

**BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN KATALIS  
BASA HETEROGEN BERBAHAN DASAR ABU TANDAN KOSONG  
KELAPA SAWIT (ATKKS)**

**BIODIESEL FROM WASTE COOKING OIL USING HETEROGENEOUS  
BASE CATALYST MADE FROM PALM BUNCHES ASH**

**Duafrizal Joycorleon Manik<sup>1</sup>, Faizah Hamzah<sup>2</sup> and Fajar Restuhadi<sup>2</sup>**

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian,

Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru

[Joycorleon91@gmail.com](mailto:Joycorleon91@gmail.com)

**ABSTRACT**

Currently Indonesia is still heavily dependent on fossil fuels as an energy source. To reduce dependence on oil and meet global environmental requirements, one way is with the development of environmentally friendly fuel that is an alternative energy derived from plant oil called biodiesel. This study uses a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments, S<sub>1</sub> (Reaction transesterification 1 hour), S<sub>2</sub> (transesterification 2 hours), S<sub>3</sub> (transesterification 3 hours), S<sub>4</sub> (transesterification 4 hours), and S<sub>5</sub> (transesterification 5 hours) with three replications. The data were analyzed using ANOVA, continued by DNMR at 5 % level. The results showed that the transesterification reaction time significantly (P<0.05) viscosity, water content, levels of methyl ester. But did not significantly affect (P>0.05) on influenced the acid number, total glycerol, flash point, saponification. The analysis has been carried out obtained the best treatment is S<sub>5</sub> with the results said saponification (103.52 mg KOH/g), the acid value (1.29 mg KOH/g), total glycerol (0.19 %), viscosity (2.21 cSt), water content (0.02 %), flash point (115°C), and the level of methyl ester (99.32 %).

**Keywords:** biodiesel, waste cooking oil, catalyst transesterification reaction.

---

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Indonesia masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil sebagai sumber energi. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi dan memenuhi persyaratan lingkungan global, salah satu cara adalah dengan pengembangan bahan bakar ramah

lingkungan yaitu energi alternatif yang berasal dari minyak tumbuhan yang disebut dengan biodiesel (Pravitasari, 2009). Salah satu cara untuk menekan pertumbuhan konsumsi bahan bakar minyak domestik adalah dengan membuat regulasi tentang penghematan energi

---

1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

nasional dan pengembangan energi alternatif. Sumber energi utama di Indonesia masih bertumpu kepada jenis bahan minyak bumi. Salah satu bahan bakar alternatif yang berpotensi untuk mengatasi permasalahan bahan bakar di Indonesia adalah biodiesel.

Pembuatan biodiesel umumnya dilakukan dengan menggunakan katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH karena memiliki kemampuan katalisator yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis lainnya. Akan tetapi, penggunaan katalis ini memiliki kelemahan yaitu sulit dipisahkan dari campuran reaksi sehingga tidak dapat digunakan kembali dan pada akhirnya akan ikut terbuang sebagai limbah yang dapat mencemarkan lingkungan, untuk mengatasi hal ini pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan menggunakan katalis basa heterogen. Katalis heterogen dapat dengan mudah dipisahkan dari campuran reaksi sehingga dapat digunakan kembali, mengurangi biaya pengadaan dan pengoperasian peralatan pemisahan yang mahal serta meminimalis persoalan limbah yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan seperti tandan kosong kelapa sawit (Herry, 2013).

Penelitian ini dilakukan proses produksi biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS). Berdasarkan hasil analisis logam-logam AAS dalam ATKKS, logam kalium merupakan komponen terbesar (29,8 % massa).

Logam kalium dalam ATKKS dimungkinkan berada dalam bentuk senyawa karbonat. Hal ini dibuktikan dengan uji alkalinitas terhadap ATKKS. Dengan sifat basa yang dimiliki kalium karbonat maka ATKKS mempunyai potensi untuk digunakan sebagai sumber katalis basa dalam pembuatan biodiesel (Fauzi, 2005).

Raddy *dalam* Azmi (2009) menyatakan, Memproduksi biodiesel dari minyak kedelai menggunakan kristal CaO dibawah suhu ruang sehingga reaksi berjalan dalam waktu yang cukup lama sekitar 6 jam sampai 24 jam untuk memperoleh hasil maksimum, sedangkan Zhu *dalam* Azmi (2009) memperoleh biodiesel dari minyak jarak dengan menggunakan katalis CaO tetapi harus terlebih dahulu dicampur dengan larutan amonium karbonat kemudian dikalsinasi dengan suhu tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimasi proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis basa heterogen dari abu tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah pabrik kelapa sawit sehingga dapat bernilai ekonomis.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan April 2016 hingga Agustus 2016 di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau Pekanbaru.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah diperoleh dari Rumah Makan Agam Jaya, Jl. Taman Karya Pekanbaru, abu tandan kosong kelapa sawit diperoleh dari pembakaran tandan kosong kelapa sawit PTPN V sei pagar, KOH 0,1 N, KOH 0,5 N, indikator phenolphthalein, HCl 0,5 N, NaOH 0,1 N, kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), asam asetat glasial ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ), pereaksi Hanus, larutan kalium iodida (KI) 15 %, Na-tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,01 N, Na-tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N, larutan indikator pati, indikator pati 1 %, asam periodat, alkohol netral, kertas saring dan akuades.

