

PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK BIJI RAMBUTAN TERHADAP UNJUK KERJA MESIN DIESEL

Rendy Wibisono¹⁾, Willyanto Anggono²⁾, Teng Sutrisno³⁾

Program Studi Teknik Mesin 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 : m24413023@john.petra.ac.id¹⁾, willy@petra.ac.id²⁾, tengsutrisno@petra.ac.id³⁾

ABSTRAK

Pada zaman sekarang ini penggunaan mesin diesel semakin meningkat. Mesin diesel menggunakan bahan bakar fosil sehingga mengakibatkan menipisnya cadangan bahan bakar fosil. Penggunaan biodiesel merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Biodiesel yang dihasilkan berasal dari bahan baku limbah berupa biji rambutan. Biji rambutan diekstrak untuk diambil kandungannya menggunakan metode soxhlet lalu memproduksi metil ester melalui cara transesterifikasi menggunakan katalis KOH sebanyak 1% dan methanol 20% dari berat minyak dan diaduk dengan kecepatan 400rpm selama 1jam. Biodiesel campuran B10 dari minyak biji rambutan memenuhi spesifikasi Dirjen Migas, sedangkan campuran B20 tidak memenuhi spesifikasi. Uji performansi B10 menghasilkan nilai puncak daya 41,58 Hp, torsi 143,15 Nm, BMEP 70980,2 Kg/m², efisiensi termal 31,41% dan sfc terendah 0,20 Kg bahan bakar/HP.jam. Kata kunci: Biodiesel, Nephelium Lappaceum, transesterifikasi, soxhlet.

1. Pendahuluan

Pada zaman sekarang ini penggunaan mesin diesel telah banyak dipakai oleh masyarakat baik untuk kendaraan seperti ekspedisi, mobil pribadi, dan angkutan umum maupun juga untuk perindustrian. Untuk kendaraan pribadi banyak konsumen yang memilih mobil diesel antara lain seperti Toyota Fortuner, Toyota Innova, Mitsubishi Pajero, Isuzu Panther, dll karena kini mesin diesel sudah jauh lebih baik dari mesin diesel yang dulu dan efisiensi diesel lebih baik. Dikarenakan mesin diesel ini telah banyak dipakai dimasyarakat maka kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) sangat tinggi. Bahan bakar minyak merupakan minyak bumi atau minyak fosil yang diambil lalu diolah sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan maupun di perindustrian. Bahan bakar minyak yang dihasilkan berupa bahan bakar untuk kendaraan bermesin diesel (solar) dan juga bermesin bensin (premium, pertamax).

Kelangkaan BBM merupakan suatu hal yang sedang dihadapi di berbagai daerah di tanah air. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil memiliki ancaman yang serius antara lain yaitu menipisnya cadangan minyak bumi, kenaikan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, dan yang terakhir adalah polusi gas rumah kaca (terutama gas CO₂) akibat pembakaran bahan bakar fosil [4].

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[1]. Para ilmuwan memanfaatkan kelebihan yang ada pada Indonesia untuk memproduksi bahan bakar minyak organik dari tanaman tersebut. Pertamina memproduksi produk biodiesel menggunakan pencampuran minyak kelapa sawit (*crude palm oil*) sebanyak 10% dengan solar murni.

Selain kelapa sawit banyak juga ditemukan tanaman rambutan (*Nephelium Lappaceum*) di Indonesia. Tanaman rambutan (*Nephelium Lappaceum*) ini menghasilkan buah yang juga disebut buah rambutan. Buah dan biji ini memiliki banyak sekali manfaat antara lain untuk kesehatan, kecantikan, bahkan bisa untuk biodiesel. Selain daging buah rambutan yang lezat dan bermanfaat, bijinya juga bermanfaat untuk dijadikan biodiesel melalui diambil minyaknya.

