

## KARAKTERISTIK *BIO-OIL* HASIL PIROLISIS LIMBAH BREM DENGAN VARIASI TEMPERATUR

Edi Murnawan<sup>1\*</sup>, Farid Majedi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun

\**edhymhurnawan@gmail.com*

### **Abstract**

*The increasing number of automotive technology and vehicle cause using fossil fuel also rises. So it is needed alternative fuel as replacement or mixing of the fuel, for keeping the existence so that the crisis of fuel will not happen. Bio-oil is a product resulted from pyrolysis which can be used as solar fuel mixing. Bio-oil is a obtained from brem waste which is processed with pyrolysis technique. Pyrolysis is a substance burning process in high temperature without using oxygen. In this research is using 250°C, 350°C, 450°C and 550°C temperature variation which need 3 hours of time and mass 500 grams. The Bio-oil which is produced by pyrolysis is combined by solar and tested to determine the characteristic. The first trial is done to earn the volume pyrolysis result from each temperature. The second trial uses ASTM D 445-12 method to earn viscosity in 40°C temperature and ASTM D 93-12 method to get flash point. The result of the trial shows the highest volume is earned from 550°C temperature which produce bio-oil around 254 ml. The trial result of 5% bio-oil combination from every temperature is earned the best result from 450°C temperature, while the optimal mixing percentage bio-oil with solar is earned the highest viscosity in mixture of 15% bio-oil which 85% solar around 4,779 mm<sup>2</sup>/s and the highest flash point is earned from mixture of 5% bio-oil which 95% solar around 61°C.*

**Keywords :** *Bio-oil, Pyrolysis, Flash point, Viscosity*

### **Abstrak**

Peningkatan teknologi otomotif dan jumlah kendaraan yang meningkat menyebabkan penggunaan bahan bakar fosil semakin meningkat. Maka dibutuhkan bahan bakar alternatif sebagai pengganti atau campuran bahan bakar, untuk menjaga agar tidak terjadi krisis bahan bakar. Bio-oil merupakan salah satu produk hasil pirolisis yang dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar solar. Bio-oil diperoleh dari limbah brem yang diproses dengan cara pirolisis. Pirolisis merupakan proses pembakaran suatu bahan pada suhu tinggi tanpa oksigen. Pada penelitian ini menggunakan variasi temperatur 250°C, 350°C, 450°C dan 550°C dengan waktu 3 jam dan massa 500 gram. Bio-oil hasil pirolisis divariasikan dengan solar dan diuji untuk mengetahui karakteristiknya. Pengujian pertama dilakukan untuk mendapatkan volume hasil pirolisis dari tiap temperatur. Pengujian kedua menggunakan metode ASTM D 445-12 untuk mendapatkan viskositas pada suhu 40°C dan metode ASTM D 93-12 untuk mendapatkan titik nyala. Hasil pengujian menunjukkan volume tertinggi diperoleh dari temperatur 550°C menghasilkan bio-oil sebanyak 254 ml. Hasil pengujian variasi campuran 5% bio-oil dari tiap temperatur diperoleh hasil yang terbaik yaitu dari temperatur 450°C, sedangkan persentase campuran yang optimal bio-oil dengan solar diperoleh viskositas tertinggi pada campuran 15% bio-oil dengan 85% solar sebesar 4,779 mm<sup>2</sup>/s dan titik nyala tertinggi diperoleh dari campuran 5% bio-oil dengan 95% solar sebesar 61°C

**Kata Kunci:** Bio-oil, Pirolisis, Titik nyala, Viskositas

## PENDAHULUAN

Penjualan mobil dalam negeri mencetak rekor tertinggi sepanjang sejarah. Gabungan industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) pada tahun 2016 mencatat penjualan mobil dari tahun ke tahun hingga naik 1,06 juta, naik 4,5% dari tahun sebelumnya [1]. Melihat perkembangan industri otomotif diatas akan menyebabkan krisis energi (kelangkaan) BBM (bahan bakar minyak) khususnya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui, dikarenakan setiap tahunnya pengguna kendaraan Berbahan bakar minyak semakin meningkat. Di Indonesia, cadangan dan produksi bahan bakar minyak bumi (fosil) mengalami penurunan setiap tahun. Diperlukan bahan bahan bakar yang dapat diperbaharui, untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil [2]. Biodiesel sebagai salah satu bahan bakar alternatif. Teknologi pirolisis sebagai penghasil bahan bakar alternatif yaitu Char (arang), *tar (bio-oil)* dan gas. *Tar (bio-oil)* bisa diolah menjadi biodiesel [3].

