

Pemanfaatan Oli Bekas Sae 15w-40 Dengan Ekstrak Belimbing Wuluh

Muhammad Suhadak Jazuli⁽¹⁾, Margianto⁽²⁾, Sujatmiko⁽³⁾
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jl. Mt.Haryono No. 193 Malang, 65144, Indonesia

ABSTRAK

Kemajuan teknologi di berbagai bidang telah mempermudah kegiatan manusia dalam melakukan aktifitasnya, terutama di dalam bidang teknologi mesin. Hampir semua manusia menggunakan teknologi mesin disetiap harinya, seperti berkendara dengan mobil atau sepeda motor, mesin – mesin kendaraan bermotor dan pabrik-pabrik memerlukan minyak pelumas atau yang sering disebut dengan oli. Minyak pelumas adalah suatu zat yang disisipkan diantara dua permukaan yang bergerak secara relative agar dapat mengurangi gesekan antara kedua permukaan dan dapat memperpanjang umur mesin. sejalan dengan banyaknya mesin – mesin yang menggunakan minyak pelumas membuat jumlah limbah pelumas bekas meningkat. Banyak minyak bekas atau oli bekas yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dan mobil sering kali menimbulkan permasalahan baru. Penanganan minyak pelumas atau oli yang sudah tidak terpakai sering kali dilakukan dengan cara asal – asalan (dengan cara disimpan atau dengan cara dibuang sembarangan), dengan cenderung terabaikan. Meski minyak pelumas bekas masih dapat dimanfaatkan, tapi bila tidak dikelola dengan baik maka akan membahayakan lingkungan

Kata kunci :destilasi, viskositas, flash point, nilai kalor

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi di berbagai bidang telah mempermudah kegiatan manusia dalam melakukan aktifitasnya, terutama di dalam bidang teknologi mesin. Hampir semua manusia menggunakan teknologi mesin disetiap harinya, seperti berkendara dengan mobil atau sepeda motor, mesin – mesin kendaraan bermotor dan pabrik-pabrik memerlukan minyak pelumas atau yang sering disebut dengan oli. Minyak pelumas adalah suatu zat yang disisipkan diantara dua permukaan yang bergerak secara relative agar dapat mengurangi gesekan antara kedua permukaan dan dapat memperpanjang umur mesin. sejalan dengan banyaknya mesin – mesin yang menggunakan minyak pelumas membuat jumlah limbah pelumas bekas meningkat. Tercatat setiap hari pada bengkel – bengkel mobil dan motor setiap harinya dapat menghasilkan limbah oli bekas sekitar 26,4 liter per hari.

Banyak minyak bekas atau oli bekas yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dan mobil sering kali menimbulkan permasalahan baru. Minyak pelumas bekas sendiri sebenarnya mengandung sejumlah sisa – sisa hasil pembakaran yang bersifat asam dan korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik. Berdasarkan kandungan dan sifatnya, pelumas bekas termasuk kategori “ limbah berbahaya dan beracun (B3) “ yang dikeluarkan oleh kementrian lingkungan hidup.

Minyak pelumas atau oli adalah minyak pelumas mesin kendaraan maupun mesin produksi. Berdasarkan data yang diperoleh, kapasitas oli yang diproduksi pertamina adalah sekitar 450.000 kilo liter pertahun (2019), belum lagi tambahan kapasitas dari ratusan merek oli yang membanjiri pasaran pelumas tanah air, untuk konsumsi kendaraan bermotor industri dan perkapalan. Secara umum terdapat dua macam minyak pelumas bekas yang

dihasilkan Pertama, minyak pelumas industri (light industrial oil). Pelumas bekas industri relatif lebih bersih dan muda dibersihkan dengan perlakuan sederhana, seperti penyaringan dan pemanasan. Kedua minyak pelumas hitam berasal dari minyak pelumas otomotif. Pelumas ini dalam pemakaiannya mendapat beban thermal dan mendapat beban mekanis yang lebih tinggi. dalam oli hitam terkandung partikel logam dan sisa pembakaran.