Biji dari buah rambutan ini memiliki kandungan minyak sekitar 37-43% dari berat keringnya. Ekstraksi minyak biji rambutan (*Nephelium Lappaceum seed oil*) ini dengan menggunakan metode soxhlet dengan cara biji rambutan di tumbuk sehingga membentuk ukuran butiran 30 mesh dan menggunakan pelarut n-heksana dengan komposisi 100g biji rambutan yang telah ditumbuk dan 500ml pelarutnya dengan temperature 75 °C selama 5jam. Setelah mendapatkan minyak mentahnya, proses selanjutnya adalah transesterifikasi dengan mencampurkan methanol sebanyak 20% dan katalis KOH 1% dari berat minyak dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm selama 1jam. Campuran yang didapat dari hasil transesterifikasi tersebut lalu didiamkan selama 24jam dan akan membentuk 2 lapisan yang terdiri dari metil ester (bagian atas) dan gliserol (bagian bawah). Metil ester tersebut yang diambil menjadi biodiesel[3].

Minyak biji rambutan ini berpotensi sebagai biodiesel yang dapat diperbarui karena sifat dari minyak ini memiliki kemiripan dengan minyak kelapa sawit[2]. Biodiesel dari minyak biji rambutan telah diteliti

karakteristiknya. Hasilnya sebanding dengan standar ASTM (*American Society for Testing and Materials*) D6751 yaitu standar untuk bahan bakar biodiesel. Karakteristik yang diuji antara lain *cetane number* 58.6, *kinematic viscosity* 4.8mm²/s pada suhu 40 °C, *density* 860 kg/m³.

Dari data di atas belum ada pengujian pada kendaraan maka timbul gagasan untuk mengadakan menganalisa mengenai pengaruh pencampuran solar dengan minyak biji rambutan (*Nephelium Lappaceum Seed Oil*) sebagai bahan bakar mesin diesel untuk mengetahui performa mesin diesel yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Kristen Petra Surabaya dan Universitas Surabaya. Langkah awal dalam pengekstrakan yaitu 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 rambutan yang telah kering dan n-heksana.

Biji rambutan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 5 hari lalu dioven dengan suhu 100°C selama 20 menit. Setelah proses oven, biji didinginkan lalu dilakukan proses penghalusan dengan cara ditumbuk atau diblender dan disimpan pada wadah tertutup. Proses pengekstrakan dilakukan dengan metode *soxhlet*. Pada proses pengekstrakan dibutuhkan serbuk biji rambutan sebanyak 70 gram dan n-heksana sebanyak 200ml. Proses ini membutuhkan waktu selama 2-3 jam. Setelah proses *soxhlet* selesai, maka didapatkan minyak biji rambutan dan dilakukan proses pemurnian minyak biji rambutan dengan menggunakan alat rotary evaporator guna memisahkan n-heksana yang ada pada minyak tersebut dan dilakukan di Universitas Surabaya. Minyak tersebut harus terlebih dahulu dimurnikan sebelum dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu proses transesterifikasi. Untuk proses rotary evaporator dibutuhkan 500ml minyak biji rambutan dan dipanaskan dengan suhu 60°C. Selama kurang lebih 40-50 menit proses ini berjalan didapatkan n-heksana yang terpisah dari minyak biji rambutan dan dapat digunakan kembali.

Setelah mendapatkan minyak biji rambutan yang jernih, maka dilakukan proses transesterifikasi. Proses ini kembali dilakukan di Universitas Kristen Petra Surabaya. Alat yang dibutuhkan adalah *magnetic hotplate stirrer*, termometer, *aluminium foil*. Bahan yang digunakan adalah metanol dengan kadar kemurnian 99,9%, KOH, dan minyak biji rambutan.

Pada proses transesterifikasi minyak biji rambutan 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 rambutan sampai dengan suhu 60°C. Bila keseluruhan KOH sudah terlarut, maka tahap selanjutnya adalah mencampur larutan tersebut dengan minyak biji rambutan menggunakan *magnetic hotplate stirrer* dengan suhu 60°C dan diaduk dengan kecepatan 400 rpm yang

dilakukan selama 1 jam.

