

PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK BIJI SRIKAYA DAN MINYAK BIJI OKRA PADA BAHAN BAKAR SOLAR TERHADAP UNJUK KERJA MESIN DIESEL

Christian Ari Sugiarto¹⁾, Dr. Willyanto Anggono, S.T., M.Sc.²⁾, Fandi Dwiputra Suprianto, S.T., M.Sc.³⁾

Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra^{1,2,3)}

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2,3)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2,3)}

E-mail : m24413060@john.petra.ac.id¹⁾, willy@petra.ac.id²⁾, fandi@petra.ac.id³⁾

Abstrak

Selama ini bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan energy berasal dari minyak bumi, gas alam dan batu bara telah digunakan secara berlebihan untuk memenuhi kebutuhan energi dunia. Sebagai bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, penggunaan bahan bakar ini secara terus menerus akan menyebabkan terjadinya kelangkaan bahan bakar di masa yang akan datang. Untuk menghadapi masalah tersebut, para peneliti telah melakukan berbagai cara untuk mengefisiensikan penggunaan bahan bakar fosil dan juga berusaha untuk menemukan bahan bakar alternatif lainnya. Biodiesel merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Biodiesel yang digunakan untuk penelitian berasal dari limbah biji srikaya dan biji okra. Pada penelitian ini biji srikaya dan okra di ekstrak menggunakan alat *soxhlet* dengan memakai pelarut n-heksana. Untuk menghasilkan metil ester dilakukan dengan cara transesterifikasi menggunakan KOH 1% dan methanol 20% dari berat minyak dan diaduk dengan kecepatan 400rpm selama 1 jam. Dari hasil pengujian biodiesel campuran B10 dan B20 srikaya dan okra yang memenuhi standar dari Dirjen Migas hanya biodiesel campuran B10 srikaya, B20 srikaya dan B10 okra. Hasil uji performansi B-10 srikaya menghasilkan nilai puncak daya 40,55 Hp, torsi 138,77 Nm, BMEP 70014,55 Kg/m², sfc 0,41 Kg bahan bakar/Hp.jam., dan efisiensi termal 29,73%. Hasil uji performansi B-20 srikaya menghasilkan nilai puncak daya 40,86Hp, torsi 138,77 Nm, BMEP 70014,55 Kg/m², sfc 0,37Kg bahan bakar/Hp.jam., dan efisiensi termal 29,46%. Hasil uji performansi B-10 okra menghasilkan nilai puncak daya 41,43 Hp, torsi 142,17 Nm, BMEP 70015,71 Kg/m², sfc 0,39 Kg bahan bakar/Hp.jam., dan efisiensi termal 32,66%

1. Pendahuluan

Di masa mendatang, kebutuhan akan minyak solar dipastikan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Menurut CEI (Center for Energy Information) (2002), diperkirakan pada tahun 2010 jumlah kebutuhan minyak solar untuk sektor transportasi di Indonesia meningkat menjadi 18,14 milyar liter dari sebelumnya 13,12 milyar liter pada tahun 2005. Upaya peningkatan produksi minyak bumi dirasa bukanlah solusi yang tepat karena minyak bumi tidak dapat diperbarui dan pendirian kilang termasuk investasi yang padat modal. Untuk itu, perlu segera dicari bahan bakar cair alternatif untuk memenuhi kebutuhan minyak solar Indonesia.

Sehingga Pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan Instruksi Presiden No.10 tahun 2005 mengenai penghematan penggunaan energi, Instruksi Presiden No 1 tahun 2006 mengenai penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (biofuel) dan Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 mengenai Kebijakan Energi Nasional. Bahan bakar organik atau bahan bakar yang dapat diperbarui merupakan dari bahan sumber daya alam seperti tumbuhan dan bahan bakar ini tidak akan pernah habis. Indonesia merupakan negara tropis dan banyak sekali tumbuhan di Indonesia yang dapat menghasilkan minyak nabati, biji dari tumbuhan tersebut yang mengandung minyak. Seperti kelapa, karet, sawit, jagung, kapok merupakan tanaman yang dapat menghasilkan minyak nabati

sebagai bahan bakar alternatif untuk solar dan dikenal sebagai biodiesel jika diproses secara kimia. Para ilmuwan memanfaatkan kelebihan yang ada pada Indonesia untuk memproduksi bahan bakar minyak organik dari tanaman tersebut untuk menggantikan bahan bakar fosil yang diperkirakan segera habis.

Ide penggunaan bahan bakar nabati sebagai bahan baku biodiesel yang berkembang, karena adanya potensi besar terhadap penggunaannya diberbagai bidang sebagai pengganti bahan diesel konvensional. Salah satu sumber minyak nabati yang belum maksimal pemanfaatannya dari biji buah-buahan, misalnya biji srikaya (*Annona Squamosa*) dan biji okra (*Hibiscus esculentus*). Srikaya merupakan tanaman yang berasal dari Karibia, Amerika, Jamaika, Pakistan, India. Pada buah srikaya yang dimanfaatkan adalah buahnya untuk dikonsumsi, tetapi biji srikaya tersebut hanya terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan. Tanaman srikaya selama ini hanya digunakan untuk konsumsi pangan dan kesehatan, akan tetapi biji pada buah srikaya bermanfaat digunakan sebagai biodiesel. Biji srikaya termasuk jenis biji non pangan (*non edible*). Buah srikaya termasuk berbiji banyak dengan susunan biji berjajar dan berderet bijinya berukuran 1cm x 1cm, berwarna coklat kehitaman dan berkilap. Biji srikaya tersebut memiliki kandungan minyak sebesar 15-20% dari berat kering. Dalam proses konvensional untuk memproduksi biodiesel dengan proses ekstraksi