Alat-alat yang digunakan adalah labu leher tiga 500 ml, termometer, kondensor, *magnetic stirrer*, pengaduk, oven, loyang, erlenmeyer 250 ml, *beaker glass* 500 ml, labu ukur 1000 ml, corong pemisah, ember, selang, pompa air, viskotester, desikator, labu takar, pipet tetes, gelas ukur 50 ml, sendok, timbangan analitik, corong, statif, penjepit, gelas jar, erlenmeyer 100 ml, *blender*, spatula, *stopwatch*, kamera dan alat tulis.

### Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga didapatkan 15 unit percobaan. Analisis yang diuji dalam penelitian ini adalah bilangan asam, bilangan

penyabunan, kadar gliserol, kadar metil ester, viskositas, bilangan iodin, kadar air dan titik nyala. Adapun unit percobaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:  
 $S_1$  = Lama reaksi transesterifikasi 1 jam  
 $S_2$  = Lama reaksi transesterifikasi 2 jam  
 $S_3$  = Lama reaksi transesterifikasi 3 jam  
 $S_4$  = Lama reaksi transesterifikasi 4 jam  
 $S_5$  = Lama reaksi transesterifikasi 5 jam

### Pelaksanaan Penelitian

Tahap dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi pembuatan Katalis Biodiesel, penentuan Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid / FFA*) dan Pembuatan Larutan Metanol-Katalis abu tandan kosong kelapa sawit (ATKKS).

### Pengamatan

Parameter yang diamati adalah penentuan titik nyala, penentuan viskositas kinematik, penentuan bilangan asam, penentuan bilangan penyabunan, penentuan kadar gliserol, kadar metil ester, dan kadar air.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan New Multiple*

*Range Test* (DNMRT) pada taraf 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bilangan Asam

Rata-rata bilangan asam biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata nilai bilangan asam (mg KOH/g)

Perlakuan	Bilangan asam (mgKOH/g)
S <sub>1</sub> (Reaksi transesterifikasi 1 jam)	0,84 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> (Reaksi transesterifikasi 2 jam)	0,85 <sup>a</sup>
S <sub>3</sub> (Reaksi transesterifikasi 3 jam)	0,96 <sup>a</sup>
S <sub>4</sub> (Reaksi transesterifikasi 4 jam)	1,02 <sup>a</sup>
S <sub>5</sub> (Reaksi transesterifikasi 5 jam)	1,29 <sup>a</sup>

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata ( $P < 0,05$ ).

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 1 terlihat bahwa semakin lama waktu transesterifikasi yang dilakukan maka akan terjadi peningkatan bilangan asam pada biodiesel. Peningkatan nilai bilangan asam ini diduga akibat aktivasi antara asam lemak bebas yang bereaksi dengan metanol katalis kalium karbonat semakin menurun dengan lama reaksi transesterifikasi yang dilakukan, sehingga katalis yang seharusnya berfungsi untuk meningkatkan laju reaksi aktivasi terhenti aktivasinya dan asam lemak bebas yang terkandung didalam minyak jelantah tidak teraktivasi dan menyebabkan bilangan asam meningkat. Peristiwa ini terjadi karena reaksi aktivasi antara metanol katalis kalium karbonat dan asam lemak bebas menemui titik jenuhnya dengan lama reaksi transesterifikasi yang semakin lama. Titik jenuh dalam reaksi transesterifikasi ini adalah titik atau proses dimana reaksi

aktivasi antara katalis metanol dan asam lemak bebas terhenti.

Lama reaksi transesterifikasi 1 jam (S<sub>1</sub>) dan 2 jam (S<sub>2</sub>) nilai bilangan asam berkisar antara 0,84-0,85 mgKOH/g, perbedaan bilangan asam meningkat namun tidak signifikan hanya memberikan selisih sebesar 0,01 mgKOH/g, namun pada reaksi transesterifikasi 2 jam (S<sub>2</sub>), 3 jam (S<sub>3</sub>), 4 jam (S<sub>4</sub>) dan 5 jam (S<sub>5</sub>) mengalami peningkatan yang cukup signifikan memberikan selisih sebesar 0,11 mgKOH/g, 0,06 mgKOH/g dan 0,27 mgKOH/g dan diduga reaksi aktivasi sudah terhenti dan tidak dapat lagi menurunkan nilai bilangan asam melainkan asam lemak bebas 2,83 mgKOH/g yang ada dalam minyak jelantah menyebabkan trigliserida yang seharusnya bereaksi dengan metanol menjadi terhambat.