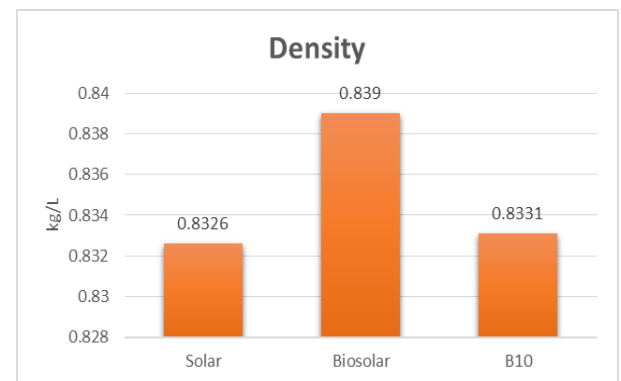
Setelah proses transesterifikasi selesai dilakukan, minyak didiamkan selama 24 jam untuk memisahkan dengan sempurna metil ester dan gliserol. Lapisan atas adalah metil ester dan lapisan bawah adalah gliserol. Pemanasan metil ester dilakukan untuk menguapkan metanol dan n-heksana yang masih terdapat pada metil ester selama kurang lebih 1 jam.

Pencampuran metil ester dengan solar dilakukan dengan persentase volume metil ester sebesar 10% dan 20% lalu dilakukan pengujian karakteristik dari campuran tersebut di Laboratorium UPPS Pertamina Surabaya dan pengujian unjuk kerja mesin dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Universitas Kristen Petra Surabaya dengan menggunakan *water brake dynamometer* dan mesin diesel.

3. Hasil dan Pembahasan

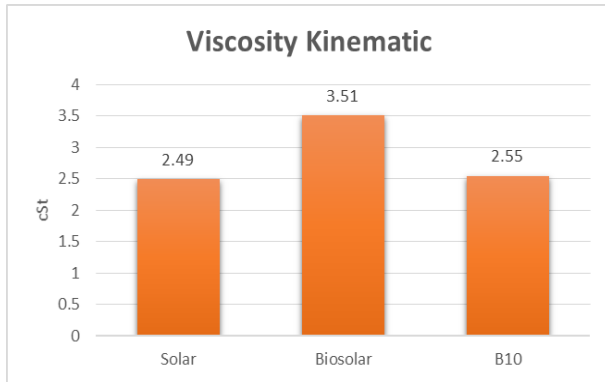
A. Hasil Uji Karakteristik

Hasil uji karakteristik yang diperoleh merupakan hasil pengujian di Labroatorium UPPS Pertamina. Hasil data yang diperoleh telah sesuai dengan spesifikasi Dirjen Migas No. 978.K/10/DJM.S/2006 tanggal 19 November 2013 dan spesifikasi tersebut dijadikan sebagai tolak ukur standar karakteristik biodiesel yang diperbolehkan sebagai bahan bakar minyak mesin diesel dan diuji performanya. Standar karakteristik biodiesel yang dimaksud adalah sebagai berikut.



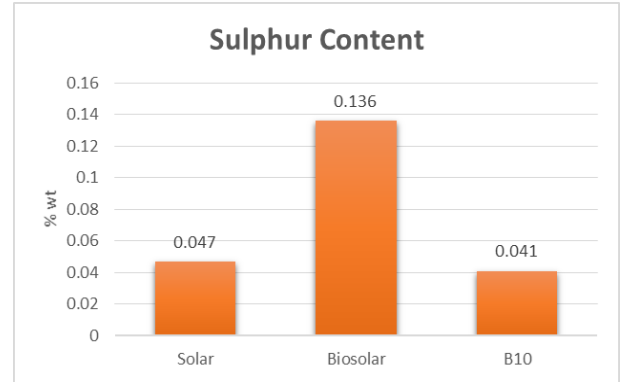
Gambar 3.1. Grafik Perbandingan *Density* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.1 dapat diketahui bahwa nilai *density* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 0.839 kg/L sedangkan nilai terendah adalah solar dengan nilai 0.8326 kg/L. Campuran B10 mempunyai nilai 0.8331 kg/L.



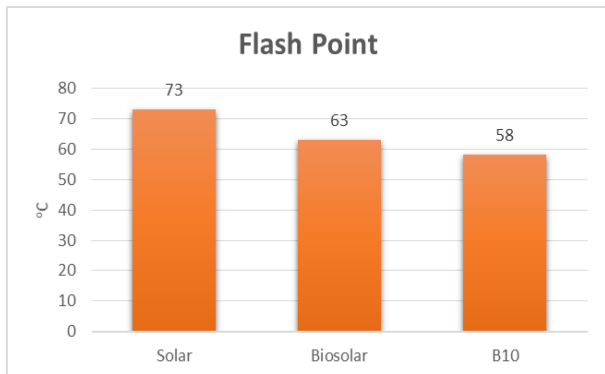
Gambar 3.2. Grafik Perbandingan *Viscosity Kinematic* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.2 dapat diketahui bahwa nilai *viscosity kinematic* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 3.51 cSt. Nilai terendah adalah solar dengan nilai 2.49 cSt. Untuk campuran B10 mempunyai nilai 2.55 cSt.



