

VOLUME 6

ISSUE 1

JANUARY-JUNE 2018

# Al-Kimia

The Photosensitizer from the Basic Dye Extract of the Skin Fruit of Eggplant (*Solanum melongena* L.)

**Indah Ayu Risnah, Aisyah, Jawiana Saokani, Iswadi**

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Madu Cair dan Madu Bubuk Lokal Indonesia

**Laode Sumarlin, Ahmad Tjachja, Riana Octavia, Nur Ernita**

Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Biodegradasi dan *Water Uptake* Bioplastik dari Serbuk Tongkol Jagung

**Muhammad Nur Alam, Kumalasari, Nurmalasari, Ilmiati Illing**

Produksi Etil Ester dari Minyak Dedak Padi (*Oryza sativa*) Menggunakan Reaktor Ultrasonik

**Aisyah, Riskayanti, Iin Novianty, Sjamsiah, Asriani Ilyas, St. Chadijah**

Formalin Analysis of Food Ingredients In Palu

**Rismawaty Sikanna, Ivone Venita Sarapun, Dwi Juli Puspitasari**

Produksi Energi Listrik Dari Limbah Kulit Pepaya (*Carica papaya*) Menggunakan Teknologi *Microbial Fuel Cells*

**Lisa Utami, Lazulva, Elvi Yenti**

Pengaruh Suhu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan dari Serat Daun Nanas

**Muhaimin**

Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* K.)

Sebagai Energi Alternatif dengan Metode Pirolisis

**Asri Saleh, Hardiyanti Nur**

Komposit Kitosan-Zeolit : Potensi Pemanfaatannya sebagai

Adsorben CO<sub>2</sub>

**Riva Ismawati, Setiyo Prajoko**

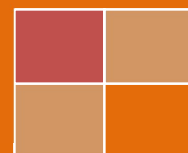
Bahan Utama Tongkat dan Tali Tukang Sihir Fir'aun Berubah Menjadi Ular adalah Senyawa Merkuri.

**Barorotul Ulfah Arofah, R. Arizal Firmansyah, Sofa Muthohar**

**Jurusan Kimia UIN Alauddin Makassar**

**p-ISSN: 2302-2736**

**e-ISSN: 2549-9335**



Volume 6, Issue 1, January-June 2018

p-ISSN: 2302-2736

e-ISSN: 2549-9335

# Al-Kimia

## **EDITOR IN CHIEF**

Sjamsiah

## **MANAGING EDITOR**

Aisyah

## **REVIEWER**

Sarifah Fauziah  
Muharram  
Desi harneti Putri Huspa  
Safri Ishmayana  
Ajuk Sapar  
Asri Saleh  
St .Chadijah  
Asriyani Ilyas  
Muhammad Qaddafi

## **SECTION EDITOR**

Rani Maharani  
Umni Zahra  
Firnanelty Rasyid  
A.Nurfitriani Abubakar  
Chusnul Khatimah  
Satriani

## **PUBLISHER**

Department of Chemistry  
Faculty of Science and Technology  
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar  
Jl. H. M. Yasin Limpo No. 36 Gowa South Sulawesi Indonesia  
E-mail: al-kimia@uin-alauddin.ac.id

# Al-Kimia

## TABLE OF CONTENT

The Photosensitizer from the Basic Dye Extract of the Skin Fruit of Eggplant ( <i>Solanum melongena</i> L.) <b>Indah Ayu Risnah, Aisyah, Jawiana Saokani, Iswadi</b>	1-9
Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Madu Cair dan Madu Bubuk Lokal Indonesia <b>Laode Sumarlin, Ahmad Tjachja, Riana Octavia, Nur Ernita</b>	10-23
Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Biodegradasi dan <i>Water Uptake</i> Bioplastik dari Serbuk Tongkol Jagung <b>Muhammad Nur Alam, Kumalasari, Nurmalasari, Ilmiati Illing</b>	24-33
Produksi Etil Ester dari Minyak Dedak Padi ( <i>Oryza sativa</i> ) Menggunakan Reaktor Ultrasonik <b>Aisyah, Riskayanti, Iin Novianty, Sjamsiah, Asriani Ilyas, St. Chadijah</b>	34-45
Formalin Analysis of Food Ingredients In Palu <b>Rismawaty Sikanna, Ivone Venita Sarapun, Dwi Juli Puspitasari</b>	46-51
Produksi Energi Listrik Dari Limbah Kulit Pepaya ( <i>Carica papaya</i> ) Menggunakan Teknologi <i>Microbial Fuel Cells</i> <b>Lisa Utami, Lazulva, Elvi Yenti</b>	52-62
Pengaruh Suhu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan dari Serat Daun Nanas <b>Muhaimin</b>	63-71
Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu Mahoni ( <i>Swietenia macrophylla</i> K.) Sebagai Energi Alternatif dengan Metode Pirolisis <b>Asri Saleh, Hardiyanti Nur</b>	70-77
Komposit Kitosan-Zeolit : Potensi Pemanfaatannya sebagai Adsorben CO <sub>2</sub> <b>Riva Ismawati, Setiyo Prajoko</b>	78-86
Bahan Utama Tongkat dan Tali Tukang Sihir Fir'aun Berubah Menjadi Ular adalah Senyawa Merkuri. <b>Barorotul Ulfah Arofah, R. Arizal Firmansyah, Sofa Muthohar</b>	87-96

## Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* K.) Sebagai Energi Alternatif dengan Metode Pirolisis

Asri Saleh\*, Hardiyanti Nur

Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

\*E-mail: [sdarmawansyah@yahoo.com](mailto:sdarmawansyah@yahoo.com)

Received: May 7, 2018/Accepted: June 25, 2018

doi: 10.24252/al-kimia.v6i1.5065

**Abstract:** In Indonesian need to material born more raise, therefore necessary new energy which get raise material born that is change with other alternatif energy like bio-oil get result from biomass that is sawdust tree mahogany whice contains soul hemiceluloss and lignin. The purpose of research devinitive quality and quantity sawdust mahogany with method and for devinitive pyrolysis characteristic clusser fungsional (FTIR). This method research that is pyrolysis method. Tis result research show that long more time warming will influence race weight value, viscosity and colorie value highes which get to sowdust mahagony that is 1.0071 g/cm<sup>3</sup>, 1,0028 poise and 213,0956 cal/g and race weight value, viscosity low which calori value found to sawdust mahagony that is 1.0025 g/cm<sup>3</sup>, 0.8600 poise and 13.5350 cal/g. Interim group using who make FTIR to sawdust tree mahagony that is to spectrom 3462 cm<sup>-1</sup> identifying able group hidrokcil which lies to a distance n wave number 3000-3500 cm<sup>-1</sup> and to specrom 1638 cm<sup>-1</sup> identifying able group aromatic (ring) who lies to adistance wave number 1500-1600 cm<sup>-1</sup>.

**Key Word:** Bio-Oil, Method Pyrolysis, Race Weight, viscosity, calor value.

### 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya teknologi transportasi di Indonesia, menyebabkan pemakaian bahan bakar minyak juga meningkat. Hal ini menyebabkan harga bahan bakar minyak semakin mahal, oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan pertumbuhan energi baru dengan cara menggantikan dengan energi alternatif lain seperti bio-oil.

Bio-oil merupakan bahan bakar cair berwarna kehitaman yang dapat menjadi alternatif pengganti bahan bakar hidrokarbon seperti untuk mesin pembakaran, boiler, mesin diesel statis dan gas turbin yang efektif digunakan sebagai alternatif diesel (Wibowo & Djani, 2015). Salah satu biomassa yang dapat menggantikan energi alternatif yaitu serbuk gergaji kayu Mahoni. Serbuk gergaji kayu mahoni merupakan salah satu jenis serbuk kayu yang banyak digunakan dalam industri pengolahan kayu di Indonesia. Komponen struktural serbuk gergaji kayu mahoni yaitu selulosa 47,26 %, hemiselulosa 27,37 %, holoselulosa 74,63 % dan lignin 25,82 % (Santoso, 2016).

Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat dengan oksigen terbatas sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras. Pada proses pirolisis energi panas

mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang (Hidayat & Qomaruddin, 2015).

## 2. METODE PENELITIAN

### Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu : FTIR *Nicolet iS10*, Oven, Neraca Analitik, Rangkaian alat pirolisis yang terdiri dari (reaktor, tabung gas elpiji ukuran 3 kg, kondensor, pipa besi, selang, termokopel, aerator, piknometer, viskomemeter Otswald, bom kalorimeter Thiemann dan termometer.

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah serbuk gergaji kayu Mahoni.