minyak, pemurnian, dan transesterifikasi. Ekstraksi minyak biji srikaya (*Annona Squamosa seed oil*) dengan mengeluarkan biji srikaya dari kulit dan buahnya, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari atau oven sampai kering. Selanjutnya biji srikaya digiling sampai halus setelah itu diekstrak dengan larutan N-Heksana dengan komposisi 100g biji srikaya yang telah ditumbuk dan 500ml pelarutnya dengan menggunakan peralatan soxhlet pada temperature 75°C selama 8 jam. Setelah dilakukan ekstraksi dari biji srikaya kemudian dilakukan proses pemurnian dengan menambahkan kalium hidroksida (KOH) dan etanol 96%. Maka dilanjutkan proses transesterifikasi untuk mendapatkan hasil dari metil ester dengan cara mencampurkan rasio mol minyak : metanol 1:9 dengan kalium hidroksida (KOH) 0,5% sebagai katalis selama 1 jam. Kemudian akan terbentuk 2 lapisan dari metil ester dan gliserol, pada lapisan atas terbentuk metil ester dan lapisan bawah adalah gliserol. Pada metil ester tersebut diambil dan digunakan menjadi biodiesel.

Sedangkan standard biodiesel from *Annona Squamosa seed oil* dan standart value of biodiesel, sebagai tabel berikut:

Properties of *A. squamosa* biodiesel in comparison with ASTM standards.

Property	Units	Testing procedure ASTM	Annona squamosa bio-diesel	Bio-diesel standards
Specific gravity	-	D4052	0.89	0.87-0.9
Viscosity@40°C	mm ² /s	D445	4.5	1.9-6
Rash point	°C	D93	158	130
Cloud point	°C	D2500	7	-3 to 12
Pour point	°C	D97	3	-15 to 10
Acid value	mg KOH	D664	0.3	0.8 max
Cetane number	-	D613	58	47 min
Ca & Mg	ppm	D 4951	4.0	max 5
Water & sediments	vol.%	D 2790	0.03	max 0.05

Gambar 1.1 Tabel standart ASTM biji srikaya

Sedangkan standard biodiesel from *Hibiscus esculentus seed oil* dan standart value of biodiesel, sebagai tabel berikut:

Properties of okra oil methyl esters (OOMEs) in comparison with biodiesel standards.

Property	OOMEs	ASTM D6751	EN 14214
Cetane number	55.2 ± 2.00	47 min	51 min
Kinematic viscosity (mm ² /s; 40 °C)	4.01 ± 0.10	1.9-6.0	3.5-5.0
Oxidative stability (h)	1.71 ± 0.15	3 min	6 min
Lubricity (HRRR; µm)	138 ± 3.50	- ^a	- ^b
Cloud point (°C)	1.00 ± 0.10	Report	- ^b
Pour point (°C)	2.00 ± 0.12	- ^c	- ^b
Cold filter plugging point (°C)	1.00 ± 0.10	- ^c	- ^b
Flash point (°C)	156 ± 3.80	93 min	120 min
Sulfur content (%)	0.012 ± 0.001	0.05 max	-
Ash content (%)	0.010 ± 0.001	0.02 max	0.02 max
Acid value (mg KOH/g)	0.39 ± 0.05	0.50 max	0.50 max
Copper strip corrosion (50 °C, 3 h)	1a	No. 3 max	No. 1 min
Density (25 °C), kg/m ³	876 ± 14.9	-	860-900
Methanol content (%)	0.181 ± 0.004	-	0.2 max
Free glycerin (%)	0.012 ± 0.001	0.020 max	0.020 max
Total glycerin (%)	0.220 ± 0.020	0.240 max	0.250 max
Ester contents (%)	97.09 ± 2.39	-	96.5% min
Monoglyceride (%)	0.38 ± 0.05	-	0.80% max
Diglyceride (%)	0.13 ± 0.02	-	0.20% max
Triglyceride (%)	0.07 ± 0.01	-	0.20% max

Gambar 1.2 Tabel standart ASTM biji okra

Okra merupakan tanaman yang berasal dari India. Pada sayuran okra yang dimanfaatkan adalah buahnya untuk dikonsumsi, tetapi biji okra tersebut hanya terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan. Tanaman okra selama ini hanya digunakan untuk konsumsi pangan dan kesehatan, akan tetapi biji pada sayuran okra bermanfaat digunakan sebagai biodiesel. Biji okra termasuk jenis biji non pangan (*non edible*). Sayuran okra termasuk berbiji banyak dan berwarna hitam kecoklatan. Biji okra tersebut memiliki kandungan minyak sebesar 47,4% dari berat kering. Dalam proses konvensional untuk memproduksi biodiesel dengan proses ekstraksi minyak, pemurnian, dan transesterifikasi. Ekstraksi minyak biji okra (*Hibiscus esculentus seed oil*) dengan mengeluarkan biji okra dari buahnya, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari atau oven sampai kering. Selanjutnya biji okra digiling sampai halus setelah itu diekstrak dengan larutan N-Heksana dengan komposisi 100g biji okra yang telah ditumbuk dan 500ml pelarutnya dengan menggunakan peralatan soxhlet pada temperature 75°C selama 8 jam. Setelah dilakukan ekstraksi dari biji srikaya kemudian dilakukan proses pemurnian dengan menambahkan kalium hidroksida (KOH) dan etanol 96%. Maka dilanjutkan proses transesterifikasi untuk mendapatkan hasil dari metil ester dengan cara mencampurkan rasio mol minyak : metanol 1:9 dengan kalium hidroksida (KOH) 0,5% sebagai katalis selama 1 jam. Kemudian akan terbentuk 2 lapisan dari metil ester dan gliserol, pada lapisan atas terbentuk metil ester dan lapisan bawah adalah gliserol. Pada metil ester tersebut diambil dan digunakan menjadi biodiesel.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian dan percobaan ini telah dilakukan di Universitas Kristen Petra surabaya. Sebelum melakukan pengestrakan biji hal pertama yang harus dilakukan adalah pengeringan biji buah di bawah sinar matahari kurang lebih selama tujuh hari atau sampai benar-benar kering. Selanjutnya biji dihaluskan dengan cara ditumbuk menjadi bubuk untuk proses pengestrakan. Langkah berikutnya mempersiapkan alat dan bahan, alat yang digunakan adalah timbangan digital, gelas ukur, corong, *soxhlet*, kompor listrik, panci kecil, selang air, ember, pompa air kecil, kertas saring. Bahan yang digunakan adalah biji alpukat yang telah kering dan N-Heksana. Pada pengestrakan dilakukan dengan metode soxhlet. Lama proses pengestrakan memakan waktu 1-2 jam, dan membutuhkan berat serbuk biji 80-90 gram, berat N-Hexana dua kali lipat dari berat biji yang dimasukan. Setelah proses soxhlet, maka didapatkan minyak biji srikaya dan dan minyak biji okra yang masih bercampur N-Heksana dan dilakukan proses pemurnian minyak biji srikaya dan minyak biji okra dengan menggunakan alat rotary evaporator untuk memisahkan N-Heksana yang ada pada minyak tersebut. Proses rotary evaporator membutuhkan suhu pemanas 60°C dan waktu selama 30-45 menit. Proses