Penelitian ini menunjukkan lama reaksi dalam penurunan bilangan asam dengan menggunakan kalium karbonat dari kandungan abu

ATKKS berbanding terbalik dengan lama reaksi transesterifikasi pada penelitian pendahulu dengan menggunakan katalis CaO dari cangkang kulit telur ayam (Dalimunte, 2016). Katalis CaO dari cangkang kulit telur ayam memiliki waktu yang lebih lama untuk penurunan bilangan asam pada perlakuan S<sub>5</sub> (5 jam) sedangkan pada kalium karbonat dari ATKKS semakin lama raksi transesterifikasi maka bilangan asam semakin tinggi namun pada lama reaksi transesterifikasi S<sub>1</sub> (1 jam) dan S<sub>2</sub> (2 jam).

Abdullah dkk (2010) menyatakan, tingginya bilangan asam disebabkan jumlah katalis yang ditambahkan terlalu banyak sehingga terbentuk sabun atau akan terjadi reaksi saponifikasi. Hal ini sejalan dengan penelitian ini dengan jumlah katalis yang konstan dan lama reaksi transesterifikasi yang divariasikan dapat menekan bilangan asam dan mengetahui bilangan asam yang terbaik. Asthasari (2008)

menyatakan, jumlah kandungan asam lemak bebas hanya berpengaruh pada transesterifikasi dan memakai katalis basa akan menimbulkan reaksi samping yaitu penyabunan. Asam

Tabel 2. Rata-rata nilai kadar gliserol total

Perlakuan	Kadar gliserol total (%)
S <sub>1</sub> (Reaksi transesterifikasi 1 jam)	0,38 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> (Reaksi transesterifikasi 2 jam)	0,32 <sup>a</sup>
S <sub>3</sub> (Reaksi transesterifikasi 3 jam)	0,24 <sup>a</sup>
S <sub>4</sub> (Reaksi transesterifikasi 4 jam)	0,21 <sup>a</sup>
S <sub>5</sub> (Reaksi transesterifikasi 5 jam)	0,19 <sup>a</sup>

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata (P<0,05).

lemak bebas lebih reaktif bereaksi dengan katalis basa menghasilkan sabun dibanding trigliserida dan reaksi berlangsung secara *nonreversible*. Dengan demikian nilai bilangan asam yang diperoleh dalam penelitian ini dilihat dari kecil nya nilai bilangan asam pada lama transesterifikasi yang dilakukan dan pada transesterifikasi 1 jam (S<sub>1</sub>) nilai bilangan asam yang diperoleh merupakan nilai yang mendekati dengan SNI biodiesel pada bilangan asam.

Lama reaksi transesterifikasi yang sangat singkat asam akan dengan mudah ikut bereaksi dengan metanol menggunakan bantuan katalis kalium karbonat dan variasi transesterifikasi yang semakin lama dapat menyebabkan aktivasi reaksi katalis metanol meningkat dan semakin cepat menemui titik jenuh dalam reaksi aktivasi pada lama transesterifikasi. Nilai bilangan asam yang terpilih untuk mencukupi angka SNI antara 0,84-0,85 mgKOH/g.

### Kadar Gliserol Total

Rata-rata nilai kadar gliserol total biodiesel yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 2 terlihat bahwa semakin lama reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel maka nilai kadar gliserol total akan semakin menurun. Reaksi transesterifikasi 1 jam (S<sub>1</sub>) dan 2 jam (S<sub>2</sub>) terdapat perbedaan kadar gliserol 0,06 %, pada reaksi transesterifikasi 3 jam (S<sub>3</sub>) terdapat perbedaan kadar gliserol total sebesar 0,08 diduga pada fase ini aktivasi katalis mulai maksimal pada penambahan waktu transesterifikasi 3 jam (S<sub>3</sub>) dikarenakan terdapat penurunan yang cukup signifikan. Dan pada reaksi transesterifikasi 4 jam (S<sub>4</sub>) dan 5 jam (S<sub>5</sub>) dengan perbedaan kadar gliserol 0,01 % semakin memaksimalkan nilai kadar gliserol total yang diharapkan sesuai dengan SNI biodiesel. Pada fase reaksi transesterifikasi 4 jam (S<sub>4</sub>) dan 5 jam (S<sub>5</sub>) diperoleh kadar gliserol total antara 0,21 dan 0,19 %.

