2015. Based on the experiment results obtained by weight of 59.2 grams of oil, FFA content produced is 0.811%. While the best mole ratio of oil with methanol is 1: 5 and the best catalyst concentration is 1.5%. The result of the analysis of biodiesel content using GC-MS, in sample 1 is 61,69%, in sample 2 is 54,64%, in sample 3 is 47,12%, in sample 4 is 39,9%, in sample 5 is 36.26% and in sample 6 is 33.27%. From the analysis using GC-MS, the result of biodiesel content has not fulfilled the quality requirement of SNI 7182-2015 biodiesel content.*

**Keywords :** Tofu waste, Biodiesel, Maceration

### 1. PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan, tidak mengandung sulfur, mempunyai viskositas yang tinggi dan mempunyai *cetane number* dan *flash point* yang tinggi. Pengembangan potensi biodiesel di Indonesia sangat baik. Hal ini

dikarenakan bahan baku biodiesel yang digunakan mudah diperoleh. Bahan baku biodiesel diantaranya adalah biodiesel dari minyak jelantah, minyak nabati dan lemak hewani.

Selain bahan baku tersebut biodiesel dapat juga diperoleh dari limbah ampas tahu. Ampas tahu

merupakan limbah industri pengolahan kedelai menjadi tahu yang kebanyakan hanya digunakan sebagai alternatif bahan pakan ternak. Limbah ampas tahu merupakan limbah yang dapat mengakibatkan pencemaran, sehingga harus ada pengolahan limbah tersebut agar tidak menyebabkan permasalahan baru. Asam lemak yang banyak terdapat pada ampas tahu adalah asam linoleat yaitu sebesar 51,34-51,69% (Scrimgeour, 2005). Kandungan lemak yang dihasilkan dari ampas tahu dapat dimanfaatkan menjadi sesuatu yang bernilai lebih yaitu dengan diekstraksi untuk mendapatkan minyak kedelai yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel. Pengambilan minyak kedelai dari ampas tahu dilakukan dengan ekstraksi menggunakan maserasi. Oleh karena itu penelitian ini perlu dilakukan untuk menghasilkan minyak yang diperoleh dari ampas

tahu dengan menggunakan metode ekstraksi maserasi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

**Kedelai**

Kedelai adalah salah satu komoditi pangan utama setelah padi dan jagung di Indonesia. Diantara jenis kacang-kacangan, kedelai putih merupakan sumber protein paling baik karena mempunyai susunan asam amino esensial paling lengkap. Kandungan protein pada kacang kedelai mentah lebih tinggi dari pada kandungan protein pada produk lainnya. Sedangkan kandungan minyak lebih banyak terkandung dalam residu atau ampas kacang kedelai dari pada kandungan minyak pada produk kedelai lainnya (Ekasari, 2009).

**Tabel 1.**Komposisi Nutrisi/Kimia

Nutrisi	Ampas tahu	
	Basah %	Kering%
Bahan. Kering	14,69	88,35
Protein Kasar	2,91	23,39
Serat. Kasar	3,76	19,44
Lemak kasar	1,39	9,96
Abu	0,58	4,58
BETN	6,05	30,48

(Tarmidi, 2003)

**Ampas Tahu**

Limbah pabrik tahu biasanya berupa padat dan cair. Limbah padat yaitu berupa ampas tahu yang selama ini dikenal pemanfaatannya sebatas untuk pakan ternak dan pembuatan tempe gembus. Limbah ampas tahu yang sampai saat ini sedikit pemanfaatannya adalah lemak, kandungan terbesar di dalam minyak. Minyak pada ampas tahu ini dapat dijadikan sebagai bahan baku biodiesel (Buchori dkk., 2004).

Lemak pada ampas tahu mengandung bahan organik maupun anorganik yang masih dapat dimanfaatkan. Bahan organik yang masih belum dimanfaatkan adalah lemak. Kadar lemak dalam ampas tahu adalah 9,96% (Tarmidi, 2003).