ini berjalan didapatkan N-Heksana yang terpisah dari minyak dan N-Heksana dapat digunakan kembali proses transesterifikasi.

Setelah mendapatkan minyak nabati biji srikaya dan minyak biji okra, maka dilakukan proses transesterifikasi. Alat yang dibutuhkan adalah *magnetic hotplate stirrer*, termometer, *aluminium foil*, dan batang *stirrer*. Bahan yang digunakan adalah metanol dengan kadar kemurnian 99,9%, NaOH, dan minyak biji srikaya dan minyak biji okra. Pada proses transesterifikasi minyak biji srikaya dan minyak biji okra menggunakan KOH sebanyak 1% dari berat minyak dan metanol 20% dari berat minyak. Melarutkan terlebih dahulu KOH ke metanol dengan menggunakan magnetic stirrer disamping itu dilakukan juga pemanasan minyak biji srikaya dan minyak biji okra sampai dengan suhu 60°C. Bila keseluruhan KOH sudah terlarut, maka tahap selanjutnya adalah mencampur larutan tersebut dengan minyak biji srikaya dan minyak biji okra menggunakan magnetic hotplate stirrer dengan suhu 60°C dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm yang dilakukan selama 1,5 jam.



Gambar 2.1. Alat magnet stirrer

Setelah minyak biji srikaya dan minyak biji okra selesai proses transesterifikasi, minyak didiamkan selama 24 jam atau lebih hal ini dilakukan untuk memisahkan metil ester dan gliserol. Gliserol yang terpisah dapat dijadikan produk sampingan yaitu sabun.

Pencampuran metil ester dengan solar dilakukan dengan persentase volume metil ester sebesar 10% dan 20% lalu dilakukan pengujian karakteristik fisik dari kandungan campuran tersebut di Laboratorium UPPS Pertamina Surabaya. Pengujian karakteristik terdiri dari beberapa parameter yaitu *Density* ASTM D-1298, Viskositas kinematik ASTM D-445, *Flash Point* ASTM D-94, *Pour Point* ASTM D-97, Kandungan sulfur ASTM D-4294, Pengujian warna ASTM D-6304, Kandungan air ASTM D-6304, Index Setana Number ASTM D-4737, dan Distilasi ASTM D-86. Semua pengujian dilakukan dengan standar dari Dirjen Migas yaitu ASTM (*American Society for Testing and Material*).

Pengujian unjuk kerja mesin dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Universitas Kristen Petra Surabaya dengan menggunakan *water brake dynamometer* dan mesin diesel dengan metode pengereman konstan dan RPM berubah.



Gambar 2.2. Mesin Diesel ISUZU4JA-1, OHV

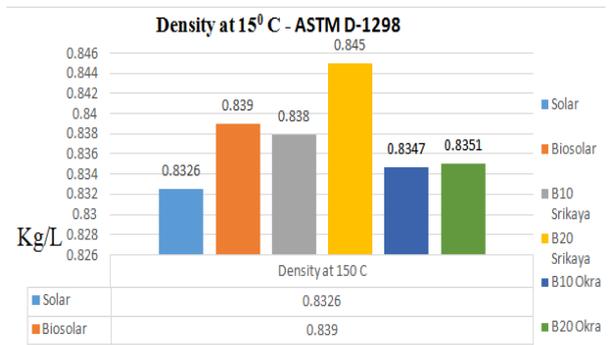


Gambar 2.3. Water brake Dynamometer

3. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Uji Karakteristik

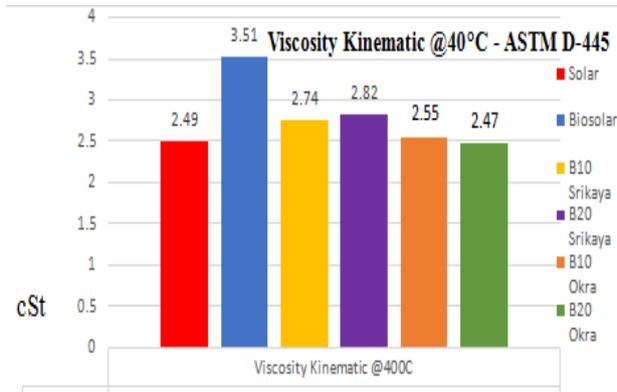
Hasil sampel biodiesel campuran minyak biji srikaya dan minyak biji okra diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium UPPS milik Pertamina Surabaya. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan standar dari *American Standard Testing and Material* (ASTM). Hasil dari uji fisik digunakan sebagai parameter awal berhasil atau tidaknya penelitian yang telah dilakukan. Bila data hasil uji fisik menunjukkan nilai yang masuk dalam standar bahan bakar diesel, maka sampel yang digunakan dalam percobaan aman dalam pemakaiannya motor diesel.