Nilai kadar gliserol total pada penelitian ini antara 0,38-0,19 % dan yang masih berada dibawah nilai kadar gliserol total yang ditetapkan Tabel 3. Rata-rata nilai viskositas

Pserlakuan	Viskositas (cSt)
S <sub>1</sub> (Reaksi transesterifikasi 1 jam)	6,29 <sup>e</sup>
S <sub>2</sub> (Reaksi transesterifikasi 2 jam)	5,75 <sup>d</sup>
S <sub>3</sub> (Reaksi transesterifikasi 3 jam)	4,46 <sup>c</sup>
S <sub>4</sub> (Reaksi transesterifikasi 4 jam)	3,39 <sup>b</sup>
S <sub>5</sub> (Reaksi transesterifikasi 5 jam)	2,21 <sup>a</sup>

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05).

standar nasional indonesia tahun 2006 sebesar 0,24 % yaitu antara lama reaksi transesterifikasi 3 jam (S<sub>3</sub>) sampai pada 5 jam (S<sub>5</sub>). Penurunan nilai kadar gliserol total disebabkan oleh lama waktu transesterifikasi yang semakin lama dapat menyebabkan semakin meningkatnya aktivasi katalis yang akan bereaksi dengan asam lemak sehingga diperoleh nilai kadar gliserol yang rendah saat lama reaksi transesterifikasi 5 jam (S<sub>5</sub>).

Yitnowati dkk (2008) menyatakan, keberadaan gliserol yang tinggi dalam larutan metil ester akan mendorong reaksi berbalik ke kiri membentuk monogliserida. Keberadaan gliserol sebagai produk samping pembuatan biodiesel dan sisa senyawa gliserida (mono-, di-, dan tri-) dapat membahayakan mesin diesel.

### Viskositas Kinematik

Rata-rata nilai viskositas biodiesel dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 3 terlihat bahwa dengan memperpanjang lama reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel akan menurunkan nilai viskositas kinematik. Reaksi transesterifikasi 1 jam ( $S_1$ ) dan 2 jam ( $S_2$ ) terdapat perbedaan viskositas sebesar 0,54 cSt, reaksi nya masih sangat kecil. Hal ini diduga aktivitas katalis belum menunjukkan hasil maksimal dalam menjerap trigliserida dan metanol yang belum menemui titik lama reaksi yang maksimal sesuai dengan perlakuan.

Reaksi transesterifikasi 3 jam ( $S_3$ ) terdapat perbedaan viskositas sebesar 1,29 cSt bila dibandingkan dengan selisih nilai viskositas  $S_1$  dan  $S_2$  nilai ini menunjukkan peningkatan, hal ini menunjukkan bahwa aktivitas katalis pun sudah

Tabel 4. Rata-rata nilai kadar air

Perlakuan	Kadar air (%)
$S_1$ (Reaksi transesterifikasi 1 jam)	0,10 <sup>c</sup>
$S_2$ (Reaksi transesterifikasi 2 jam)	0,05 <sup>b</sup>
$S_3$ (Reaksi transesterifikasi 3 jam)	0,03 <sup>ab</sup>
$S_4$ (Reaksi transesterifikasi 4 jam)	0,02 <sup>a</sup>
$S_5$ (Reaksi transesterifikasi 5 jam)	0,02 <sup>a</sup>

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).

Semakin lama waktu reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel dapat menyebabkan penurunan nilai kadar air biodiesel. Pemanasan pada reaksi transesterifikasi diberikan suhu 70 °C dan waktu yang lama akan menyebabkan air menguap

mulai menunjukkan peningkatan reaksi yang baik. Dan pada viskositas  $S_4$  (4 jam) dan  $S_5$  (5 jam) semakin memberikan pengaruh nyata dan telah mulai mencapai kesetimbangan viskositas kinematik yang maksimal sesuai pada acuan Standar Nasional Indonesia Tahun 2006 adalah sebesar 2,3-6,0 cSt. Saputra dkk (2012) telah melakukan penelitian biodiesel menggunakan cangkang bekicot dan semakin lama waktu reaksi maka viskositas biodiesel juga menurun. Hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai viskositas berkisar antara 2,21-6,29 cSt nilai ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia Tahun 2006.

#### Kadar Air

Rata-rata nilai bilangan kadar air biodiesel dapat dilihat pada Tabel 4.

sempurna, sehingga kadar air yang terdapat dalam biodiesel ini rendah. Perlakuan transesterifikasi 4 jam ( $S_4$ ) dan 5 jam ( $S_5$ ) menunjukkan bahwa lama reaksi tidak memberikan pengaruh nyata pada nilai kadar air, hal ini diduga air terikat sempurna pada metal ester karena jumlah kadar

air mengecil. Kadar air tidak bisa dihilangkan secara keseluruhan pada biodiesel karena metal ester itu sendiri mengandung air. Menurut Schindlbauer (1998) dalam Laksono (2012), menyebutkan bahwa *Fatty Acid Methyl Esters* (FAME), bersifat higroskopis dan dapat mengandung air sampai 1600 ppm yang terlarut sempurna dengan biodiesel. Lama

Tabel 5. Rata-rata nilai titik nyala

Perlakuan	Titik nyala (C)
S <sub>1</sub> (Reaksi transesterifikasi 1 jam)	184 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> (Reaksi transesterifikasi 2 jam)	170 <sup>a</sup>
S <sub>3</sub> (Reaksi transesterifikasi 3 jam)	147 <sup>a</sup>
S <sub>4</sub> (Reaksi transesterifikasi 4 jam)	135 <sup>a</sup>
S <sub>5</sub> (Reaksi transesterifikasi 5 jam)	115 <sup>a</sup>

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata ( $P < 0,05$ ).