### Prosedur Kerja

#### *Preparasi Sampel*

Sebanyak 10 kg limbah gergaji kayu mahoni terlebih dahulu dikeringkan selama 2 hari untuk menghilangkan kadar air kemudian diperkecil ukurannya. Selanjutnya ditimbang masing-masing 1 kg untuk 5 variasi waktu (120, 140, 160, 180 dan 200 menit).

#### *Pembuatan Bahan Bakar*

Limbah serbuk gergaji kayu mahoni yang telah disiapkan dimasukan ke dalam reaktor. Kabel thermokopel diselipkan ke dalam reaktor untuk mengukur suhu pemanasan. Pengukuran suhu dilakukan langsung di dalam reaktor. Waktu pemanasan dilakukan selama 120, 140, 160, 180 dan 200 menit. Gas yang mampu melewati pipa refluks kemudian menuju kondensor yang dilengkapi pendingin air, untuk kemudian menggembun sebagian dan dihasilkan bahan bakar cair.

#### *Penentuan Massa Jenis*

Piknometer yang telah bersih dan kering ditimbang kemudian diisi dengan aquades sampai pada tanda batas lalu dihimpitkan dan catat suhunya. Piknometer yang berisi aquades ditimbang dengan neraca analitik dan catat bobotnya. Piknometer dibersihkan dengan air hangat lalu keringkan didalam oven selama 20 menit kemudian diisi dengan sampel yang akan diukur, dihimpitkan dan catat suhunya. Piknometer yang berisi sampel ditimbang dengan neraca analitik dan catat bobotnya.

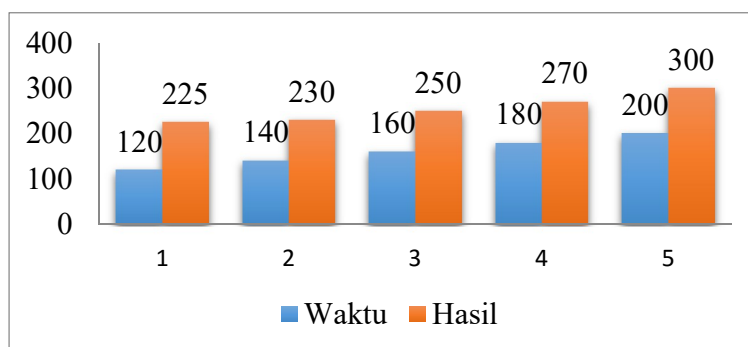
#### *Penentuan Viskositas*

Sampel dimasukkan ke dalam viskometer oswald melalui pipa sebelah kanan, mengusahkan permukaan lebih rendah dari tanda B, viskometer oswald dimasukkan kedalam penangas air, kemudian mengukur suhu dengan termometer, suhu yang digunakan yaitu 40 °C. Zat cair dihisap melalui pipa kiri agar cairan masuk ke B sampai tanda A, dibiarkan zat cair

mengalir melalui pipa kapiler kembali ke B dan kemudian dicatat waktu yang dibutuhkan zat cair mengalir dari A ke B.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pembuatan Bahan Bakar