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan *Density* Antar Bahan Bakar

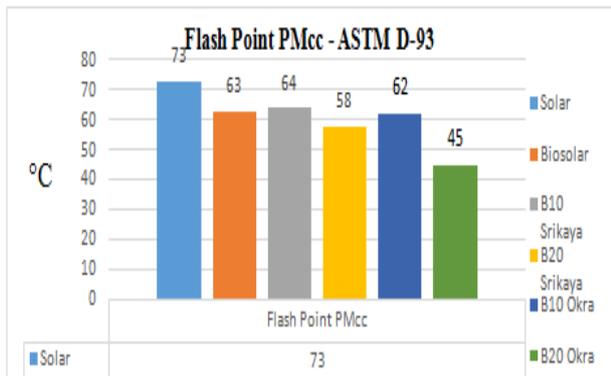
Dari data pada gambar 3.1. dapat diketahui bahwa solar mempunyai nilai 0,8326 yang paling rendah diantara lainnya, sedangkan biosolar SPBU dan Biosolar B10

mempunyai *density* yang sama dengan nilai 0,839, B20 srikaya mempunyai *density* tertinggi dengan nilai 0,845 dan B10 okra B20 okra memiliki hasil yang sama 0,83. *Density* dari bahan bakar berpengaruh terhadap kemampuan kerja injektor, semakin tinggi nilai dari *density* maka kemampuan pengabutan bahan bakar semakin tinggi. *Density* berbanding lurus terhadap viskositas kinematik. Hal ini dapat membuat kualitas pembakaran menurun



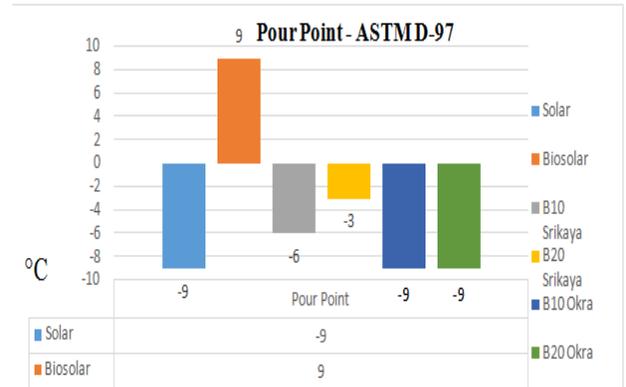
Gambar 3.2. Grafik Viskositas Tiap Bahan Bakar

Dari data pada gambar 3.2. di dapatkan bahwa solar murni memiliki nilai viskositas paling rendah dengan nilai 2,49. Sedangkan biosolar SPBU mempunyai nilai viskositas tertinggi dengan nilai 3,51. Sedangkan B10 srikaya mempunyai nilai 2,74, dan B20 mempunyai nilai 2,82. Sedangkan B10 okra 2,55 dan B20 2,47. Semakin tinggi nilai *viscosity kinematic*, maka bahan bakar semakin kental sehingga membuat kerja dari injektor semakin berat dan membuat performa mesin menjadi menurun



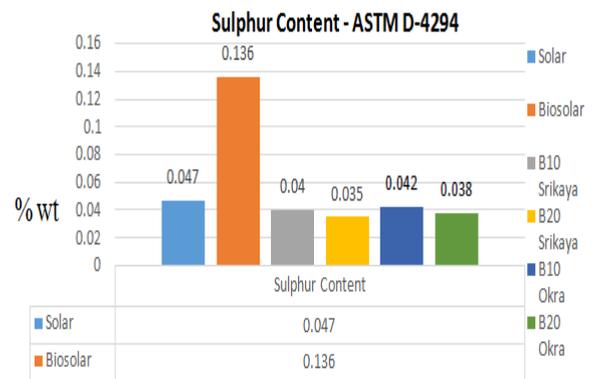
Gambar 3.3. Grafik Flash Point Tiap Bahan Bakar.

Dari data flash point pada gambar 3.3. bahwa Biosolar B20 srikaya mempunyai titik flash point paling rendah dengan nilai 58°C. Sedangkan B10 srikaya dan biosolar SPBU memiliki selisih 1 angka dimana B10 lebih tinggi. Sedangkan B10 okra lebih tinggi dari B20 okra. Sedangkan solar murni mempunyai nilai paling tinggi dengan nilai 73°C. Flash point berpengaruh terhadap penyalaan dari bahan bakar.



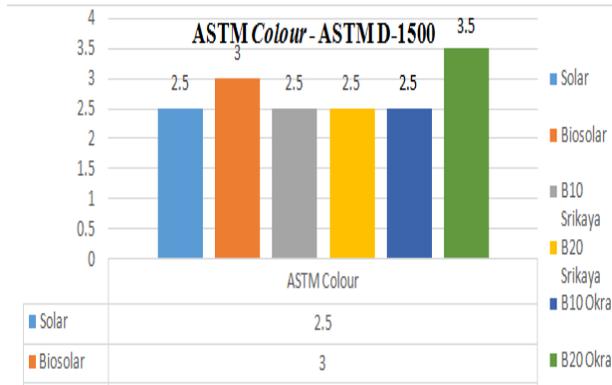
Gambar 3.4. Grafik Pour Point Tiap Bahan Bakar.

Dari data gambar 3.4. diketahui bahwa solar, B10 okra dan B20 okra mempunyai angka pour point paling rendah dengan nilai -9°C. Sedangkan biosolar pertamina mempunyai angka kebalikan dari solar murni dengan nilai 9°C. Nilai pour point yang dimiliki oleh B10 srikaya dan B20 srikaya beselisih 3 angka, dimana B10 srikaya mempunyai nilai -6°C, sedangkan B20 okra -3°C. Karakteristik ini mempengaruhi titik beku pada suatu bahan bakar. Jika nilai *pour point* tinggi maka akan menyebabkan mesin sulit untuk dihidupkan pada suhu yang rendah atau minus.