Kualitas penyalan solar yang berhubungan dengan kelambatan penyalan, tergantung kepada komposisi bahan bakar. Kualitas bahan bakar solar dinyatakan dalam angka cetane number dan titik nyala pada suhu minimal 550°C, dapat diperoleh dengan jalan membandingkan kelambatan menyala bahan bakar solar dengan kelambatan menyala bahan bakar pembanding (*reference fuels*) dalam mesin uji baku CFR (ASTM D 613-86/D 93). Sebagai bahan bakar pembanding digunakan senyawa hidrokarbon cetan atau n-heksadekana ( $C_{16}H_{34}$ ), yang mempunyai kelambatan penyalan yang pendek dan heptametilnonan (*isomer cetan*) yang mempunyai kelambatan penyalan relatif panjang [4]

Viskositas bahan bakar perlu dibatasi. Viskositas yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar, sedangkan viskositas yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja cepat alat injeksi bahan bakar dan mempersulit pengabutan bahan bakar minyak akan

menumbuk dinding dan membentuk karbon atau mengalir menuju ke *oil pan* dan mengencerkan minyak di *oil pan*. Viskositas yang sesuai dengan motor diesel adalah minimal 2.0 mm<sup>2</sup>/sec sampai dengan maksimal 4.5 mm<sup>2</sup>/sec yang telah di uji dengan metode ASTM D445 pada suhu 40°C.

Dari Beberapa Penelitian Dengan Variasi Temperatur Pada Proses Pirolisis Adalah Sebagai Berikut: Laju Waktu Dan Temperatur Berpengaruh Terhadap Terhadap Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Kayu Pelawan (*Cyanometra Cauliflora*) [5], Variasi suhu pirolisis sangat berpengaruh rendemen dan nilai kalor pada pirolisis sampah [6], Temperatur Pirolisis dan Bahan Biomassa berpengaruh Terhadap Kapasitas Hasil Pada Alat Pembuat Asap Cair [7], Dengan variasi temperatur pirolisis berpengaruh terhadap tendemen tar hasil pirolisis sampah dengan komposisi organik-anorganik [8], Dengan pirolisis cepat dengan biomassa limbah industri hasil hutan dapat menghasilkan karakteristik *bio-oil* dari biomassa serbuk kayu mahoni yang terbaik yaitu rendemen sebesar rendemen *liquidse* besar 5%, fenol 3,66, pH 2,98, berat jenis 1,092 g/cm, nilai kalor 9,28 MJ/kg [9].

Dari beberapa penelitian sebelumnya bahan biomassa yang digunakan adalah kayu pelawan, sampah, tempurung kelapa dan cangkang kopi belum ada yang membahas pirolisis dengan bahan limbah brem. Limbah brem merupakan salah satu biomassa, karena berasal dari zat organik non fosil. Bahan baku dalam proses pirolisis ini adalah limbah brem yang berasal dari beras ketan yang difermentasikan dan diambil sari patinya menjadi makanan khas madiun yang bernama brem. Limbah brem dapat dijadikan bahan baku pirolisis dikarenakan kandungan senyawa pada beras ketan adalah pati. Pati terdiri polimer glukosa dengan dua struktur yaitu amilosa dan amilopektin. Limbah brem digunakan masyarakat sekitar sebagai bahan tambah untuk makanan ternak khususnya sapi. Selain itu limbah brem kini sudah mulai digunakan sebagai bahan dasar

Bioethanol karena masih memiliki kadar gula dan fruktosa sebagai unsur bioethanol tersebut. Dengan adanya masalah ini penulis melakukan penelitian pirolisis dengan bahan biomassa limbah brem dengan variasi temperatur untuk mengetahui volume *tar (bio-oil)*, viskositas pada suhu 40°C (ASTM D 445) dan titik nyala biosolar (ASTM D93) Variasi temperatur yang digunakan adalah 250, 350, 450 dan 550°C.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui volume, viskositas pada suhu 40°C dan titik nyala tar/biofuel yang dihasilkan. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah biofuel yang memiliki karakteristik mirip solar.

## METODOLOGI

### Bahan Baku

Bahan yang digunakan adalah limbah brem. Bahan ini digunakan sebagai sampel pengujian. Sebelum pengujian, limbah brem dikeringkan selama 120-180 menit pada suhu 110 – 125°C di dalam oven pengering. Setelah kering, serbuk kayu dimasukkan ke tabung pirolisis untuk dipirolisis.

### Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen (*experimental research*) dengan bertujuan untuk menyelidiki pengaruh variabel Independen (variasi temperatur pirolisis) terhadap variasi dependen (volume, titik nyala dan viskositas) dalam kelompok eksperimental.

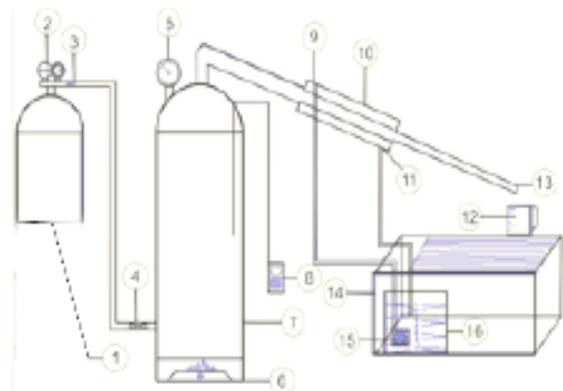
Dalam penelitian ini dilakukan dengan variasi temperatur pirolisis 250°C, 350°C, 450°C dan 550°C. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengujian langsung dengan memasukkan biomassa limbah brem ke dalam tanung pirolisis untuk dilakukan proses pirolisis. Setelah proses pirolisis maka diperoleh data volume *bio-oil*, titik nyala dan viskositas campuran *bio-oil* dan solar. Dan dari titik nyala dan viskositas campuran *bio-oil* dan solar dibandingkan dengan solar murni.

### Pengujian volume tar (*bio-oil*)

Dalam pengujian untuk meneliti pembentukan volume selama proses pirolisis dilakukan pada instalasi eksperimen (Gambar 1). Dalam penelitian ini sebelum diuji limbah brem dikurangi kadar airnya < 2% dengan cara dikeringkan pada temperatur 110-125°C selama 2-3 jam. Setelah pengeringan, sampel limbah brem diambil 500gr Setelah itu dimasukkan dalam tabung pirolisis dan ditutup.

### Prosedur pirolisis

- 1) Setelah semua prosedur persiapan telah dilaksanakan maka bahan baku yang akan digunakan ditimbang massa limbah brem 500 gram sebelum pirolisis
- 2) Setelah dilakukan pengukuran massa limbah brem dimasukan ke dalam tabung pirolisis.
- 3) Tutup tabung pyrolizer dan buka katup N<sub>2</sub> untuk mengalirkan N<sub>2</sub> ke dalam tabung pirolisis dan buka katup buang pada tabung pirolisis supaya O<sub>2</sub> dapat terdorong keluar akibat dorongan dari N<sub>2</sub> yang memenuhi tabung.
- 4) Temperatur diatur untuk variasi pertama yaitu 250°C, temperatur ruang pada titik tengah tabung pirolisis.
- 5) Lakukan proses pirolisis selama 3 jam. Apabila setelah menempuh 3 jam maka alat pirolisis dimatikan.
- 6) Ukur volume *bio-oil/tar* hasil pirolisis dengan gelas ukur.
- 7) Ulangi prosedur pirolisis dengan variasi temperatur pemanasan pirolisis selanjutnya yaitu 350°C, 400°C dan 550°C.



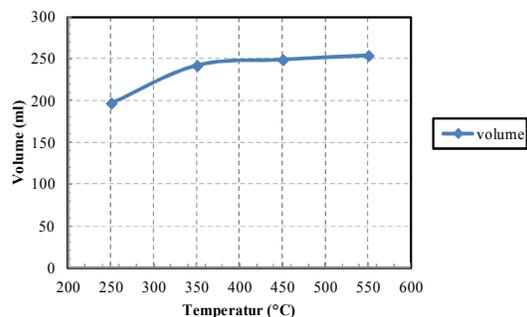
Gambar 1. Instalasi pirolisis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian diperoleh data volume *tar (bio-oil)*, viskositas pada suhu 40°C dan titik nyala biosolar (tar 5% dan solar 95%) pada masing-masing temperatur pirolisis, viskositas pada suhu 40°C dan titik nyala biosolar pada temperatur pirolisis 450°C dengan variasi tar 5, 10 dan 15%.