Lemak dan minyak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta memiliki sifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya *dietil ether* (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), *Kloroform* (CHCl<sub>3</sub>), *benzene*(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), *n-heksane* (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>) dan pelarut organik non-polar lainnya yang memiliki polaritas tidak jauh berbeda dengan *solutenya* (Tarmidi, 2003).

Minyak dan lemak terdiri atas trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Salah satu sumber alternatif yang dapat digunakan adalah ampas tahu (Tarmidi, 2003).

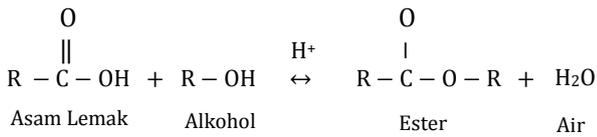
**Biodiesel**

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif mesin *diesel* yang saat ini banyak dikembangkan, karena memiliki karakteristik yang serupa dengan bahan bakar mesin *diesel* yang berasal dari fosil. Biodiesel dapat dibuat dari berbagai macam sumber, seperti minyak nabati , lemak hewani, dan sisa dari minyak atau lemak (misalnya sisa minyak penggorengan). Pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel memiliki beberapa kelebihan, diantaranya sumber minyak nabati mudah diperoleh, proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati mudah dan cepat, serta tingkat konversi minyak nabati menjadi biodiesel tinggi.

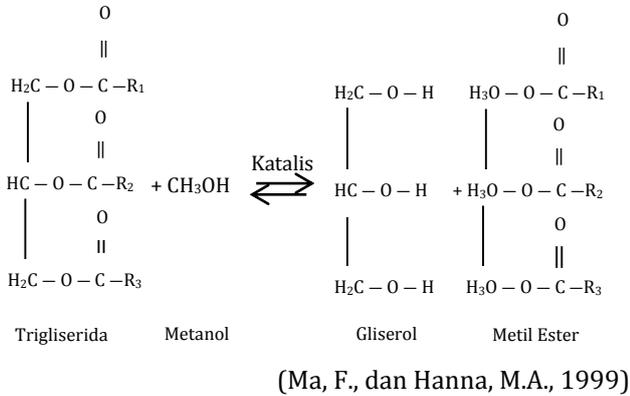
Proses pengambilan minyak kedelai dari ampas tahu melalui metode ekstraksi maserasi. Metode ekstraksi maserasi adalah proses pengestrakan simplisa dengan menggunakan pelarut pada temperatur ruangan kamar (Depkes RI, 2000).

Tahapan pembuatan biodiesel terdiri atas dua tahap yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Pada pembuatan biodiesel dari ampas tahu memiliki kadar FFA maksimal 0,5 % (SRS Engineering Corp, 2008). Jika kadar FFA yang dihasilkan kurang dari 0,5 % maka proses pembuatan biodiesel dapat menggunakan tahap transesterifikasi saja. Sedangkan kadar FFA lebih dari 0,5 % maka proses pembuatan biodiesel menggunakan tahap esterifikasi dan di lanjutkan transesterifikasi.

a. Reaksi Esterifikasi



b. Tahap Transesterifikasi



2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, alu, mortar, gelas kimia, labu leher 1, rangkaian alat distilasi, statif dan klem, corong kaca, corong pisah, gelas ukur, pipet volume, pipet tetes, kaca arloji, hot plate, labu erlenmeyer, labu ukur, magnetic stirrer, buret, thermometer, botol sampel, piknometer dan neraca analitik. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah ampas tahu yang diperoleh dari pabrik tahu di Kelurahan Lempake, kain penyaring tahu yang diperoleh dari Toko Dua Tiga Tekstil di Jl. Agus Salim Samarinda, n - hexane, ethanol, NaOH 0,013N, NaOH 1 M, methanol, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M yang diperoleh dari CV. Destya Abadi di Surabaya, aquadest dan indikator PP.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.a Persiapan Bahan Baku

Pada proses persiapan bahan baku adapun prosedur yang dilakukan yaitu ampas tahu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Kemudian, ampas tahu yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan alu dan mortar.