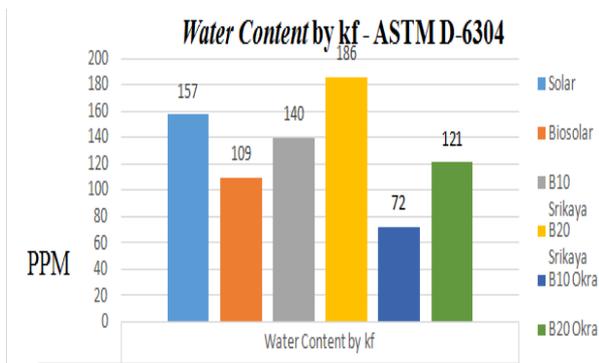
Gambar 3.5. Grafik Kandungan Sulfur Tiap Bahan Bakar.

Dari data pada gambar 3.5. bahwa biosolar SPBU memiliki kandungan sulfur paling tinggi dengan nilai 0,136, dan solar murni mempunyai nilai 0,047, Sedangkan B10 srikaya mempunyai nilai 0,04. Kandungan sulfur pada B20 srikaya memiliki nilai yang paling rendah yaitu 0,035. Sedangkan B10 okra lebih tinggi 0.042 dari B20 okra 0,038. Jika nilai kandungan sulfur tinggi dapat merusak mesin karena bersifat korosif jika bereaksi dengan air, selain itu juga dapat menimbulkan polusi udara.



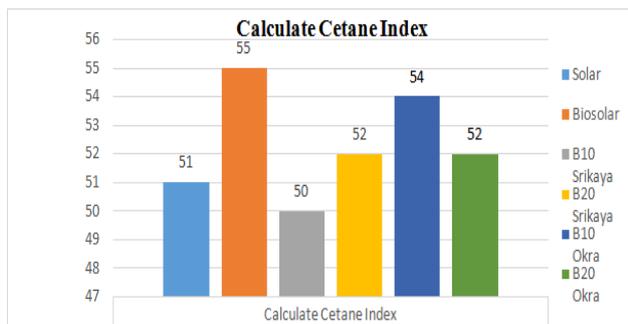
Gambar 3.6. Grafik Colour Tiap Bahan Bakar

Dari data pada gambar 3.6. diketahui bahwa nilai colour pada solar murni, B10 srikaya, B20 srikaya dan B10 okra mempunyai nilai warna yang sama dengan nilai 2,5. Sedangkan biosolar SPBU memiliki nilai 3 dan B20 okra memiliki nilai 3,5. Suatu nilai colour tidak mempengaruhi dalam kinerja mesin, Hal ini hanya berpengaruh pada sifat fisik warna suatu bahan bakar. Semakin rendah nilainya maka bahan bakar lebih berwarna lebih jernih dari pada biosolar SPBU



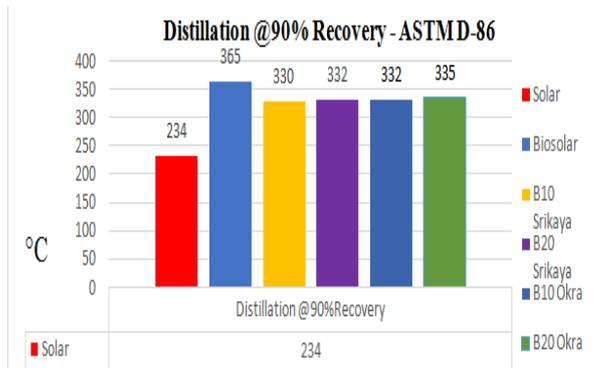
Gambar 3.7. Grafik Kandungan Air Tiap Bahan Bakar.

Dari data pada gambar 3.7. diketahui bahwa B20 mempunyai kandungan air tertinggi dengan nilai 186 ppm, sedangkan B10 okra mempunyai nilai paling rendah dengan nilai 72ppm. Solar murni memiliki kandungan air 157 ppm, B10 memiliki kandungan air dengan nilai 140 ppm, dan B20 okra memiliki kandungan air 121 ppm.



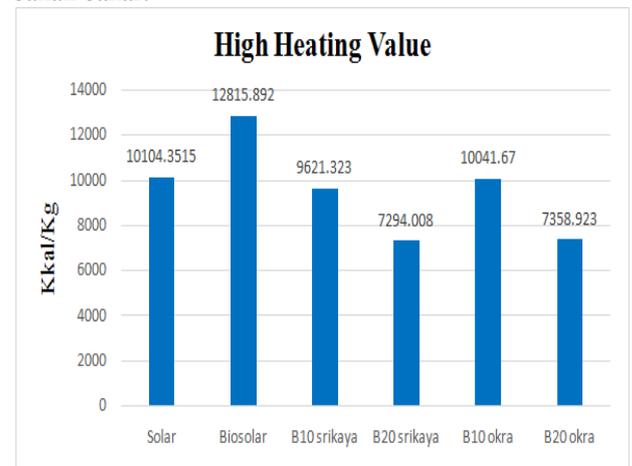
Gambar 3.8. Grafik Indeks Setana Tiap Bahan Bakar.

Dari data pada gambar 3.8. diketahui bahwa biosolar SPBU dan B10 okra memiliki angka cetane number paling tinggi dengan nilai 55 dan 54, Sedangkan solar dan B20 srikaya dan B20 okra memiliki angka cetane number yang selisih 1 angka dimana B20 srikaya dan B20 okra dengan nilai 52, dan solar murni 51. Sedangkan B10 srikaya memiliki angka terendah yaitu dengan nilai 50. Nilai *calculated cetane index* berpengaruh terhadap efektivitas pembakaran, jika nilai *calculated cetane index* terlalu rendah maka terjadi pembakaran tidak sempurna dan mempengaruhi unjuk kerja dari bahan bakar.



Gambar 3.9. Grafik Distilasi Tiap Bahan Bakar.