### Analisa grafik variasi temperatur terhadap volume tar (*bio-oil*)

Berikut adalah grafik hasil pengujian variasi temperatur pirolisis terhadap volume *bio-oil* hasil pirolisis limbah brem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik variasi temperatur terhadap volume tar (*bio-oil*).

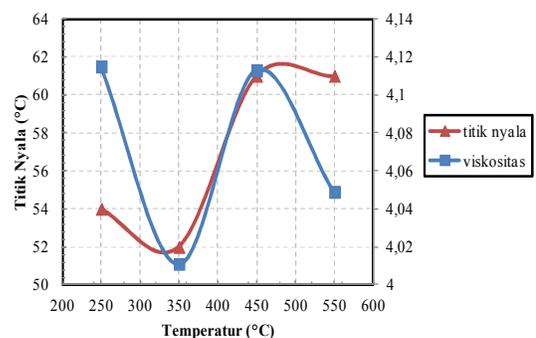
Pada Gambar 2. menunjukkan pengaruh temperatur pirolisis terhadap volume *bio-oil* dengan menggunakan biomassa 500 gram, variasi temperatur 250°C, 350°C, 450°C dan 550°C dengan waktu selama 3 jam. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya temperatur pirolisis maka volume *bio-oil* yang dihasilkan semakin banyak/meningkat sampai batas maksimal 550°C. Hal ini disebabkan karena pada temperatur 250°C limbah brem belum terpirolisis secara sempurna, karena pada temperatur 250°C merupakan temperatur awal pirolisis dan masih ada limbah brem yang belum terpirolisis.. Pada temperatur 250°C volume *tar (bio-oil)* paling sedikit karena dengan temperatur 250°C hanya energi ikatan terkecil yaitu ikatan C-C terputus sehingga *tar* dan gas yang terbentuk sedikit. Pada temperatur 350°C, 450°C dan 550°C, volume *tar (bio-oil)* yang terbentuk semakin bertambah karena dengan temperatur yang

semakin besar maka ikatan atom yang mempunyai energi besar (C-H, H-H, C-O) sudah terputus sehingga volume *tar* semakin banyak yang Peningkatan volume tar (*bio-oil*) disetiap temperatur terjadi karena semakin meningkatnya temperatur panas pada ruang *pyrolizer* maka semakin sempurna proses pembakaran didalam tabung *pyrolizer* sehingga menyebabkan volume *tar (bio-oil)* menjadi naik.

Dari gambar 2 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pirolisis maka volume *tar/bio-oil* semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan dengan bertambahnya temperatur maka volume *tar* juga meningkat pada pirolisis serbuk kayu mahoni [10].

### Analisa grafik hasil uji viskositas dan titik nyala

Berikut adalah grafik hasil uji variasi campuran 5% *bio-oil* disetiap temperatur dengan 95% solar dapat dilihat pada Gambar 3. Pengujian viskositas pada temperatur 40°C (ASTM D 445) dan titik nyala *flash point* (ASTM D93)

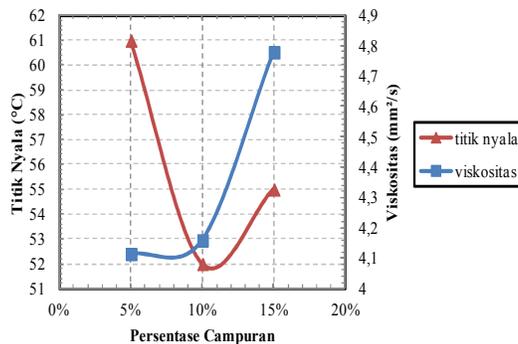


Gambar 3. Grafik hasil uji variasi campuran 5% bio-oil dengan 95% solar di setiip temperatur terhadap viskositas dan titik nyala

Pada Gambar 3. menunjukkan pengaruh variasi temperatur pirolisis terhadap viskositas pada suhu 40°C dan titik nyala. Pada Grafik 3. menunjukkan bahwa didapat nilai viskositas tertinggi pada temperatur 250°C dan 450°C sedangkan terendah pada temperatur 350°C dan 550°C. Sedangkan untuk hasil uji nilai titik nyala mengalami kenaikan disetiap variasi temperatur, diperoleh nilai titik nyala tertinggi

pada temperatur 450°C dan 550°C. Dari standar spesifikasi solar (ASTM D445 dan ASTM D93) yaitu viskositas standar antara 2,0 – 4,5 mm<sup>2</sup>/sec dan titik nyala standar min 52°C maka dari hasil pengujian dipilih pada temperatur pirolisis 450°C.