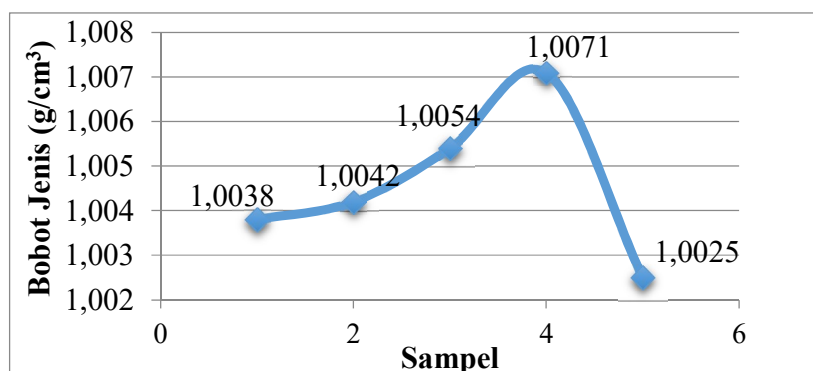


**Gambar 1.** Grafik Pengaruh Waktu Pembakaran terhadap Hasil yang Diperoleh.

Berdasarkan Gambar 1 grafik diatas menunjukkan hasil pada sampel 1 (120 menit) diperoleh yaitu sebanyak 225 mL. Pada rentang waktu ini senyawa-senyawa yang terurai yaitu hemiselulosa, selulosa dan lignin. hemiselulosa dan selulosa yang terkandung di dalam serbuk kayu mahoni baru mulai terurai. Hemiselulosa mulai terurai sebagian sedangkan selulosa baru akan terurai sehingga menyebabkan volume cairan yang dihasilkan paling rendah dibandingkan pada waktu 140 menit, 160 menit, 180 menit dan 200 menit. Sampel 2 (140 menit) hasil yang diperoleh yaitu 230 mL, hemiselulosa telah terurai secara menyeluruh sedangkan selulosa yang terkandung di dalam serbuk kayu mahoni telah terurai sebagian dan hasil yang diperoleh lebih banyak dibandingkan pada sampel 1 (120 menit).

Sampel ke 3 (160 menit) hasil yang diperoleh yaitu 250 mL, hemiselulosa dan selulosa sudah terdekomposisi secara menyeluruh sedangkan lignin baru sebagian mengalami dekomposisi. Sampel ke 4 (180 menit) hasil yang diperoleh yaitu 270 mL, hemiselulosa dan selulosa sudah mengalami dekomposisi menyeluruh dan lignin masih sebagian namun lebih banyak dibandingkan pada Sampel 3 (160 menit). Sampel ke 5 (200 menit) pada hasil yang diperoleh yaitu 300 mL, semua komponen yang terkandung di dalam serbuk kayu mahoni (hemiselulosa, selulosa dan lignin) mengalami dekomposisi secara menyeluruh sehingga volume cairan yang dihasilkan lebih besar. Peningkatan hasil minyak dipengaruhi dengan meningkatnya waktu pemanasan, dimana hasil terbanyak diperoleh pada menit ke 200 yaitu sebanyak 300 mL. Sedangkan hasil yang sedikit diperoleh pada waktu pemanasan 120 menit sebanyak 225 mL. Pengaruh suhu dan waktu pemanasan sangat berpengaruh terhadap hasil minyak yang diperoleh.

### Penentuan Massa Jenis



**Gambar 2.** Grafik Pengaruh Hasil Proses Pirolisis terhadap Kualitas Bobot Jenisnya.

Berdasarkan Gambar 2 grafik diatas menunjukkan nilai bobot jenis dari cairan yang dihasilkan dari metode pirolisis. Pada pada sampel 1 (120 menit) nilai bobot jenis yaitu 1,0038 g/cm<sup>3</sup>. Pada rentang waktu ini senyawa-senyawa yang terurai yaitu hemiselulosa, selulosa dan lignin. hemiselulosa dan selulosa yang terkandung di dalam serbuk kayu mahoni baru mulai terurai. Hemiselulosa mulai terurai sebagian sedangkan selulosa baru akan terurai sehingga menyebabkan bobot jenis cairan yang dihasilkan rendah dibandingkan dengan menit ke 140, menit ke 160 dan menit ke 180. Sampel 2 (140 menit) bobot jenis naik menjadi 1,0042 g/cm<sup>3</sup>, hemiselulosa telah terurai secara menyeluruh sedangkan selulosa terurai sebagian dan lignin baru akan mulai terurai sehingga menyebabkan bobot jenis yang diperoleh sedikit lebih banyak dibanding pada menit 1 (120 menit).

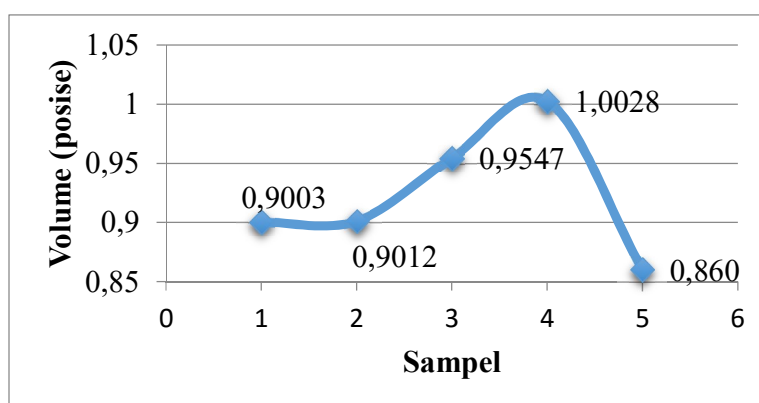
**Tabel 1.** Penentuan Nilai Bobot Jenis Biodiesel