Semakin bertambah waktu reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel dapat menyebabkan penurunan nilai titik nyala biodiesel. Penurunan ini disebabkan oleh metil ester yang dihasilkan berupa mono-, di- dan trigliseridanya cukup tinggi karena reaksi transesterifikasi kurang sempurna sehingga titik nyala tinggi. Memperpanjang reaksi transesterifikasi dapat menguraikan trigliserida dengan sempurna sehingga nilai titik nyala dapat diturunkan.

Lama reaksi transesterifikasi memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan nilai titik nyala terlihat pada perlakuan 5 jam (S<sub>5</sub>) hal ini diduga aktivasi katalis telah maksimal untuk menguraikan

reaksi transesterifikasi yang sempurna dan dengan adanya panas pada reaksi menyebabkan air dapat dipecah menjadi unsur aslinya.

### Titik Nyala

Rata-rata nilai bilangan kadar air biodiesel dapat dilihat pada Tabel 5.

trigliserida sehingga titik nyala menurun signifikan. Menurut Standar Biodiesel Indonesia tahun 2006 kandungan nilai titik nyala minimal adalah 100 °C. Hasil analisa menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan memenuhi Standar Biodiesel Indonesia tahun 2006 untuk titik nyala yaitu sebesar 115-184°C.

Prihandana dkk (2006) menyatakan bahwa bilangan setana yang tinggi menunjukkan bahwa biodiesel dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah begitu juga sebaliknya sehingga akan mudah terbakar di dalam silinder pembakaran mesin dan tidak terakumulasi.

Tingginya nilai titik nyala dapat disebabkan masih terdapat

faktor pengotor berupa gliserol dan sisa katalis yang belum sepenuhnya hilang pada biodiesel yang telah dihasilkan. Menurut Lisdayanti dkk (2013) tingginya titik nyala disebabkan oleh masih adanya kandungan komponen dalam Tabel 6. Rata-rata nilai kadar metil ester

biodiesel yang mempunyai titik nyala yang tinggi sehingga menaikkan titik nyala biodiesel.

### **Kadar Metil Ester**

Rata-rata kadar biodiesel dapat dilihat pada Tabel 6.

Perlakuan	Kadar metil ester (%)
S <sub>1</sub> (Reaksi transesterifikasi 1 jam)	98,42 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> (Reaksi transesterifikasi 2 jam)	98,79 <sup>b</sup>
S <sub>3</sub> (Reaksi transesterifikasi 3 jam)	98,87 <sup>b</sup>
S <sub>4</sub> (Reaksi transesterifikasi 4 jam)	98,94 <sup>b</sup>
S <sub>5</sub> (Reaksi transesterifikasi 5 jam)	99,32 <sup>c</sup>

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa semakin lama reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel menyebabkan peningkatan nilai metil ester biodiesel. Perlakuan 1 jam (S<sub>1</sub>) sampai pada 4 jam (S<sub>4</sub>) tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Hal ini diduga karena aktivasi katalis dan metanol pada lama reaksi tersebut belum bereaksi cepat menguraikan trigliserida.

Namun pada perlakuan 5 jam (S<sub>5</sub>) menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan antara perlakuan lain nya yaitu S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> dan S<sub>4</sub> menunjukkan bahwa katalis dan metanol sudah berjalan dengan baik dalam mengurai trigliserida dan

diduga dengan memperpanjang lama reaksi transesterifikasi pada pembuatan biodiesel menyebabkan kerja katalis bereaksi dengan reaktan cukup dan mendekati kesetimbangan dalam proses penguraian trigliserida. Maka pada perlakuan 5 jam (S<sub>5</sub>) kadar metil ester murni yang diperoleh lebih banyak sehingga tujuan dari lama reaksi untuk memperoleh metil ester murni yang tinggi dapat tercapai.

Reaksi transesterifikasi tidak hanya mempengaruhi viskositas namun juga memperaruhi beberapa parameter lainnya seperti titik nyala, kadar air, kadar gliserol total dan bilangan asam.

Ritonga (2013) menyatakan, kandungan kalium yang tinggi menyebabkan konsentrasi katalis yang semakin besar, sehingga tidak

menyebabkan bergesernya reaksi ke arah produk, tetapi menyebabkan kualitas pertemuan antar reaktan semakin meningkat yang dapat

menurunkan energi pengaktifan. Kenaikan konsentrasi katalis akan menurunkan energi aktivasi untuk reaksi kimia, sehingga meningkatkan jumlah molekul yang teraktifkan dan

bereaksi membentuk metil ester (Setyawardhani, 2005).