Setelah pemakaian dalam jangka waktu yang lama sifat – sifat fisika dan kimia minyak pelumas mengalami perubahan karena temperature tinggi dan tekanan sehingga tidak memenuhi persyaratan lagi sebagai pelumas, terutama viskositasnya yang terlalu rendah. Sesudah dilakukan proses pembersihan dari kotoran minyak, minyak pelumas diharapkan mempunyai karakteristik yang mirip dengan bahan bakar diesel light diesel oil. Pelumas atau oli bekas mengandung sejumlah sejumlah zat yang bias mengotori udara, tanah dan air. Minyak bekas mengandung logam, larutan klorin, dan zat zat pencemaran lainnya. Satu liter minyak pelumas bekas dapat merusak jutaan liter air segar dari sumber air didalam tanah. Berdasarkan kriteria limbah yang dikeluarkan oleh kementerian lingkungan hidup, minyak pelumas bekas termasuk kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Meski minyak pelumas bekas masih dapat dimanfaatkan, tapi bila tidak dikelola dengan baik maka akan membahayakan lingkungan.

Minyak pelumas yang dipanaskan dalam temperature yang tinggi dalam keadaan tanpa oksigen menyebabkan oli terpecah menjadi berbagai campuran gas – gas dan cairan dapat diubah menjadi bahan bakar. Namun proses tradisional tidak dapat memanaskan secara merata sehingga proses perubahan bahan bakar menjadi sulit. Pada penelitian yang sudah ada yaitu menggunakan H_2SO_4 untuk mengubah minyak menjadi solar, dan masih membutuhkan bahan tambahan lainnya seperti lempung aktif 300 gram dan minyak tanah sebanyak 1,5 liter.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana sifat fisik bahan bakar cair yang berupa nilai kalor, nilai viskositas dan *flash point* dari perbandingan limbah oli mesin SAE 15W- 40.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan pada penelitian ini tidak meluas, maka dalam penulisan skripsi ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Limbah oli yang dipakai adalah limbah oli SAE 15W-40. Sedangkan belimbing wuluh yang digunakan adalah belimbing wuluh yang sedikit tua namun belum lunak dan berwarna hijau kekuningan.
2. Mengubah limbah oli bekas menjadi bahan bakar dengan cara mencampur belimbing wuluh.
3. Jumlah persentase belimbing wuluh yang digunakan sebesar 30%, dan 40%, untuk pencampuran yang 30% menggunakan belimbing wuluh 12ml dengan campuran oli 40ml sedangkan yang 40 % menggunakan belimbing wuluh 16ml dengan campuran oli 40ml.
4. Proses pencampuran oli bekas dengan belimbing wuluh dicampur didalam botol labu destilasi dengan cara belimbing wuluh diblender tanpa ditambah air kemudian di campur dengan oli bekas dengan presentase 30%, dan 40%, sedangkan proses pemisahan minyak menggunakan proses destilasi.
5. Karakteristik pembakaran yang diamati hanya nilai kalor, nilai viskositas dan *flash point*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah, untuk mengetahui sifat fisik bahan bakar cair yang berupa nilai kalor, nilai viskositas dan *flash point* dari perbandingan limbah oli mesin SAE 15W- 40.

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*). Metode ini digunakan untuk menguji suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih pengujian dengan perlakuan.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pada penelitian ini dilaksanakan di waktu dan tempat yang berbeda, yaitu pada :

1. Pengambilan data destilasi Waktu dan tanggal : Sabtu, 05 Desember 2020 Tempat : Laboratorium Fakultas MIPA Jurusan Biologi Universitas Brawijawa.
2. Pengambilan data karakteristik bahan bakar Waktu dan tanggal : Senin, 07 Desember 2020 Tempat : Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Brawijaya

2.3 Variabel Penelitian

Penelitian kali ini menggunakan tiga macam variabel, yaitu : Variabel bebas Variabel bebas merupakan variabel yang besarnya telah ditentukan dan tidak dipengaruhi variabel lain. Dalam penelitian kali ini, yang menjadi variabel bebas adalah variasi konsentrasi campuran belimbing wuluh yaitu 30%, dan 40%.

Persentase ini dihitung menggunakan rumus

$$\text{persentase (\%)} = \frac{\text{bagian}}{\text{seluruh}} \times 100$$

Oli bekas 40 ml dicampur dengan sari belimbing wuluh 12 ml, didapat perhitungannya :

$$\text{persentase (\%)} = \frac{12}{40} \times 100 = 30\%$$

Oli bekas 40 ml dicampur dengan sari belimbing

wuluh 16 ml, didapat perhitungannya :

$$\text{persentase (\%)} = \frac{16}{40} \times 100 = 40\%$$

Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya bergantung dari variabel bebas dan hasilnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Dalam penelitian kali ini variabel terikatnya adalah nilai viskositas, kalor dan flash point yang dihasilkan pada proses pembakaran masing-masing variasi campuran belimbing wuluh. Variabel kontrol (terkendali) Variabel terkendali adalah variabel yang besarnya telah ditentukan sebelum penelitian berlangsung dan bersifat konstan. Dalam penelitian ini variabel terkendalinya adalah :