Sampel	Volume Sampel (mL)	Bobot Jenis Sampel (g/cm <sup>3</sup> )	Bobot Jenis Biodiesel Standar SNI (g/cm <sup>3</sup> )
I	225	1,003	
II	230	1,004	
III	250	1,005	0,840-0,890
IV	270	1,007	
V	300	1,002	

Sampel 3 (160 menit) terjadi kenaikan nilai bobot yang tidak terlalu tinggi yaitu 1,0054 g/cm<sup>3</sup>, hemiselulosa dan selulosa sudah mengalami dekomposisi menyeluruh dan lignin masih sebagian namun lebih banyak dibandingkan pada menit 2 (140 menit). Hasil tertinggi terlihat pada sampel ke 4 (180 menit) dengan bobot jenis 1,007 g/cm<sup>3</sup>, hal ini dikarenakan semua

komponen yang terkandung di dalam serbuk kayu mahoni (hemiselulosa, selulosa dan lignin) telah terurai secara menyeluruh. Sedangkan pada sampel ke 5 (200 menit) terjadi penurunan nilai bobot jenis yang sangat signifikan yaitu  $1,0025 \text{ g/cm}^3$ , hal ini dikarenakan tidak ada lagi senyawa (hemiselulosa, selulosa dan lignin) yang akan terurai atau karena terjadinya penguapan dari zat-zat yang telah terdekomposisi yang menyebabkan nilai bobot jenis menurun. Peningkatan bobot jenis dipengaruhi oleh lamanya waktu pembakaran dimana bobot jenis tertinggi terlihat pada sampel ke 4 (180 menit) dengan bobot jenis  $1,007 \text{ g/cm}^3$ . Sedangkan bobot jenis terendah terlihat pada sampel ke 5 (200 menit) yaitu  $1,0025 \text{ g/cm}^3$ . Waktu pembakaran sangat berpengaruh terhadap nilai bobot jenis minyak yang diperoleh.

### Penentuan Viskositas



**Gambar 3.** Grafik Pengaruh Hasil Pirolisis terhadap Kualitas Kekentalan Zat Cair.

Berdasarkan Gambar 3 grafik pengaruh hasil dari proses pirolisis terhadap kualitas kekentalan bahan bakar dapat terlihat pada pada sampel 1 (120 menit) nilai nilai viskositas yaitu 0,9003 poise. Pada rentang waktu ini senyawa-senyawa yang terurai yaitu hemiselulosa, selulosa dan lignin. Hemiselulosa dan selulosa yang terkandung di dalam serbuk kayu mahoni baru mulai terurai. Hemiselulosa mulai terurai sebagian sedangkan selulosa baru akan terurai sehingga menyebabkan viskositas cairan yang dihasilkan rendah dibandingkan dengan menit ke 140, menit ke 160 dan menit ke 180. Pada sampel 2 (140 menit) viskositas naik menjadi 0,9012 poise, hemiselulosa telah terurai secara menyeluruh sedangkan selulosa terurai sebagian dan lignin baru akan mulai terurai sehingga menyebabkan viskositas yang diperoleh sedikit lebih banyak dibanding pada menit 1 (120 menit). Sampel 3 (160 menit) terjadi kenaikan viskositas yang tidak terlalu tinggi yaitu 0,9547 poise, hemiselulosa dan selulosa sudah terurai secara menyeluruh dan lignin masih sebagian namun lebih banyak dibandingkan pada menit 2 (140 menit).

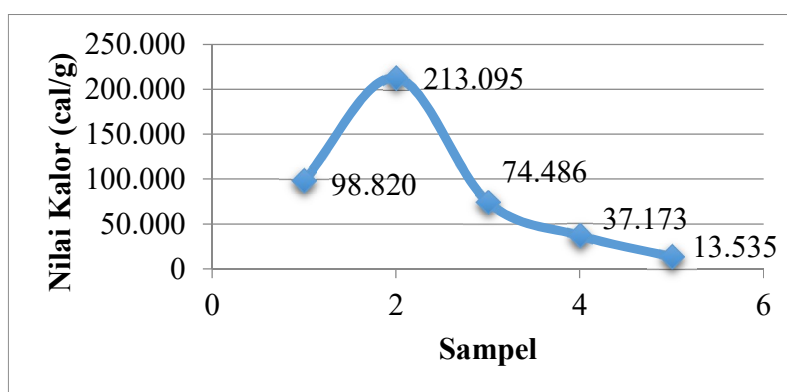


**Tabel 2.** Penentuan Nilai Viskositas Biodiesel

Sampel	Volume Sampel (mL)	Viskositas Sampel (Poise)	Standar SNI-04-7182-2006.
I	225	0,900	
II	230	0,901	
III	250	0,954	2,5 – 6,0
IV	270	1,002	
V	300	0,860	