### **Bilangan Penyabunan**

Rata-rata nilai bilangan penyabunan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata nilai bilangan penyabunan biodiesel

Perlakuan	Bilangan penyabunan (mgKOH/g)
S <sub>1</sub> (reaksi transesterifikasi 1 jam)	90,43 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> (reaksi transesterifikasi 1 jam)	90,79 <sup>a</sup>
S <sub>3</sub> (reaksi transesterifikasi 1 jam)	93,47 <sup>a</sup>
S <sub>4</sub> (reaksi transesterifikasi 1 jam)	96,52 <sup>a</sup>
S <sub>5</sub> (reaksi transesterifikasi 1 jam)	103,52 <sup>a</sup>

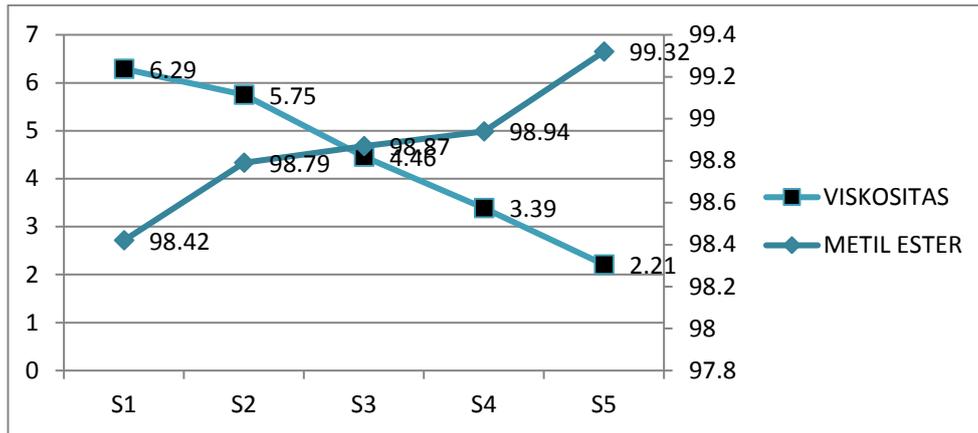
Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata ( $P < 0,05$ ).

Tabel 7 menunjukkan bahwa pada perlakuan 1 jam (S<sub>1</sub>) dan 2 jam (S<sub>2</sub>) lama reaksi transesterifikasi memberikan peningkatan yang tidak terlalu signifikan. Namun lama reaksi transesterifikasi 3 jam (S<sub>3</sub>), 4 jam (S<sub>4</sub>) dan 5 jam (S<sub>5</sub>) masing masing menunjukkan peningkatan nilai bilangan penyabunan yang sangat signifikan peningkatannya. Reaksi transesterifikasi yang semakin lama menambah bilangan penyabunan, diduga semakin lama berjalan maka tidak terbentuk reaksi *blocking* sebab aktivasi katalis kalium karbonat dari ATKKS semakin menurun pada tiap penambahan lama reaksi transesterifikasi. Wang dkk (2006) menyatakan, pemakaian katalis basa hanya akan berlangsung sempurna bila minyak dalam kondisi netral dan tanpa keberadaan air. Kondisi

minyak yang tidak netral dan mengandung air yang tinggi dapat menyebabkan terbentuknya sabun, namun berbeda hal dengan katalis basa heterogen. Katalis heterogen akan menjerap air dan kotoran pada proses transesterifikasi sehingga mampu menekan jumlah bilangan penyabunan.

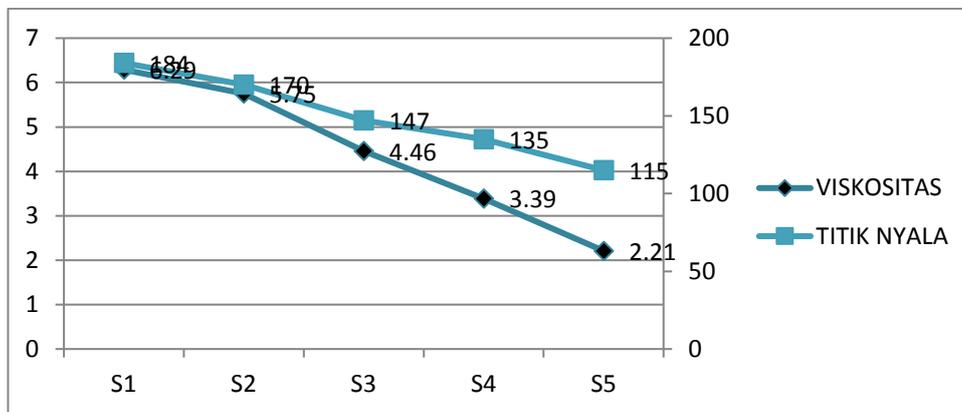
Dilihat dalam Standar Nasional Biodiesel Indonesia 2006 batas angka bilangan penyabunan tidak ditentukan, tetapi semakin kecil bilangan penyabunan yang diperoleh maka biodiesel yang dihasilkan akan semakin baik dalam proses pembakaran dalam mesin diesel yang digunakan.