1. Waktu destilasi, yang terbagi menjadi dua, yaitu :
 - Pada campuran 30%, rentang waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan campuran yang diinginkan (campuran jernih) selama 5 – 35 menit, sedangkan waktu 0 – 8 menit cairan masih kotor, dan pada waktu 35 – 60 menit sudah tidak mengeluarkan cairan.
 - Pada campuran 40%, rentang waktu yang dibutuhkan untuk mendapat campuran yang diinginkan (campuran jernih) selama 5 – 30 menit, sedangkan waktu 0 – 8 menit cairan masih kotor, dan pada waktu 30 – 60 menit sudah tidak mengeluarkan cairan.
2. Suhu destilasi, yang terbagi menjadi dua, yaitu :
 - Persentase 30% : 298°C
 - Persentase 40% : 307°C

2.4 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, ada dua proses yang dilakukan, yaitu proses destilasi dan pengujian karakteristik bahan bakar yang berupa pengujian nilai kalor, viskositas dan *flash point*. Adapun

peralatan yang digunakan adalah, sebagai berikut:

Peralatan destilasi

1. Thermometer



Thermometer biasanya digunakan untuk mengukur suhu uap zat cair yang di destilasi selama proses destilasi berlangsung. Syarat thermometer yang digunakan adalah:

- a. Berskala suhu tinggi yang diatas titik didih zat cair yang akan di destilasi.
- b. Ditempatkan pada labu destilasi atau steel head dengan ujung atas reservoir HE sejajar dengan pipa penyalur uap ke kondensor.

2. Heater mantel



Heater mantel digunakan sebagai pemanas yang berbentuk melingkar melingkupi labu pemanas cairan. Heater mantel memiliki control suhu yang dapat disesuaikan untuk mengatur suhu yang diperlukan untuk pemanasan.

3. Kondensor



Kondensor atau pendingin balik adalah peralatan gelas laboratorium yang digunakan untuk proses refluks (pemanasan dengan pendinginan balik) dalam proses destilasi. Alat ini dapat mengubah uap – uap yang masuk dari kondensor menjadi cairan dengan melalui proses pendinginan didalamnya, kemudian cairan tersebut akan keluar dari sisi lain kondensor.

4. Selang

Selang yang digunakan adalah selang karet berukuran kecil sesuai dengan lubang pada kondensor. Selang ini berfungsi untuk mengalirkan air pada kondensor yang berfungsi sebagai pendingin agar uap-uap destilasi dapat mengembun sebagai destilat yang akan menetes dan ditampung pada Erlenmeyer.



Pemasangan selang untuk air masuk dilewatkan dari lubang kondensor bagian bawah, sedangkan selang untuk pengeluaran air ditempatkan pada lubang kondensor bagian atas. Hal ini untuk menghindari shock temperature dari uap hasil pemanasan karena air yg dingin berada d bawah dan uap yang panas berada di atas. Apabila air dingin tersebut sudah ditempatkan diatas dan langsung

kontak dengan uap yang panas, maka dikhawatirkan alat destilasi akan retak.

5. Kabel listrik



Kabel listrik yang digunakan ini sebagai pengalir listrik untuk menyalakan heating mantel dan menyalakan regualator air yang dialirkan ke kondensor melalui selang.

6. Gelas ukur



Gelas ukur adalah peralatan laboratorium umum yang digunakan untuk mengukur volume cairan. Alat ini memiliki bentuk silinder dan setiap garis penanda pada gelas ukur mewakili jumlah cairan yang telah terukur. Gelas ukur pada percobaan ini digunakan untuk mengukur banyaknya sampel oli SAE dan mengambil cairan ekstrak beimbang wuluh.

7. Gelas kimia



Gelas beker adalah sebuah wadah penampung yang digunakan untuk mengaduk, mencampur, dan memanaskan cairan yang biasanya digunakan dalam laboratorium. Gelas piala secara umum berbentuk silinder dengan dasar yang rata dan tersedia dalam berbagai ukuran, mulai dari 1 mL sampai beberapa liter. Sebagian besar juga memiliki corot kecil (atau "paruh") untuk membantu menuangkan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Alat ini digunakan untuk menampung cairan oli SAE ataupun cairan ekstrak belimbing wuluh. Serta sebagai tempat cairan HCl.