2.2.b Proses Ekstraksi dan Destilasi

Pada proses ekstraksi maserasi adapun prosedur yang dilakukan yaitu ampas tahu yang sudah dihaluskan ditimbang seberat 200 gram. Kemudian ampas tahu dimasukkan kedalam kain penyaring tahu dan diikat. Selanjutnya dimasukkan pelarut n-hexane 1000 mL ke dalam gelas kimia. Setelah itu, ampas tahu dimasukkan kedalam gelas kimia yang berisi larutan n-hexane selama 3 hari dan ditutup rapat menggunakan aluminium foil. Ampas

tahu yang telah diekstraksi kemudian di distilasi hingga larutan n-hexane dan minyak terpisah.

2.2.c Proses Esterifikasi dan Transesterifikasi

Pada proses esterifikasi adapun prosedur yang dilakukan yaitu dimasukkan minyak, methanol 1:5 dan katalis NaOH 1,5% berat minyak ke dalam gelas kimia. Kemudian dipanaskan pada suhu konstan 60°C selama 90 menit. Setelah itu didinginkan dan dipisahkan antara ester dengan air menggunakan corong pisah. Lapisan ester dimasukkan ke dalam gelas ukur. Pada proses transesterifikasi adapun prosedur yang dilakukan yaitu dimasukkan minyak hasil esterifikasi, methanol 1:5 dan katalis NaOH 1,5% berat minyak ke dalam gelas kimia. Kemudian dipanaskan pada suhu konstan 60°C selama 90 menit. Setelah itu didinginkan dan dipisahkan antara metil ester dengan gliserol menggunakan corong pisah. Lapisan metil ester (biodiesel) dimasukkan ke dalam gelas ukur. Diulangi percobaan menggunakan variabel bebas yaitu rasio mol minyak dengan methanol 1:10 dan katalis NaOH 1,5%, 2% dan 2,5%.

2.3 Uji dan Analisa Biodiesel

2.3.a Uji FFA

Pada proses uji FFA dilakukan untuk mengetahui proses yang digunakan pada pembuatan biodiesel. Jika pada hasil uji FFA lebih dari range yang telah ditentukan maka pada pembuatan biodiesel perlu dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu. Pada proses ini menggunakan pentitran yaitu larutan NaOH 0,013 N.

Adapun persamaan yang digunakan dalam perhitungan kadar FFA sebagai berikut (Probo dkk., 2013) :

$$\% \text{ FFA} = \frac{N \times V \times \text{BM asam lemak} \times 100}{\text{gram} \times 1000}$$

Keterangan :

- N : Normalitas NaOH
- V : Volume NaOH (mL)
- BM : Berat molekul asam lemak (gram/mol)
- gram : Berat sampel

2.3.b Analisa Biodiesel

Pada penelitian ini analisa yang digunakan yaitu analisa kadar biodiesel menggunakan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) yang dilakukan di Universitas Surabaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada uji FFA diperoleh hasil kadar FFA yaitu 0,811%. Sehingga pada tahap pembuatan biodiesel perlu dilakukan proses esterifikasi terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan pada bahan baku ampas tahu yang akan dijadikan biodiesel memiliki batas kadar FFA yaitu 0,5% (SRS Engineering Corp, 2008). Sedangkan apabila kadar FFA yang dihasilkan melebihi 0,5%, maka dalam proses pembuatan biodiesel akan terbentuk bilangan penyabunan yang

terlalu besar sehingga diperlukan *pre-treatment* yaitu dengan proses esterifikasi.