Dari data pada gambar 3.9. bahwa biosolar SPBU mempunyai nilai tertinggi dengan nilai 365°C, Dan solar murni memiliki nilai terendah dengan nilai 234°C, Sedangkan B10 memiliki angka 330°C, dan B20 memiliki angka 332°C. Sedangkan B10 okra memiliki angka 332°C dan B20 okra memiliki angka 335°C. Hal ini mempengaruhi titik penguapan pada bahan bakar.



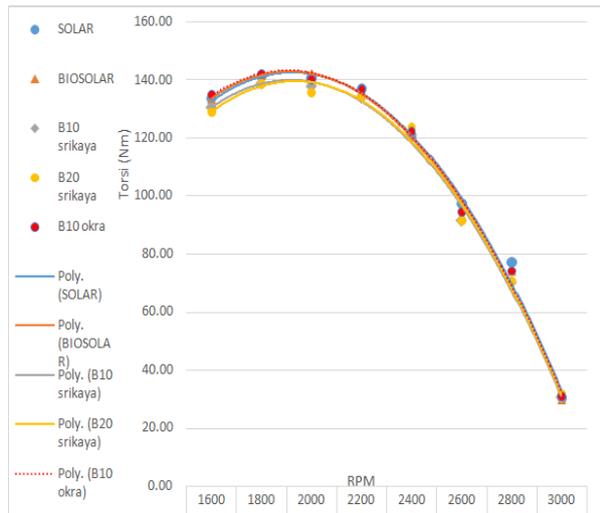
Gambar 3.10. Grafik Perbandingan High Heating Value Setiap Bahan Bakar

Dari data pada gambar 3.10. dapat diketahui bahwa nilai tertinggi pembakaran terdapat pada Biosolar dengan angka nilai 12815,892 Kkal/Kg. Biosolar campuran minyak biji srikaya B20 mempunyai nilai terendah dengan nilai angka 7294.008 Kkal/Kg. Nilai tertinggi pada campuran biodiesel

minyak biji okra B10 dengan nilai angka 10041,67 Kkal/Kg. Nilai pembakaran ini dipengaruhi oleh massa jenis tiap bahan bakar, waktu pembakaran dalam alat bom kalorimeter, suhu awal sebelum dan sesudah di ledakan, dan sisa panjang kawat yang berada pada mangkuk kecil uji bom kalorimeter. Hal yang paling mempengaruhi adalah suhu ruangan di sekitar pengujian bom kalorimeter.

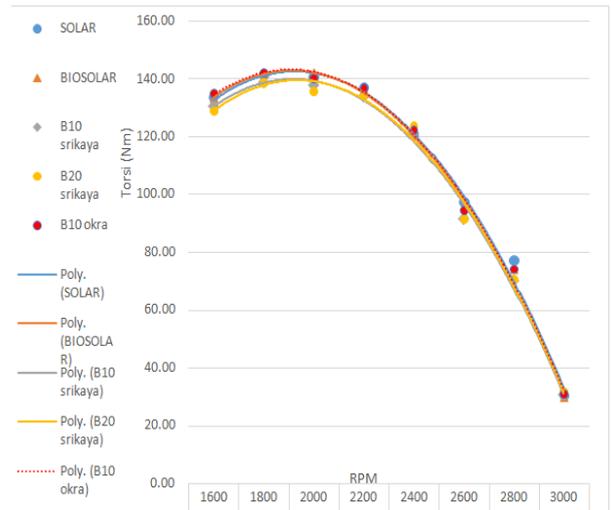
B. Hasil Uji Performansi

Hasil percobaan uji performansi yang didapat merupakan hasil percobaan pengujian di Laboratorium Motor Bakar Universitas Kristen Petra dengan metode pengujian pengereman berubah dan RPM berubah dari RPM 3000 sampai turun 1600. Dari pengujian maka diperoleh hasil yaitu daya(HP), torsi (Nm), BMEP (Kg/cm²), SFC (Kg bahan bakar/HP.jam) Efisiensi termal (%).



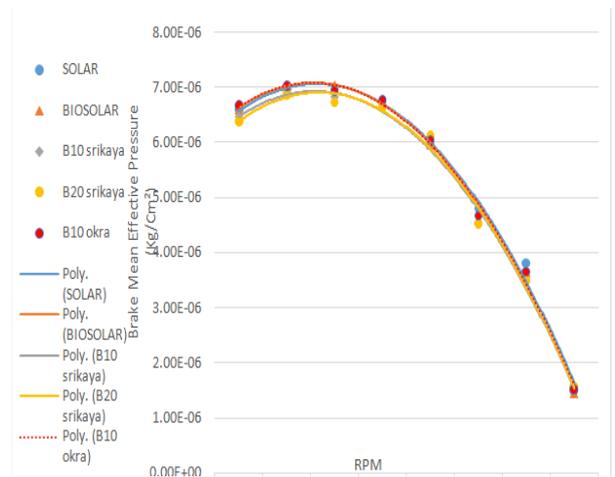
Gambar 3.11. Grafik perbandingan Daya.

Dari gambar 3.11. dapat dilihat perbandingan daya dari solar, biosolar, B10 srikaya, B20 srikaya dan B10 okra. Bahwa bahan bakar solar murni memiliki daya yang paling tinggi pada RPM 2000 dengan nilai angka 38,70 Hp. Daya paling rendah didapat pada RPM 3000 dengan nilai 12,33 Hp terhadap biosolar. Pada RPM 3000 tidak ada beban sama sekali. Di RPM 1600 solar dan biosolar memiliki nilai angka yang sama. Pada percobaan ini dimana B20 srikaya dan B10 srikaya, okra memiliki hasil yang kurang baik di setiap RPMnya, dikarenakan jenis bahan bakar ini kurang cocok untuk mesin dengan beban berat seperti kendaraan niaga. Bahan bakar jenis solar memiliki daya paling baik diantara RPM 2200-3000.