8. Elenmeyer



Elenmeyer juga dikenal sebagai labu berbentuk kerucut, adalah jenis labu laboratorium yang banyak digunakan. Memiliki tubuh berbentuk kerucut, leher silinder dan dilengkapi dengan dasar yang datar. Alat ini digunakan untuk menampung destilat yang menetes dari proses destilasi agar tidak mudah menguap.

9. Pipet tetes



Pipet tetes adalah jenis pipet yang berupa pipa kecil terbuat dari plastik atau kaca dengan ujung bawahnya agak meruncing dengan ujung atasnya ditutupi karet. Berguna untuk mengambil cairan dalam skala tetesan kecil, saat melakukan percobaan reaksi kimia di laboratorium, bahan yang kita perlukan jumlahnya tidaklah terlalu besar sehingga tidak bisa diukur dengan alat ukur yang berskala. Untuk keperluan itu maka digunakan pipet tetes. Pipet tetes ini hanya bisa digunakan untuk bahan yang bersifat cair. Jika ada bahan padatan yang harus diukur menggunakan pipet tetes, maka padatan tersebut harus terlebih dahulu di larutkan. Pada percobaan ini pipet digunakan untuk mengambil atau menambah cairan oli SAE, ekstrak belimbing wuluh dan HCl dalam jumlah tetes-tetes.

10. Dirigen



Dirigen plastik digunakan untuk menampung oli SAE dari tempat pengambilan dalam jumlah besar.

Dibawah ini adalah gambar instalasi dari alat destilasi:



Gambar Alat destilasi

Keterangan :

1. Thermometer
2. Tabung labu destilasi
3. Heater
4. Lubang masuk cairan destilasi
5. Lubang keluar air kondensor
6. Kondensor
7. Lubang masuk air kondensor
8. Lubang keluar cairan hasil destilasi
9. Erlenmeyer

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Data yang diperoleh pada saat pengujian merupakan data karakteristik bahan bakar dari penambahan ekstrak belimbing wuluh pada oli bekas. Persentase ekstrak belimbing wuluh yang ditambah kedalam oli bekas sebesar, 30% dan 40%. Data hasil penelitian berupa nilai kalor, viskositas dan *flash point*, yang diperoleh dari pengujian menggunakan alat *bomb calorimeter* untuk pengujian kalor, Herzog Saybolt ASTM D88 untuk pengujian viskositas dan *flash point tester* untuk pengujian *flash point*.

Sebelum melalui pengujian kalor, viskositas dan *flash point*, campuran dari ekstrak belimbing wuluh dengan oli bekas harus melewati proses destilasi terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan untuk memurnikan campuran ekstrak belimbing wuluh dengan oli bekas pada titik didihnya dan memisahkan cairan dari zat padat. Untuk lebih jelas, berikut gambar hasil pengolahan dari pencampuran ekstraksi belimbing wuluh

dan oli bekas yang telah melalui proses destilasi.

3.2 Tabel Data

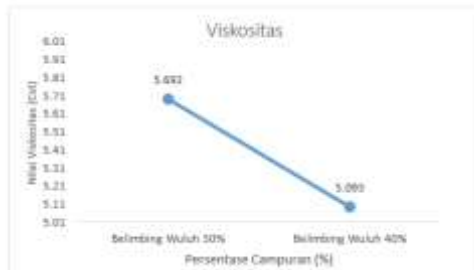
Tabel dibawah menunjukkan pengaruh dari penambahan ekstrak belimbing wuluh kedalam oli bekas terhadap karakteristik bahan bakar yang meliputi kalor, viskositas dan *flash point*.

Persentase Ekstrak Belimbing Wuluh	Nilai Kalor (Kalori/gram)	Viskositas		Flash Point (°C)
		(cSt)	(SAE)	
Ekstrak Belimbing Wuluh 30%	10814,094	5,692	0W	27
Ekstrak Belimbing Wuluh 40%	10932,234	5,493		20

Sumber : Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.

3.3 Analisis dan Pembahasan

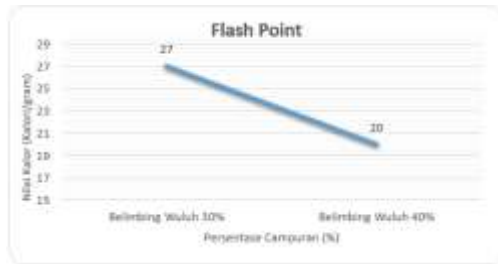
- Penambahan Ekstrak Belimbing Wuluh Terhadap Nilai Viskositas Oli Bekas.