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar biodiesel terbesar yaitu pada sampel 1 dengan perbandingan mol minyak dengan *methanol* 1:5 dan konsentrasi katalis NaOH 1,5%. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa perbandingan mol minyak dengan *methanol* dan konsentrasi katalis NaOH dapat mempengaruhi hasil kadar biodiesel. Jika ditinjau dari reaksi esterifikasi mol yang dibutuhkan oleh asam lemak dan *methanol* yaitu 1:1. Sedangkan pada reaksi transesterifikasi mol yang dibutuhkan oleh trigliserida dan *methanol* yaitu 1:3. Sehingga dari perbandingan mol pada reaksi esterifikasi dan transesterifikasi lebih baik menggunakan perbandingan mol minyak dengan *methanol* 1:5. Hal ini dikarenakan minyak ampas tahu mempunyai sifat yang reaktif untuk direaksikan melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi. Esterifikasi dan transesterifikasi juga merupakan reaksi *reversibel*, sehingga dengan jumlah *methanol* yang sedikit lebih cepat bereaksi dan mempunyai reaksi kesetimbangan yang lebih besar (Kusmardiana dkk., 2015).

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi katalis NaOH maka volume biodiesel yang didapatkan akan semakin kecil. Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa kondisi operasi terbaik yaitu pada sampel 1 dengan rasio mol minyak dengan *methanol* 1:5, konsentrasi katalis NaOH 1,5% dan volume biodiesel 5 mL. Hal ini dikarenakan reaksi berlebih dari katalis dengan trigliserida yang membentuk sabun dan menghasilkan produk samping gliserol yang lebih banyak (Faizal dkk., 2013).

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa pada perbandingan mol minyak dengan *methanol* 1:5, semakin besar konsentrasi katalis NaOH maka semakin kecil kadar biodiesel yang dihasilkan. Pada sampel 1 kadar biodiesel yang dihasilkan yaitu 61,69%, sampel 2 yaitu 54,64% dan sampel 3 yaitu 47,12%. Pada gambar tersebut konsentrasi katalis NaOH terbaik yaitu pada 1,5%. Hal ini dikarenakan setelah konsentrasi optimum tercapai, jika menggunakan konsentrasi katalis yang lebih tinggi maka hasil presentase kadar biodiesel akan menurun. Pada reaksi transesterifikasi akan terbentuk dimetil eter antara *methanol* dan NaOH. Selain itu katalis NaOH yang berlebih akan terikut pada lapisan organik, sehingga asam lemak bebas yang terkandung dalam bahan baku akan bereaksi dengan katalis NaOH berlebih dan membentuk reaksi safonifikasi yang dapat menghambat pembentukan metil ester (Mulana, 2011). Sedangkan berdasarkan pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa pada perbandingan mol minyak dengan *methanol* 1:10, semakin besar konsentrasi katalis NaOH maka semakin kecil kadar

biodiesel yang dihasilkan. Pada sampel 4 kadar biodiesel yang dihasilkan yaitu 39,9%, sampel 5 yaitu 36,26% dan sampel 6 yaitu 33,27%. Pada gambar tersebut konsentrasi katalis NaOH terbaik sama seperti pada gambar 3 yaitu pada konsentrasi 1,5%. Hal ini juga dikarenakan setelah konsentrasi katalis optimum tercapai, jika menggunakan konsentrasi katalis yang lebih tinggi maka hasil presentase kadar biodiesel akan menurun. Pada reaksi transesterifikasi akan terbentuk dimetil eter antara *methanol* dan NaOH. Selain itu katalis NaOH yang berlebih akan terikut pada lapisan organik, sehingga asam lemak bebas yang terkandung dalam bahan baku akan bereaksi dengan katalis NaOH berlebih dan membentuk reaksi safonifikasi yang dapat menghambat pembentukan metil ester (Mulana, 2011).