Hasil tertinggi terlihat pada sampel ke 4 (180 menit) dengan nilai viskositas 1,0028 Poise, hal ini dikarenakan semua komponen yang terkandung di dalam serbuk kayu mahoni (hemiselulosa, selulosa dan lignin) telah terurai secara menyeluruh. Sedangkan pada sampel ke 5 (200 menit) terjadi penurunan nilai viskositas yang sangat signifikan yaitu 0,8600 poise, hal ini dikarenakan tidak ada lagi senyawa (hemiselulosa, selulosa dan lignin) yang akan terurai atau karena terjadinya penguapan dari zat-zat yang telah terdekomposisi yang menyebabkan nilai viskositas menurun. Peningkatan nilai viskositas cairan dipengaruhi oleh meningkatnya suhu pemanasan dan lamanya waktu pembakaran dimana nilai viskositas tertinggi terlihat pada sampel ke 4 (180 menit) dengan nilai viskositas 1,0028 Poise. Sedangkan nilai viskositas terendah terlihat pada sampel ke 5 (200 menit) yaitu 0,8600 poise. Waktu pembakaran sangat berpengaruh terhadap nilai viskositas jenis minyak yang diperoleh.

### Penentuan Nilai Kalor

**Gambar 4.** Grafik Pengaruh Hasil Pirolisis terhadap Kualitas Nilai Kalor Bahan Bakar.

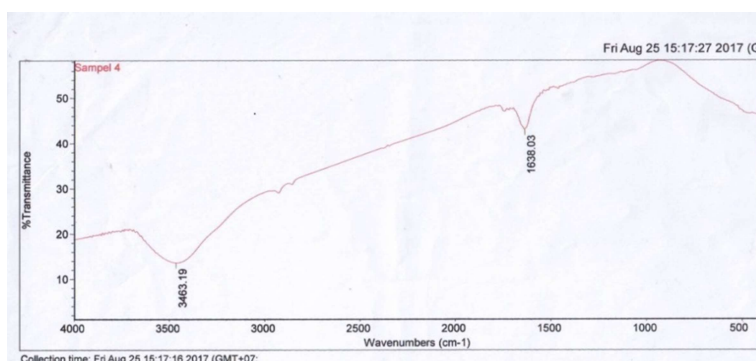
Berdasarkan Gambar 4. Pengaruh hasil dari proses pirolisis terhadap kualitas nilai kalor bahan bakar, dimana hasil terbanyak diperoleh pada sampel II nilai kalor yang dihasilkan sebesar 213.0956 cal/g. Sampel I nilai kalor yang dihasilkan sebesar 98.8205 cal/g. Sampel III

nilai kalor yang dihasilkan yaitu 74.4860 cal/g. Sampel IV nilai kalor yang dihasilkan sebesar 37.1739 cal/g.. Sedangkan hasil yang sedikit diperoleh pada sampel V nilai kalor yang dihasilkan sebesar 13.5350 cal/g. Seperti terlihat pada grafik terjadi kenaikan nilai kalor yang tinggi pada sampel I ke sampel II dan pada sampel II ke sampel III terjadi penurunan yang tinggi, sedangkan sampel ke III, IV dan V penurunan nilai kalor yang dihasilkan tidak terlalu jauh. Nilai kalor dari minyak hasil pirolisis menunjukkan nilai yang tidak jauh beda dengan minyak-minyak lain. Sehingga memenuhi standar nilai kalor bahan bakar yang dipasarkan di dalam negeri. Semakin tinggi konsentrasi penambahan pemicu yang dicampurkan pada biodiesel (minyak pirolisis) tersebut, maka proses pembakaran semakin cepat, sehingga nilai kalor yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai kalor yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu 213.0956 cal/g - 13.5350 cal/g.