Pada persentase penambahan ekstrak belimbing wuluh 30% didapat nilai viskositas sebesar 5,692 cst (0W), persentase penambahan ekstrak belimbing wuluh 40% sebesar 5,493 cst (0W). Dari nilai viskositas tersebut, dapat dilihat terjadi penurunan nilai viskositas seiring bertambahnya persentase ekstrak belimbing wuluh yang dicampurkan ke oli bekas. Hal ini dikarenakan nilai viskositas ekstrak belimbing wuluh lebih kecil dibanding oli bekas. Viskositas sangat berpengaruh terhadap kecepatan penguapan suatu bahan bakar, karena

semakin kecil viskositas suatu bahan bakar, maka semakin cepat pula proses otmisasi bahan bakar tersebut. Bahan bakar yang memiliki nilai viskositas yang lebih rendah, memungkinkan pembentukan deposit karbon pada mesin dapat dikurangi dan keawetan peralatan injeksi tetap terjaga, selain itu pendistribusian bahan bakar akan lebih mudah karena daya pompa yang dibutuhkan untuk membawa bahan bakar dari tanki keruang bakar lebih kecil. Oli bekas SAE 15W-40 yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis oli multigrade, yang berarti kekentalanya tidak terpengaruhi oleh adanya perubahan temperatur, dengan kata lain oli ini memiliki dua tingkat kekentalan yang membuat oli ini akan bertahan pada suhu terendahnya sebesar -15°C sampai dengan -20°C ditunjukan dengan nilai SAE 15W dan bertahan di suhu tertingginya sebesar 150°C ditunjukan dengan nilai SAE 40. Sedangkan pada bahan bakar sendiri harus memiliki viskositas yang tetap, dengan kata lain singlegrade. Hal ini dikarenakan pada suhu tertingginya bahan bakar harus terbakar. Pada penelitian ini, penggunaan campuran ekstrak belimbing wuluh dapat merubah viskositas oli yang sebelumnya multigrade menjadi singlegrade. Pada campuran ekstrak belimbing wuluh 30% didapat nilai viskositas sebesar 5,692 cst (0W), pada campuran ekstrak belimbing wuluh 40% didapat nilai viskositasnya sebesar 5,493 cst (0W). Bila satuan (cst) ini dirubah ke SAE akan didapat nilai SAE 0W, baik campuran ekstrak belimbing wuluh 30% dan 40%. Hal ini dikarenakan jarak rentang nilai viskositasnya sangat kecil.

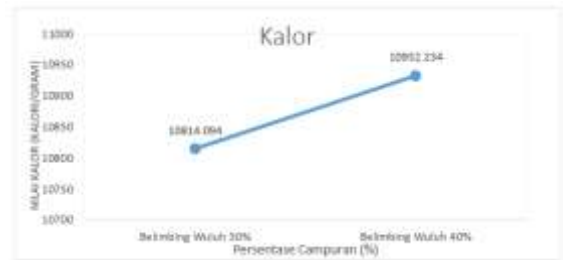
- Penambahan Ekstrak Belimbing Wuluh Terhadap *Flash Point* Oli Bekas.



Berdasarkan gambar dapat dilihat terjadi penurunan nilai *flash point* seiring bertambahnya persentase ekstrak belimbing wuluh yang dicampur kedalam oli bekas. Adapun nilai *flash point* yang diperoleh dari persentase penambahan ekstrak belimbing wuluh 30% dan 40% sebesar 27°C, dan 20°C. Penurunan *flash point* ini dikarenakan adanya hubungan dengan nilai viskositas dari pencampuran ekstrak belimbing wuluh dengan oli bekas tersebut. semakin kecil nilai viskositas suatu bahan bakar, akan membuat bahan bakar tersebut mudah beratomisasi atau dengan kata lain bahan bakar tersebut mudah di injeksi, dengan bahan bakar yang mudah di injeksi akan membuat proses penguapan (evaporasi) menjadi cepat, karena bahan bakar sudah dalam bentuk butiran halus, bila proses penguapan semakin cepat akan menyebabkan nilai *flash point* pada bahan bakar menjadi kecil, karena proses penguapan bahan bakar dari suhu terendah sampai menguap bercampur dengan udara terjadi dengan cepat.