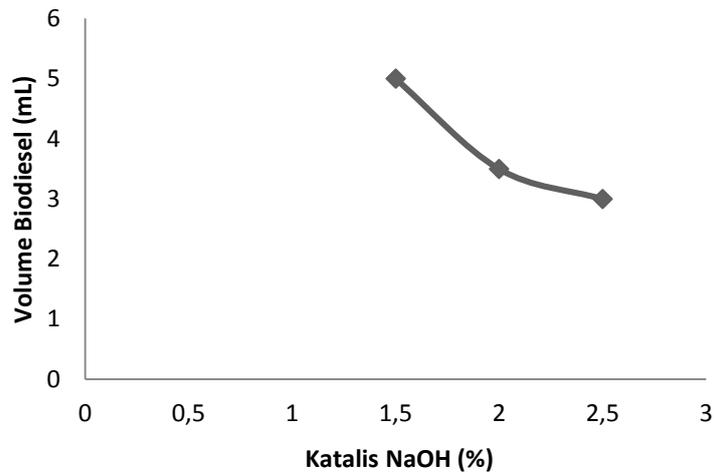
Menurut hasil penelitian oleh Awaludin dkk pada tahun 2009, faktor faktor yang berpengaruh pada pembuatan biodiesel yaitu rasio mol minyak/*methanol*, waktu reaksi, jumlah katalis dan suhu reaksi. Untuk parameter waktu reaksi, semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan akan menghasilkan konversi yang besar. Akan tetapi menurut metode yang dikemukakan oleh Setiawati dan Edwar (2012) kesetimbangan reaksi sudah tercapai dalam waktu kurang lebih 60 menit, sehingga dalam waktu yang lebih lama dari 60 menit tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil kadar metil ester. Untuk parameter suhu semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yang dihasilkan (Awaluddin dkk., 2009). Pada parameter jumlah katalis yang digunakan dalam reaksi esterifikasi, jumlah katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berpengaruh terhadap penurunan kadar asam lemak bebas. Sehingga jika konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terlalu tinggi (>0,5%), maka akan menyebabkan penurunan kadar asam lemak bebas berjalan lebih lambat. Selain itu juga akan mempengaruhi kadar biodiesel yang menjadi semakin kecil. Sedangkan pengaruh jumlah katalis NaOH yang semakin besar akan mengakibatkan terjadinya safonifikasi. Sehingga metil ester yang terkonversi menjadi lebih sedikit (Yitnowati dkk., 2008). Pada parameter rasio mol minyak/*methanol*, secara stoikiometri jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi esterifikasi yaitu satu mol, Sedangkan untuk reaksi transesterifikasi membutuhkan alkohol sebanyak tiga mol. Reaksi antara minyak dengan alkohol merupakan reaksi yang bersifat bolak balik (*reversible*). Oleh karena itu, alkohol harus ditambahkan berlebih untuk membuat reaksi berjalan ke arah kanan sehingga dihasilkan metil ester (Syah, 2006). Akan tetapi penggunaan *methanol* yang berlebih pada rasio mol minyak dengan *methanol* akan mengakibatkan reaksi berbalik ke arah kiri dan hasil metil ester yang didapatkan menjadi berkurang (Yitnowati dkk., 2008).

**Tabel 2.**Data Hasil Penentuan Kadar Biodiesel

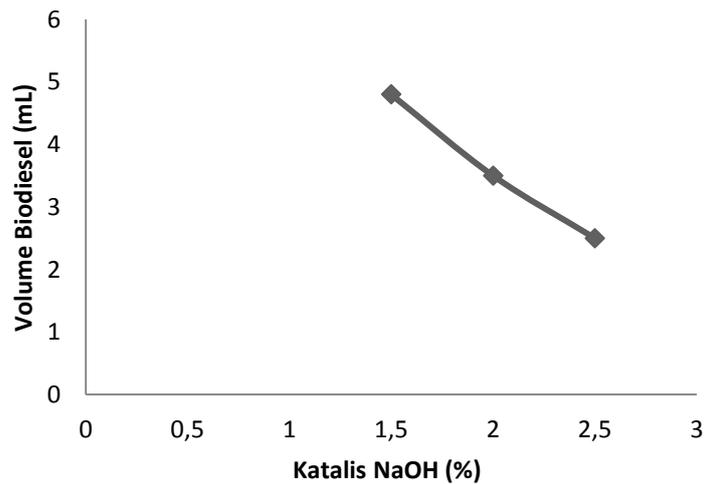
Sampel	Perbandingan mol minyak dengan <i>methanol</i>	Konsentrasi katalis NaOH	Kadar Biodiesel	Kadar Biodiesel (SNI)
1	1 : 5	1,5 %	61,69 %	96,5 %
2	1 : 5	2,0 %	54,63 %	
3	1 : 5	2,5 %	47,12 %	
4	1 : 10	1,5 %	39,9 %	
5	1 : 10	2,0 %	36,26 %	
6	1 : 10	2,5 %	33,27 %	