**Tabel 3.** Penentuan Nilai Kalor Biodiesel

Sampel	Volume Sampel (mL)	Nilai Kalor (cal/g)/(cal/J)
I	225	98.820 / 436.786
II	230	213.095 / 941.882
III	250	74.486 / 329.228
IV	270	37.173 / 164.308
V	300	13.535 / 59.824

### Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)



**Gambar 5.** Spektrum FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) Serbuk Gergaji Kayu Mahoni

Berdasarkan Gambar 5 spektrum FTIR serbuk gergaji kayu mahoni, maka dapat dilihat spektrum cairan yang dihasilkan dari proses pirolisis dengan variasi waktu 120 menit, 140 menit, 160 menit, 180 menit dan 200 menit memiliki pola yang sama yaitu munculnya puncak pada 3500  $\text{cm}^{-1}$  dan 1600  $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi limbah serbuk gergaji kayu mahoni dengan menggunakan *spektrofotometer* inframerah (FTIR) memperlihatkan serapan pada bilangan gelombang 3.463  $\text{cm}^{-1}$  mengindikasikan bahwa limbah gergaji kayu mahoni

mengandung gugus fungsi hidroksil yang berada pada kisaran bilangan gelombang 2.500-3.500  $\text{cm}^{-1}$ . Identifikasi dengan FTIR juga menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang 1.638  $\text{cm}^{-1}$  merupakan vibrasi cincin aromatik dengan kisaran gelombang 1.500  $\text{cm}^{-1}$ -1675  $\text{cm}^{-1}$ .

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

1. Semakin lama waktu pemanasan akan mempengaruhi kualitas nilai bobot jenis, viskositas dan nilai kalor bahan bakar yang di hasilkan. Nilai bobot jenis, viskositas dan nilai kalor tertinggi yaitu 1,0071  $\text{g/cm}^3$ , 1,0028 poise dan 213.0956 cal/g. Sedangkan nilai bobot jenis, viskositas, dan nilai kalor terendah yaitu 1,0025  $\text{g/cm}^3$ , 0,8600 poise dan 13.5350 cal/g.
2. Gugus fungsi yang teridentifikasi pada spektrum 3462  $\text{cm}^{-1}$  yaitu gugus hidroksil yang berada pada rentang bilangan gelombang 3000-3500  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus aromatik (cincin) yang teridentifikasi pada spektrum 1638  $\text{cm}^{-1}$  pada rentang bilangan gelombang 1500-1600  $\text{cm}^{-1}$ .

##### DAFTAR PUSTAKA

- Anam, Choirul, Sirojudin dan K Sofjan Firdausi."Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR". *Berkala Fisika* 10, no.1 (2007): h. 79-85.
- Erawati, Emi, dkk. "Pengaruh Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Distilasi Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Gergaji Kayu Jati". *SNATK II* (2015): h. 77-87.
- Guntarti, Any, dkk. "Penentuan Parameter Non Spesifik Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana*) pada Variasi Asal Daerah" *Farmasains*, Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta 2, No.5 (2015): h.202-207.
- Hidayat, Taufiq dan Qomaruddin. "Analisa Pengaruh Temperatur Pirolisis dan Bahan Biomassa terhadap Kapasitas Hasil pada Alat Pembuat Asap Cair". *Prosiding SNST* (2015): h. 29-34.
- Mulyono, Tri, Ardian Syah Putra dan Neran. "Disain Viscometer Kapiler Terkomputerisasi" *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia* 4, no. 2 (2013): h. 169-173.
- Qiram, Ikhwanul, Denny Widhiyanuriyawan dan Widya Wijayanti. "Pengaruh Variasi Temperatur terhadap Kualitas Char Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni (*Swietenia Macrophylla*) pada Rotari Kiln". *Jurnal Rekayasa Mesin* 6. No 1 (2015): 39-44.
- Santoso, Indra Slamet "Penurunan Kadar Ion Chromium ( $\text{Cr}^{6+}$ ) dalam Air Menggunakan Serbuk Gergaji Kayu Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*)" *Skripsi*. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan (2016): h.1-95.
- Wibowo, Santiyo dan Djeni Hendra. "Karakteristik Bio-Oil dari Rumput Gelagah (*Saccharum Spontaneum* Linn.) Menggunakan Proses Pirolisis Cepat (*Characteristics Of Bio-Oil From Gelagah Grass (Linn.) Saccharum Spontaneum By Fast Pyrolysis Process*)". *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 33, no.4 (2015): h.347-363.