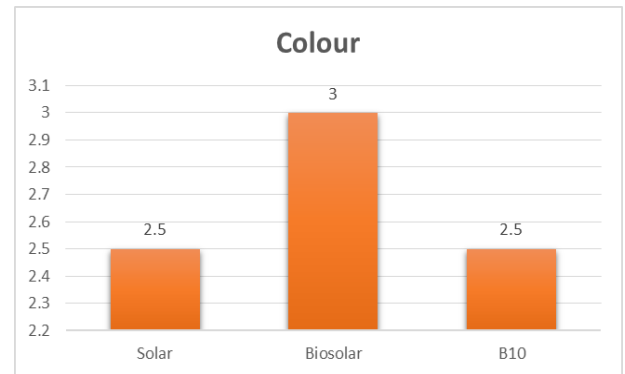
Gambar 3.5. Grafik Perbandingan *Sulphur Content* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.5 dapat diketahui bahwa nilai *sulphur content* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 0.136 %wt. Untuk solar mempunyai nilai 0.047 %wt sedangkan campuran B10 mempunyai nilai 0.41 %wt.



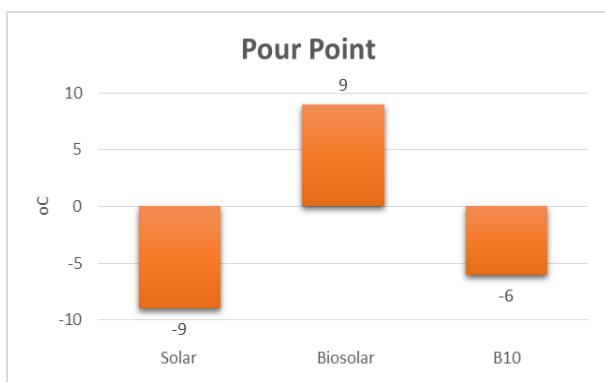
Gambar 3.3. Grafik Perbandingan *Flash Point* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.3 dapat diketahui bahwa *flash point* tertinggi adalah solar dengan nilai 73°C. Nilai terendah adalah campuran B10 dengan nilai 58°C. Biosolar mempunyai nilai 63°C.



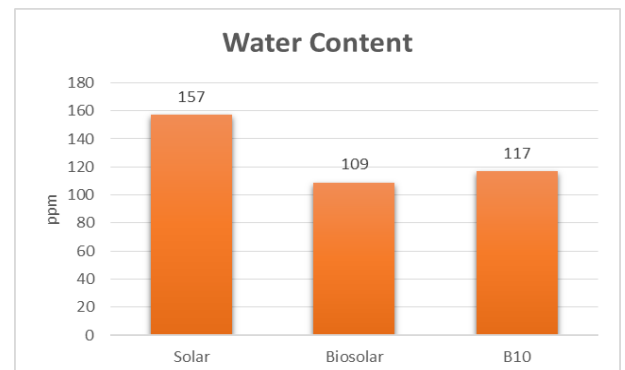
Gambar 3.6. Grafik Perbandingan ASTM *Colour* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.6 dapat diketahui bahwa nilai ASTM *colour* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 3, sedangkan solar dan campuran B10 mempunyai nilai 2.5.



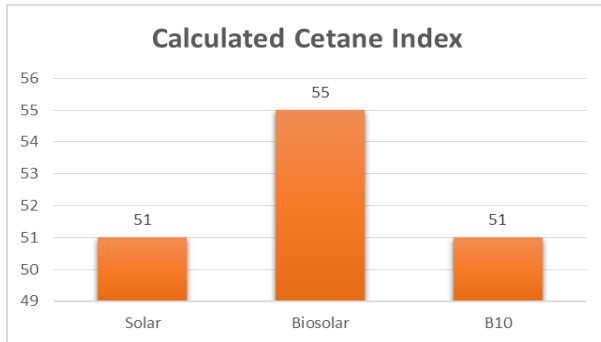
Gambar 3.4. Grafik Perbandingan *Pour Point* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.4 dapat diketahui bahwa *pour point* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 9 °C. Nilai *pour point* terendah adalah solar dengan nilai -9 °C. Untuk campuran B10 mempunyai nilai -6°C.