Hubungan nilai kadar metil ester terhadap nilai viskositas pada biodiesel dapat dilihat pada Gambar 1.



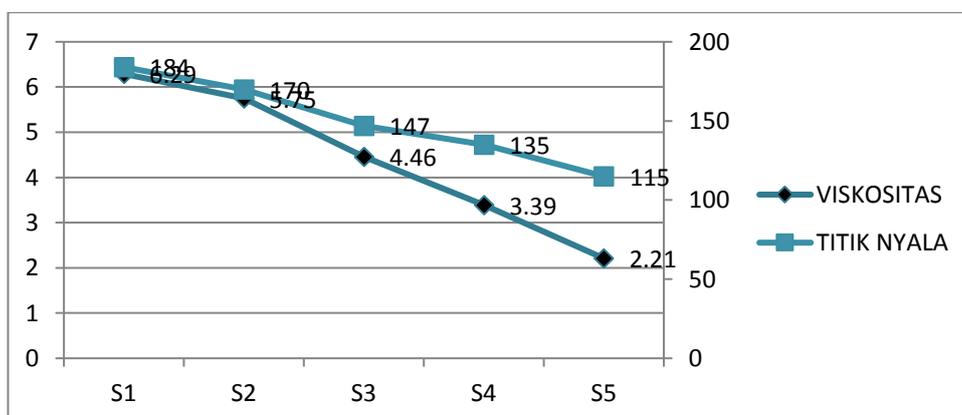
Gambar 1. Hubungan antara metil ester dan viskositas.

Hubungan nilai viskositas biodiesel dapat dilihat pada Gambar 2. terhadap nilai titik nyala pada 2.



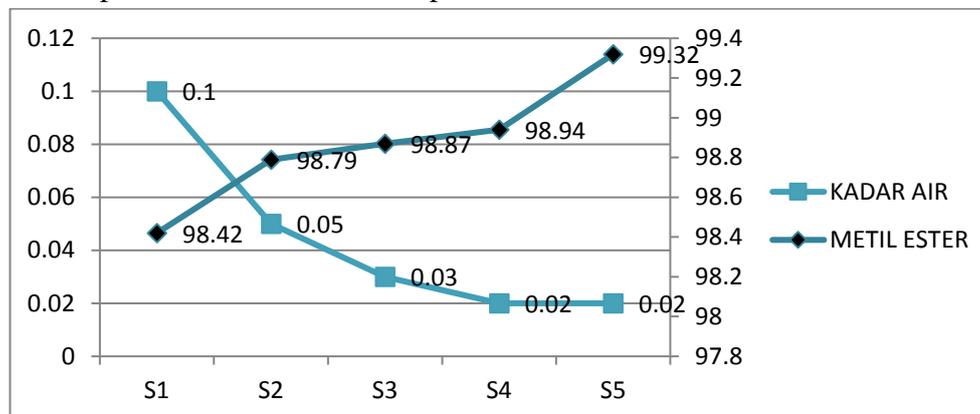
Gambar 2. Hubungan antara viskositas dan titik nyala.

Hubungan nilai kadar metil ester total pada biodiesel dapat dilihat ester terhadap nilai kadar gliserol pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara metil ester dan gliserol total.

Hubungan nilai kadar metil ester biodiesel dapat dilihat pada Gambar terhadap nilai kadar air pada 4.



Gambar 4. Hubungan antara metil ester dan kadar air.

**Rekapitulasi Hasil Analisis** Tabel 8. Rekapitulasi hasil analisis biodiesel perlakuan terpilih.

Hasil analisis	SNI	Perlakuan				
		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>
Bilangan asam (mgKOH/g)	Maks 0,8	0,84	0,85	0,96	1,02	<b>1,29</b>
Kadar gliserol total (%)	Maks 0,24	0,38	0,32	0,24	0,21	<b>0,19</b>
Viskositas (cSt)	2,3-6,0	6,29 <sup>e</sup>	5,75 <sup>d</sup>	4,46 <sup>c</sup>	3,39 <sup>b</sup>	<b>2,21<sup>a</sup></b>
Kadar air (%)	Maks 0,05	0,1 <sup>c</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,03 <sup>ab</sup>	0,02 <sup>a</sup>	<b>0,02<sup>a</sup></b>
Titik nyala (oC)	Min 100	184	170	147	135	<b>115</b>
Bilangan penyabunan (mgKOH/g)		90,43	90,79	93,47	96,52	<b>103,52</b>
Kadar metil ester	Min	98,42 <sup>a</sup>	98,79 <sup>b</sup>	98,87 <sup>b</sup>	98,94 <sup>b</sup>	<b>99,32<sup>c</sup></b>

1) Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

2) Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

Tabel 9. Perbandingan perlakuan terbaik menggunakan katalis ATKKS dan cangkang Kulit Telur Ayam.