Flash point adalah suhu terendah saat bahan bakar tersebut dapat menguap untuk membentuk campuran yang bisa menyulut api di udara dengan kata lain bahan bakar yang mudah menguap akan membuat nilai *flash point* menjadi kecil karena bahan bakar tersebut sudah bisa menyulut api disuhu rendah. Bahan bakar yang memiliki nilai *flash point* yang semakin kecil akan membuat bahan bakar tersebut mudah menyala.

- Penambahan Ekstrak Belimbing Wuluh Terhadap Nilai Kalor Oli Bekas.



Berdasarkan gambar dapat dilihat semakin banyak ekstrak belimbing wuluh yang dicampurkan akan membuat nilai kalor oli bekas semakin naik. Adapun nilai kalor yang diperoleh dari persentase pencampuran ekstrak belimbing wuluh 30% dan 40% sebesar, 10814,094 kal/gram dan 10932,234 kal/gram. Kenaikan nilai kalor ini dipengaruhi oleh nilai *flash point* dari campuran ekstrak belimbing wuluh dengan oli bekas. Bahan bakar yang memiliki *flash point* yang lebih rendah akan membuat bahan bakar tersebut lebih mudah terbakar, hal ini dikarenakan bahan bakar lebih cepat bereaksi dengan udara yang mengakibatkan bahan bakar tersebut lebih cepat menguap dan terbakar. Bahan bakar yang mudah terbakar akan membuat laju pelepasan panas pada bahan bakar tersebut lebih besar.

KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan berbagai jumlah penambahan persentase ekstra belimbing wuluh yang dicampurkan kedalam oli bekas dan dilakukan pengujian viskositas, *flash point* dan kalor, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin banyak persentase ekstrak belimbing wuluh yang ditambahkan kedalam oli bekas akan membuat viskositasnya menjadi turun. Penurunan viskositas terendah terdapat pada penambahan persentase

- ekstrak belimbing wuluh sebanyak 40%, dengan nilai viskositas yang didapat sebesar 5,493 cst. Jadi semakin banyak ekstrak belimbing wuluh yang dicampur ke dalam oli bekas akan membuat nilai viskositas oli bekas menjadi turun. Hal ini dikarenakan ekstrak belimbing wuluh memiliki viskositas lebih rendah dibanding oli bekas dan juga akibat penambahan HCl yang membuat residu – residu yang ada di oli bekas berkurang.
2. Semakin banyak persentase ekstrak belimbing wuluh yang ditambah kedalam oli bekas akan membuat nilai *flash point* menjadi turun. Penurunan nilai *flash point* terendah terdapat pada penambahan persentase ekstrak belimbing wuluh sebanyak 40%, dengan nilai *flash point* yang didapat sebesar 20°C. Jadi semakin banyak persentase penambahan ekstrak belimbing wuluh kedalam oli bekas akan membuat nilai *flash point* menjadi turun. Hal ini dikarenakan akibat adanya penurunan viskositas pada penambahan ekstrak belimbing wuluh.
 3. Semakin banyak persentase ekstrak belimbing wuluh yang ditambah kedalam oli bekas akan membuat nilai kalornya naik. Kenaikan nilai kalor tertinggi terdapat pada penambahan persentase ekstrak belimbing wuluh sebanyak 40%, dengan nilai kalor yang didapat sebesar 10932,234 kalori/gram. Jadi semakin banyak ekstrak belimbing wuluh yang ditambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifudin, M.A. 2018. Pengaruh Persentase Penambahan Minyak Kayu Putih Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Kelapa. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Islam Malang.*
- Kadarohman, A. 2009. Ekplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar. Jurnal Pengajaran. 14 (2): 121-14.*
- Miftahuddin. 2009. Rancangan Bangun Elemen Pemanasan Bahan Bakar Minyak Kelapa untuk Motor Bakar Diesel dengan Memanfaatkan Panas Gas Buang. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.*
- Misbachudin., Yuliati, L., Novareza, O. 2017. Pengaruh Persentase Biodiesel Minyak Nyamplung – Solar Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet. Jurnal Rekayasa Mesin. 8 (1): 9-14.*
- Raharjo, W.P. 2009. Pemanfaatan Oli Bekas Dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar Pada Atomizing Burner. Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi. 10 (2): 156-168.*
- Suparta, I.N., Guhhri, A., Septiadi, W.N. 2015. Daur Ulang Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Diesel Dengan Proses Pemurnian Menggunakan Media Asam Sulfat Dan Natrium Hidroksida. Jurnal METTEK. 1 (2): 9-19.*