Keterangan :

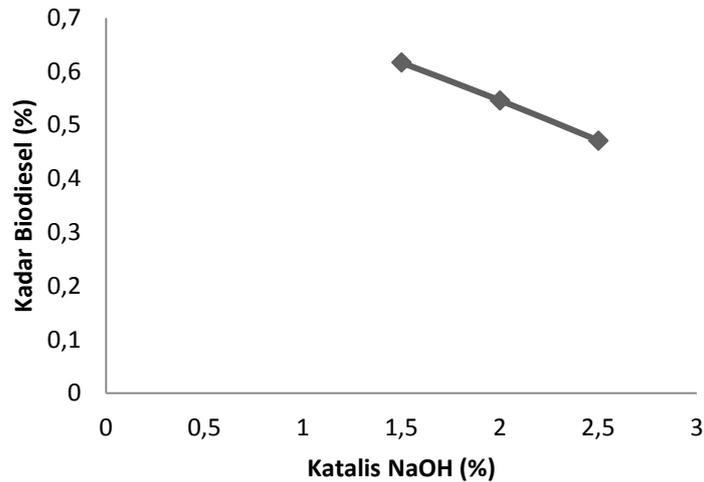
Ekstraksi Maserasi : 3 Hari  
 Uji FFA : 0,811 %  
 Minyak pada reaksi Esterifikasi : 9 mL



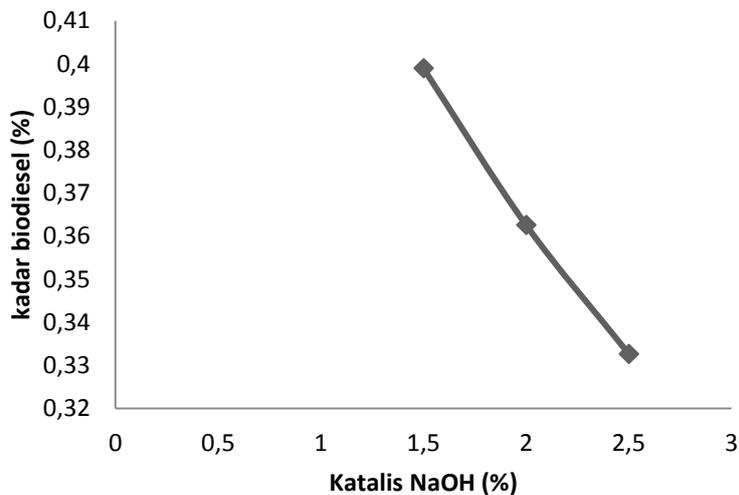
**Gambar 1.** Grafik perbandingan volume biodiesel dan katalis NaOH dengan rasio mol minyak dan *methanol* 1:5



**Gambar 2.** Grafik perbandingan volume biodiesel dan katalis NaOH dengan rasio mol minyak dan *methanol* 1:10



**Gambar 3.** Grafik perbandingan mol minyak dengan *methanol* 1:5



**Gambar 4.** Grafik perbandingan mol minyak dan *methanol* 1:10

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat dilihat bahwa :

1. Perbandingan mol minyak dengan *methanol* terbaik yaitu 1:5. Sedangkan konsentrasi katalis NaOH terbaik yaitu pada 1,5 %
2. Berdasarkan analisa menggunakan GC-MS, kadar biodiesel yang dihasilkan pada sampel 1 sampai dengan sampel 6 belum memenuhi syarat mutu biodiesel SNI 7182-2015