Parameter	Perlakuan terbaik		SNI
	Duafrizal (S5)	Imam S Dalimunte (T4)	
Bilangan asam (mgKOH)	0,84	0,495	0,8
Kadar gliserol (%)	0,19	0,137	0,24
Viskositas (cSt)	2,21	3,37	2,3-6,0
Kadar air (%)	0,02	0,002	0,05
Titik nyala (°C)	115	195,75	100
Bilangan penyabunan (mgKOH)	103,52	114,223	-
Kadar metil ester (%)	99,32	99,738	96,5

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Lama reaksi transesterifikasi memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai bilangan asam, kadar air, kadar gliserol total, viskositas, titik nyala, serta memberikan pengaruh tidak nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap bilangan asam, kadar gliserol total, titik nyala, bilangan penyabunan dan berpengaruh ( $P > 0,05$ ) nyata terhadap viskositas, kadar air dan metil ester.
2. Perlakuan terbaik yang diperoleh pada penelitian ini adalah lama transesterifikasi 5 jam (S<sub>5</sub>) dengan karakteristik nilai penyabunan 103,52 mg KOH/g, bilangan asam 1,29 mg KOH/g, kadar gliserol total 0,19%, kadar air 0,002%, titik nyala 115°C, kadar metil

ester 99,32% dan viskositas 2,21 cSt.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap jumlah katalis methanol yang digunakan terhadap asam lemak bebas pada minyak jelantah untuk menghasilkan kadar bilangan asam yang lebih rendah dan jumlah mol alkohol terhadap kadar metil ester untuk memperoleh ester yang lebih murni.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, J. Darma dan J. Rodiansono. 2010. **Optimasi jumlah katalis KOH dan NaOH pada pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit menggunakan kopelarut**. Jurnal Sains dan Terapan Kimia, volume 4 (1): 1-7.

- Azmi, M. F. 2009. **Transesterifikasi heterogen antara minyak sawit mentah dengan metanol menggunakan katalis  $K_2CaO$** . Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Dalimunthe, I. S., 2016. **Sintesis biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis basa heterogen berbahan dasar cangkang telur ayam**. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Heriwibowo, N. 2013. **Kajian pengolahan minyak limbah cair pabrik mengolah kelapa sawit (PMKS) menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi dua tahap dengan metanol menggunakan katalis  $BF_3$  dan  $NaOH$** . Skripsi Fakultas Teknik. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Lisdayanti, R., C. A. Putrid dan W. Setyawati. 2013. **Sintesis biodiesel dari minyak sisa pakai dengan variasi waktu reaksi dan ukuran  $Ba(OH)_2$  sebagai katalis**. Jurnal Teknik Kimia, volume 8 (1):887-893.
- Prihandana, R., R. Hendroko dan M. Nuramin. 2006. **Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM**. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Ritonga, Y. M., H. D. Sihombing dan R. A. Sihotang. 2013. **Pemanfaatan abu kulit buah kelapa sebagai katalis pada reaksi transesterifikasi minyak sawit menjadi metil ester**. Jurnal Teknik Kimia, volume 2 (4): 1-8.
- Saputra, L., N. Rakhmah, H. T. Pradita dan Sunardi. 2012. **Produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai katalis heterogen**. Jurnal Prestasi, volume 1 (2): 22-31.
- Setiawati, S. dan F. Edwar. 2012. **Teknologi pengolahan biodiesel dari minyak goreng bekas dengan teknik mikrofiltrasi dan transesterifikasi sebagai alternatif bahan bakar mesin diesel**. Jurnal Riset Industri, volume 4 (2): 1088-1096.
- Setyawardhani. 2005. **Metanolisis asam lemak dari minyak kacang tanah untuk pembuatan biodiesel**. Tesis Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- SNI. 2006. **Standar Nasional Indonesia Biodiesel**. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Wang, R., W. W. Zhou, M. A. Hanna, Y. P. Zhang, P. S. Bhadury, Y. Wang, B. A. Song dan S. Yang. 2012. **Preparation, Optimization, and Fuel Properties from**

*Non-Edible Feedstock.*  
Journal of Datura  
Stramonium L. Fuel, volume  
91 (6): 182–186.

Yitnowati, U., Yoeswono, D. W.  
Tutik dan T. Iqmal. 2008.  
**Pemanfaatan abu tandan  
kosong sawit sebagai**

**sumber katalis basa  
(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) pada pembuatan  
biodiesel minyak jarak  
(*Ricinus communis*).**  
Makalah Seminar Nasional  
Kimia XVIII. Jurusan Kimia  
FMIPA. Universitas Gadjah  
Mada. Yogyakarta.