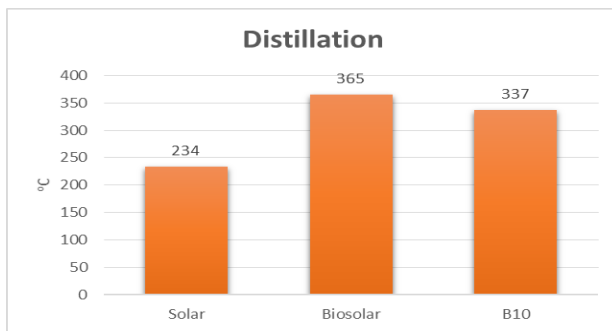
Gambar 3.7. Grafik Perbandingan *Water Content* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.7 dapat diketahui bahwa nilai *water content* tertinggi adalah solar dengan nilai 157 ppm. Nilai *water content* terendah adalah biosolar dengan nilai 109 ppm. Untuk campuran B10 mempunyai nilai 117 ppm.



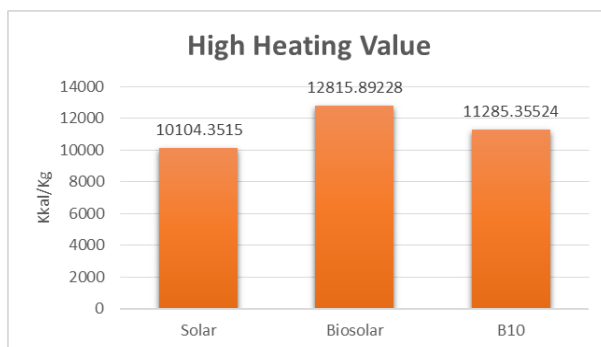
Gambar 3.8. Grafik Perbandingan *Calculated Cetane Index* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.8 dapat diketahui bahwa nilai *calculated cetane index* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 55. Nilai *calculated cetane index* terendah adalah solar dan campuran B10 dengan nilai 51.



Gambar 3.9. Grafik Perbandingan *Disillation* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.9 dapat diketahui bahwa nilai *distillation* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 365 °C. Nilai *distillation* terendah adalah solar dengan nilai 234 °C. Untuk campuran B10 mempunyai nilai 337 °C.



Gambar 3.10. Grafik Perbandingan *High Heating Value* Antar Bahan Bakar

Dari gambar 3.10 dapat diketahui bahwa nilai *high heating value* tertinggi adalah biosolar dengan nilai 12815,89 Kkal/Kg. Nilai *high heating value* terendah adalah solar dengan nilai 10104,35 Kkal/Kg. Untuk campuran B10 mempunyai nilai 11285,35 Kkal/Kg.

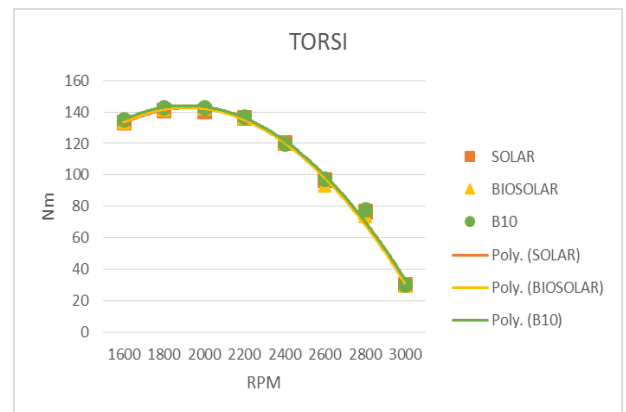
B. Hasil Uji Performansi

Hasil uji performansi yang diperoleh merupakan hasil pengujian di Laboratorium Motor Bakar Universitas Kristen Petra dengan metode pengujian pengereman konstan. Dari pengujian maka diperoleh hasil yaitu daya (HP), torsi (Nm), BMEP (Kg/m^2), SFC (Kg bahan bakar/HP.jam) Efisiensi termal (%)