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Awaluddin, A. S., Nelvia, S., dan Wahyuni. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biodiesel dari Minyak Sawit Mentah Menggunakan Katalis Padat Kalsium Karbonat yang dipijarkan, *Jurnal Natur Indonesia*, 2009, Vol. 11, No. 2, 129-134.
- Buchori, L., Budi, S. S., Dwi, D. A., dan Aryanti, N., Pengambilan Minyak Kedelai dari Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 2012, Vol. 10, No. 2, 49-53.
- Departemen Kesehatan RI, Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat, Diktorat Jendral POM-Depkes RI, Jakarta, 2000.
- Ekasari, Y., Pengaruh Lama Fermentasi Rhizopus Oligosporus Terhadap Kadar Oligosakarida dan sifat Sensorik Tepung Tempe Kedelai, Laporan Tugas Akhir, Program Studi S1 Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2009.
- Faizal, M., Maftuchah, U., dan Atro, A. W., Pengaruh Kadar Metanol, Jumlah Katalis dan Waktu Reaksi pada Pembuatan Biodiesel dari Lemak Sapi Melalui Proses Transesterifikasi, *Jurnal Teknik Kimia*, 2013, Vol. 19, No. 4, 29-37.
- Hambali, E., Suryani, A. D., dan Hariyadi, Jarak Pagar-Tanaman Penghasil Biodiesel, Seri Agribisnis, Penebar Swadaya, Jakarta, 2006, 46-72.
- Karlim, M.A., dan Robiah, Distribusi Minyak Kedelai pada Proses Ekstraksi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia*. Bandung, 2009.

- Kusmardiana, V., Ridho, U. M., dan Rustamaji, H., Metanolisis Minyak Kelapa pada Pembuatan Biodiesel dengan Menggunakan *Continuous Microwave Biodiesel Reactor (CMBR)*, Jurnal Rekayasa Produk dan Proses Kimia, 2015, 1-5.
- Ma, F., dan Hanna, M. A., Biodiesel Production : A Review, *Journal Bioresource Technology*, 1999, 70, pp. 1-15.
- Mulana, Penggunaan Katalis NaOH Dalam Proses Transesterifikasi Minyak Kemiri Menjadi Biodiesel, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 2011, Vol. 8, No. 2, hal 73-78.
- Probo, D. N., Pengaruh katalis Basa Terhadap Katalis Basa (NaOH) pada Tahap Reaksi Transesterifikasi Terhadap Kualitas Biofuel dari Minyak Tepung Ikan Sardin, *Jurnal TeknoSains*, 2013, Vol. 2, No. 2, 71-158.
- Setiawati, E., dan Edwar, F., Teknologi Pengolahan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel, *Jurnal Riset Industri*, 2012, Vol. 6, No. 2, 117-127.
- SNI 7182:2015, Syarat Mutu Biodiesel, BSN, Jakarta. 2015.
- Srimgeour, C., *Chemistry of fatty acid*. Scotland : Scottish crop research institute Dundee, 2005.
- SRS Engineering Corporation, Feedstock Pretreatment-Biodiesel Technology, Patent Pending Technology, USA, 2008.
- Syah, 2006 Mengenal Lebih Dekat Biodiesel Jarak Pagar, Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan, Agromedia, Jakarta, 2006.
- Tarmidi, A.R., Penggunaan Ampas Tahu dan Pengaruhnya pada Pakan Ruminansia, Laporan Penelitian, Universitas Padjajaran, Bandung, 2003.
- Tim pengajar, Modul Praktikum Dasar-Dasar Pemisahan Analitik, UNG, Gorontalo, 2012
- Trisnawati dkk., Pemanfaatan ampas tahu sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, Universitas Tadulako, Palu, 2016.
- Yitnowati, U. Y., Wahyuningsih, T. D., dan Tahir, I., Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Sawit Sebagai Sumber Katalis Basa ( $K_2CO_3$ ) pada Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak *Ricinus communis*, UGM, Yogyakarta, 2008.