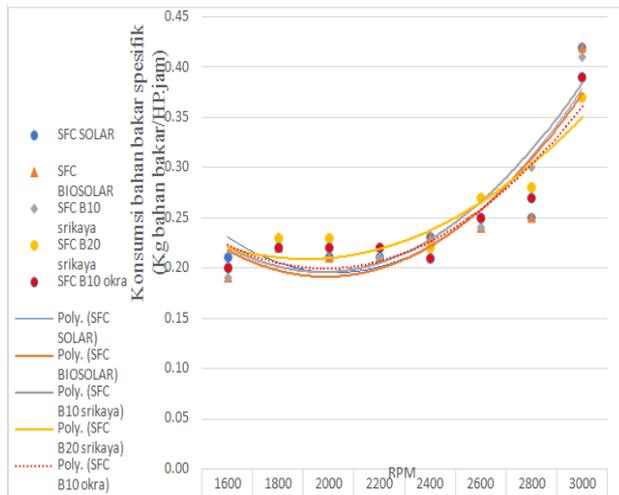
Gambar 3.12. Grafik Perbandingan Torsi

Dari gambar 3.12. dapat dilihat perbandingan torsi dari masing-masing sampel solar, biosolar, B10 srikaya, B20 srikaya dan B10 okra. Bahwa bahan bakar Biosolar memiliki nilai puncak yang paling tinggi pada RPM 2000 dengan nilai angka 142,17 Nm. Ini adalah titik puncak torsi dari biosolar. Pendapatan torsi pada solar murni dan biosolar milik Pertamina memiliki torsi yang hampir sama di setiap RPMnya kecuali pada RPM 2000, 2600, dan 2800. Bahan bakar B10 srikaya, okra dan B20 srikaya memiliki hasil yang kurang baik pada setiap RPMnya.



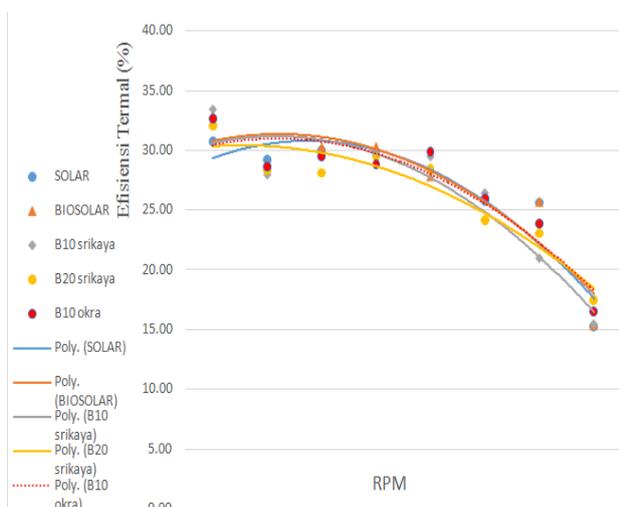
Gambar 3.13. Grafik perbandingan tekanan efektif rata-rata.

Dari gambar 3.13. dapat dilihat perbandingan tekanan efektif rata-rata dari masing-masing sampel solar, biosolar, B10 srikaya, okra, dan B20 srikaya. Pada biosolar RPM 2000 mendapatkan nilai angka 7,04 yang paling tinggi diantara lainnya. Pada RPM 3000 pendapatan nilai angka masih kecil dikarenakan beban pengereman 0%. Pada RPM 1600 dan 1800 Beban pengereman sangat tinggi, maka dihasilkan angka yang tinggi juga pada saat pengujian.



Gambar 3.14. Grafik Konsumsi bahan bakar spesifik.

Pada gambar 3.14. dapat dilihat perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik dari masing-masing sampel solar, biosolar, B10 srikaya, okra, dan B20 srikaya, okra. Pada biosolar di RPM 1600 memiliki angka yang paling kecil diantara lainnya dengan nilai angka 0,19 Kg bahan bakar/ Hp. Pada RPM 3000 bahan bakar solar, biosolar, B10 srikaya, okra, dan B20 srikaya, okra yang dihasilkan memiliki nilai angka yang paling boros. Pada RPM 1800-2400 pemakaian bahan bakar diantara semua sampel hampir sama. Semakin kecil nilai angka yang dihasilkan maka bahan bakar yang di konsumsi oleh mesin akan semakin sedikit. Jika pengujian dilakukan dengan mesin diesel berteknologi baru maka konsumsi bahan bakar akan lebih baik di bandingkan dengan mesin lama. Hal ini juga di samakan dengan pemakaian bahan bakar yang berkualitas baik seperti Pertamina DEX yang memiliki kandungan sulfur yang baik.



Gambar 3.15. Grafik perbandingan efisiensi termal.

Pada gambar 3.15. dapat dilihat perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik dari

masing-masing sampel solar, biosolar, B10 srikaya, okra, dan B20 srikaya, okra. Bahwa bahan bakar solar murni memiliki nilai angka paling tinggi pada RPM 1600 dengan angka 30,72%, pada RPM ini biosolar sangat unggul dari pada lainnya karena beban pengereman yang digunakan sangat tinggi. Pada RPM 2400 dan 2600 bahan bakar B10 srikaya serta B20 srikaya memiliki tingkat efisien yang lebih unggul dari solar murni dan biosolar. Pada RPM tinggi tingkat efisiensi tidak seberapa tinggi pada setiap bahan bakar. Pengujian dilakukan dari RPM 3000 sampai turun menjadi 1600. Penurunan RPM dengan melakukan peningkatan daya pengereman.