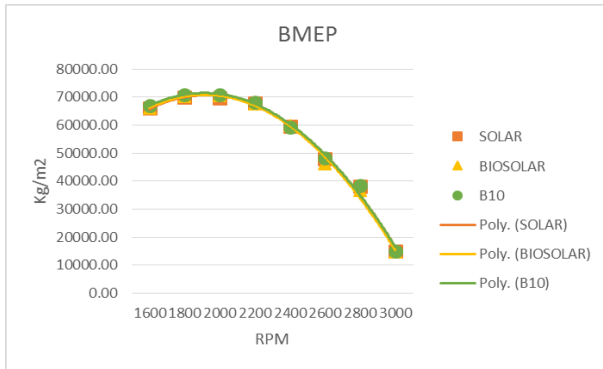
Gambar 3.11. Grafik Perbandingan Daya

Dari gambar 3.11 diketahui bahwa daya yang dihasilkan dari pengujian unjuk kerja mesin diesel bahwa bahan bakar B10 memiliki daya puncak sebesar 41,58 Hp pada rpm 2200, lebih tinggi dari bahan bakar solar yang memiliki nilai puncak sebesar 41,39 Hp pada rpm 2200, sedangkan biosolar memiliki nilai puncak sebesar 41,29 Hp pada rpm 2200.



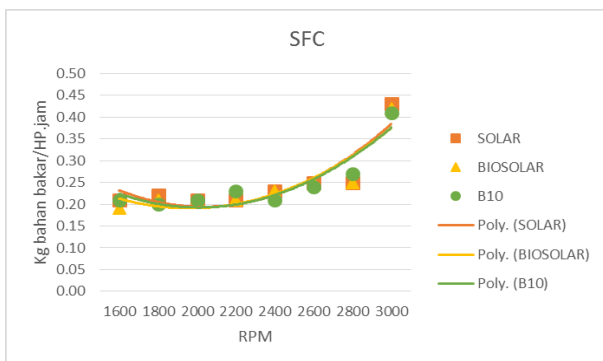
Gambar 3.12. Grafik Perbandingan Torsi

Dari gambar 3.12 diketahui bahwa torsi yang dihasilkan dari pengujian unjuk kerja mesin diesel bahwa bahan bakar B10 memiliki hasil torsi puncak sebesar 143,15 Nm pada rpm 1800 maupun 2000 lebih tinggi dari bahan bakar solar memiliki nilai puncak sebesar 141,20 Nm pada rpm 1800, sedangkan biosolar memiliki nilai puncak sebesar 142,17 Nm pada rpm 2000.



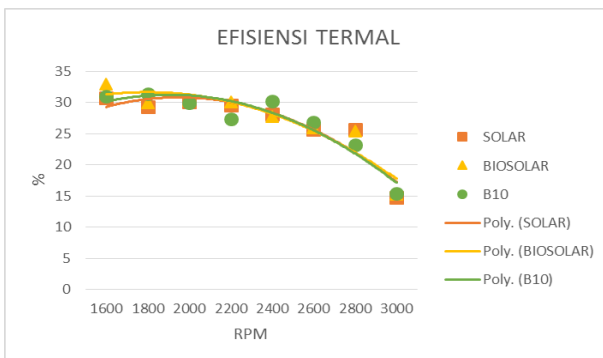
Gambar 3.13. Grafik Perbandingan BMEP

Dari gambar 3.13 diketahui bahwa BMEP yang dihasilkan dari pengujian unjuk kerja mesin diesel bahwa bahan bakar B10 memiliki hasil BMEP puncak sebesar 70980,2 Kg/m² pada rpm 1800 maupun 2000 lebih tinggi dari bahan bakar solar memiliki nilai puncak sebesar 70014,5 Kg/m² pada rpm 1800, sedangkan biosolar memiliki nilai puncak sebesar 70497,4 Kg/m² pada rpm 2000.