### Analisa grafik perbandingan persentase campuran yang optimal



Gambar 4. Grafik hasil uji persentase campuran *bio-oil* (450°C) terhadap viskositas dan titik nyala.

Berikut adalah grafik hasil uji perbandingan persentase campuran *bio-oil* dari temperatur yang terbaik (450°C) terhadap viskositas pada suhu 40°C dan titik nyala biosolar dengan variasi volume *tar (bio-oil)* 5, 10, 15%, dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4. menunjukkan hasil uji campuran *bio-oil* (450°C) dari temperatur yang terbaik kemudian di variasikan dengan perbandingan *volume* untuk mencari persentase yang optimal. Diperoleh hasil uji nilai viskositas pada suhu 40°C tertinggi pada campuran 15% *bio-oil* sedangkan yang terendah pada campuran 5% *bio-oil*. Semakin banyak persentase campuran *bio-oil* maka viskositas pada suhu 40°C semakin tinggi nilai viskositasnya. Untuk hasil uji nilai titik nyala tertinggi diperoleh pada campuran 5% *bio-oil* yang menghasilkan titik nyala sebesar 61°C, pada campuran 15% *bio-oil* menghasilkan nilai titik nyala sebesar 55°C, sedangkan hasil uji nilai titik nyala terendah pada campuran 10% *bio-oil* yang menghasilkan titik nyala sebesar 52°C.

Dari hasil pengujian campuran solar dan *bio-oil* terbaik yang paling mendekati

spesifikasi solar standar adalah campuran 5% *bio-oil* dan 95% solar.

### KESIMPULAN

Variasi temperatur berpengaruh terhadap volume *tar (bio-oil)* yang terbentuk. Dengan meningkatnya volume *bio-oil* dalam campuran biosolar maka semakin meningkat nilai viskositas dan titik nyala biosolar.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryono, Widy, *Perkembangan Komponen Otomotif Di Indonesia*, Jakarta: Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2014
- [2] Kuncahyo, Priohadi.dkk. 2013. Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel DiIndonesia. Surabaya: Institut Sepuluh November. Vol. 2, No. 1.
- [3] Majedi, Farid, Widya, Wijayanti, Hamidi, Nur kholis, "Parameter Kinetik *char* Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni (*Switenia Macrophylla*) Dengan Variasi Heating rate dan Temperatur," *Rekayasa Mesin*. Vol. 6, No. 1, pp. 1-7, 2015.
- [4] Harjono, A., *Teknologi Minyak Bumi*, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2007.
- [5] Akbar, Awhu, Painsdoman, R., Coniwanti, P., "Pengaruh Variabel Waktu Dan Temperatur Terhadap Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Kayu Pelawan (*Cyanometra Cauliflora*)," *Jurnal Teknik Kimia*, No. 1, Vol. 19, pp.1-8, 2013.
- [6] Widya M., Wirawan, Cahyono, M. Sigit, Ma'arif, S., Sukarjo, H.B., Wardoyo, "Pengaruh Suhu terhadap Rendemen dan Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis Sampah," *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)*, Vol. 1, No. 2, pp. 49-52, 2016.
- [7] Hidayat, Taufik, Qomaruddin, "Analisa Pengaruh Temperatur Pirolisis dan Bahan Biomassa Terhadap Kapasitas Hasil Pada Alat Pembuat Asap Cair," in seminar SNST, Universitas Wahis Hasyim Semarang 2105, 2015, pp. 29-34.
- [8] Beta C.D., Anggreini, Aries H., Dwi, Masykuri, Mohammad, "Rendemen Tar dalam pirolisis sampah kota dengan komposisi organik/anorganik (50%/50% W/W)," *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia (JKPK)*, Vol. 1, No. 3, pp. 186-195, 2016.
- [9] Santiyo, Wibowo, "Karakteristik Bio-Oil Dari Limbah Industri Hasil Hutan

- Menggunakan Pirolisis Cepat,” *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 34, No. 1, pp. 61-76, 2016.
- [10] Chandra K., Dody, Wijayanti, Widya, Widhiyanuriyawan, Denny, “Pengaruh Penggunaan Katalis (Zeolit) Terhadap *Kinetic Rate Tar* Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni (*Switenia Macrophylla*).” *Rekayasa Mesin*. Vol. 6, No. 1, pp. 19-25, 2015.