4. Kesimpulan

Bedasarkan penelitian dan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Minyak nabati yang layak digunakan sebagai campuran bahan bakar solar adalah dari minyak biji srikaya yang presentase campurannya 20%. karena nilai flash point sudah mendekati nilai minimum dari bahan bakar yang sudah ditetapkan oleh Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi. Flash point pada B20 srikaya memiliki nilai 58°C sedangkan flash point layak digunakan untuk mesin minimum 53°C. Nilai flash point yang rendah dipengaruhi oleh kandungan N-Heksana yang tertinggal di dalam minyak pada saat proses ekstraksi. Hal ini mengakibatkan bahan bakar mudah terbakar sebelum sampai ke ruang bakar.
2. Tetapi keistimewahan dari minyak biji srikaya dan biji okra memiliki yang lebih unggul dari biosolar SPBU Pertamina dimana titik bekunya lebih rendah. Dimana B10 srikaya memiliki nilai pour point -6°C, B20 srikaya memiliki nilai -3°C sedangkan B10 okra memiliki nilai pour point -9°C. Bahan bakar mempunyai nilai titik bekunya rendah sangat cocok di lingkungan bersuhu dingin, dan tidak mudah membeku meskipun di simpan di dalam tangki kendaraan.
3. Pada percobaan pengujian nilai daya, B20 srikaya menurun sebanyak 4,25% dari solar murni sedangkan B10 srikaya 4,31% dari solar murni, dan biosolar hanya 0,82% dari solar murni. Begitu juga dengan torsi dimana B20 srikaya memiliki nilai penurunan 3,9% dari solar murni, B10 srikaya 4,11% dari solar murni, dan biosolar hanya 0,59%. Dari pengujian yang telah dilakukan di mesin bahwa daya dan torsi bahan bakar pada B10 srikaya menurun sangat banyak diantara bahan bakar lainnya.
4. Pada pengujian efisiensi termal B20 srikaya menurun sebanyak 4,7% dari solar murni, B10 srikaya menurun sebanyak 3,6% dan B10 okra 4,2%, sedangkan biosolar hanya 0,2% dari solar murni. Hasil dari B20 srikaya paling boros diantara semuanya. Semakin besar angka penurunan maka semakin banyak bahan bakar yang di butuhkan. Demikian juga dengan pengujian sfc B20 srikaya memiliki hasil yang sama dengan solar murni,

biosolar meningkat sebanyak 4% dari solar murni, Sedangkan B10 okra mengalami penurunan sebanyak 4% dari solar murni, Konsumsi B10 srikaya sangat boros. Hal ini dikarenakan B10 srikaya tidak cocok untuk pemakaian pada mesin yang bekerja berat. Bahan bakar B10 srikaya dan B20 srikaya lebih cocok di gunakan pada beban konstan dan RPM berubah.

5. Pada pengujian dengan metode pengereman berubah bahan bakar solar paling unggul diantara biodiesel minyak biji srikaya dan okra B10 dan B20. Hal ini dikarenakan nilai uji kalor dari HHV minyak biji srikaya dan okra rendah dibanding bahan bakar solar. Hal yang mempengaruhi lainnya adalah kandungan dari N-Heksana dan methanol yang tersisa dalam metil ester sebelum dicampur pada solar murni sehingga dihasilkan biodiesel. Pengaruh terhadap viscositas dan titik didih setiap bahan bakar.

5. Daftar Pustaka

1. Haryanto, B. (2002). Bahan Bakar Alternatif Biodiesel (Bagian I. Pengenalan). *USU Digital Library*, (December). Retrieved from <http://library.usu.ac.id/download/ft/kimia-bode.pdf>
2. Suarna, E., Rahayu, M., & Sugiyono, A. (2006). Prospek dan Tantangan Pemanfaatan Biofuel sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak di Indonesia. ... *Bio-Fuel Sebagai ...*, 1–15. Retrieved from http://www.reocities.com/markal_bppt/publish/biofbm/bisuar.pdf
3. Parthiban, K. S., & Perumalsamy, M. (2016). Kinetic studies on oil extraction and biodiesel production from underutilized *Annona squamosa* seeds. *Fuel*, *180*, 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.04.020>.
4. H. M. Rachimoallah, Dyah Ayu Resti, Ali Zibbeni, & I Wayan Susila. (2009). Production of Biodiesel through Transesterification of Avocado (*Persea gratissima*) Seed Oil Using Base Catalyst. *Jurnal Teknik Mesin*, *11*(2), 85–90. Retrieved from <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/17953>
5. Anwar, F., Rashid, U., Ashraf, M., & Nadeem, M. (2010). Okra (*Hibiscus esculentus*) seed oil for biodiesel production. *Applied Energy*, *87*(3), 779–785. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.09.0207..>
8. Rahayu, M. (2005). Teknologi Proses Produksi Biodiesel. *Prospek Pengembangan Bio-Fuel Sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak*, 17–28.
9. Kusminingrum, N. (n.d.). Alternatif Untuk Mendukung Penggunaan Bahan Bakar ” Ramah Lingkungan ”.
10. Kuncahyo, P., Fathallah, A. Z. M., & Semin. (2013). Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel Di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits*, *2*(1), 1–5.
11. (Kristanto, philip. (2004). Modul praktikum motor bakar. surabaya: universitaskristenpetra)
12. Leung, D.Y.C., Wu, X., Leung, M.K.H. (2010). “A Review on Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification”, *Applied Energy*, *87*, hal. 1083 – 1095. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261909004346>
13. Suarna, E., Rahayu, M., & Sugiyono, A. (2006). Prospek dan Tantangan Pemanfaatan Biofuel sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak di Indonesia. ... *Bio-Fuel Sebagai ...*, 1–15. Retrieved from http://www.reocities.com/markal_bppt/publish/biofbm/bisuar.pdf
14. Knothe, G., & Razon, L. F. (2017). Biodiesel fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, *58*, 36–59. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.08.001>
15. Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., dan Hendroko, R., (2008), *Menimba Ilmu dari Pakar Teknologi Bioenergi*, Cetakan ketiga. Jakarta: Agro Media Pustaka
16. Kristanto, P., & Tirtoatmodjo, R. (2000). Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 JA 1. *Jurnal Teknik Mesin*, *2* (1), 7-14 <http://jurnalmesin.petra.ac.id/index.php/mes/article/viewFile/15913/15905>