Gambar 3.14. Grafik Perbandingan SFC

Dari gambar 3.14 diketahui bahwa SFC yang dihasilkan dari pengujian unjuk kerja mesin diesel bahwa bahan bakar B10 memiliki hasil SFC terendah yaitu 0,20 Kg bahan bakar/HP.jam pada rpm 1800 lebih rendah dari bahan bakar solar memiliki nilai 0,21 Kg bahan bakar/HP.jam pada rpm 1600, sedangkan biosolar memiliki nilai paling rendah diantara solar dan B10 yaitu 0,19 Kg bahan bakar/HP.jam pada rpm 1600.



Gambar 3.15. Grafik Perbandingan Efisiensi Termal

Dari gambar 3.15 diketahui bahwa efisiensi termal yang dihasilkan dari pengujian unjuk kerja mesin diesel bahwa bahan bakar B10 memiliki hasil efisiensi termal puncak sebesar 31,41 % pada rpm 1800 lebih tinggi dari bahan bakar solar memiliki nilai puncak sebesar 30,72 % pada rpm 1600, sedangkan biosolar memiliki nilai paling tinggi diantara solar dan B10 yaitu 32,95 % pada rpm 1600.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Biodiesel dari minyak biji rambutan dapat diaplikasikan atau layak untuk dipakai pada kendaraan bermesin diesel karena sudah memenuhi spesifikasi dari Dirjen Migas tetapi hanya pencampuran sebesar 10% yang dapat diaplikasikan.
2. Biodiesel dari minyak biji rambutan dengan campuran B10 memiliki angka *cetane index* yang sama dengan solar milik Pertamina yaitu 51, namun tetap lebih rendah dari biosolar milik Pertamina yang memiliki nilai angka *cetane index* 55.
3. Keunggulan dari biodiesel dari minyak biji rambutan yaitu memiliki kandungan sulfur yang paling rendah diantara solar dan biosolar milik Pertamina yaitu 0.041 % wt.
4. Dalam pengujian performansi pada mesin diesel dengan metode pengereman berubah, biodiesel minyak biji rambutan mendapatkan nilai puncak daya sebesar 41,58 Hp yang merupakan tertinggi diantara solar dan biosolar milik Pertamina, sedangkan puncak torsi yang didapat oleh biodiesel minyak biji rambutan yaitu 143,15 Nm yang juga merupakan tertinggi dari solar dan biosolar milik Pertamina.
5. Penggunaan biodiesel minyak biji rambutan bisa dikatakan lebih irit dari solar karena SFC yang didapatkan oleh biodiesel minyak biji rambutan yaitu 0,20 Kg bahan bakar/HP.jam lebih rendah dari solar dan biosolar milik Pertamina, sedangkan efisiensi termal yang didapat dari biodiesel minyak biji rambutan sebesar 31,41%. Angka tersebut lebih tinggi dari solar namun lebih rendah dari biosolar milik Pertamina.
6. Dengan menggunakan biodiesel minyak biji rambutan B10 terjadi peningkatan daya sebesar 0,79%, peningkatan torsi sebesar 0,88%, peningkatan BMEP sebesar 0,88%, penurunan SFC sebesar 1,49%, dan peningkatan efisiensi termal sebesar 0,74%.
7. Menggunakan biosolar Pertamina terjadi penurunan daya sebesar 0,83%, penurunan torsi sebesar 0,59%, penurunan BMEP sebesar 0,59%, penurunan SFC sebesar 1,99%, dan peningkatan efisiensi termal sebesar 1,77%.

5. Daftar Pustaka

1. Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., dan Hendroko, R., (2008),

- Menimba Ilmu dari Pakar Teknologi Bioenergi*,
Cetakan ketiga, Agro Media Pustaka: Jakarta.
2. Hoang, D.N., Mai, H.T.N., Trung, D.N., Phuong, T.N., (2016), *Nephelium Lappaceum Oil: A Low Cost Alternative Feedstock for Sustainable Biodiesel Production Using Magnetic Solid Acids*, Environmental Progress & Sustainable Energy Vol.35, No.2, March 2016. Retrieved 10 Januari, 2017, from <https://www.researchgate.net/publication/282582286>
 3. Wahyuni, L., (2014), *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Rambutan (Nephelium lappaceum) dengan Transesterifikasi Satu Tahap dan Dua Tahap*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
 4. Yuli Setyo Indartono, (2005), *Krisis Energi di Indonesia : Mengapa dan Harus Bagaimana*, Inovasi online vol. 5/XVII/November 2005. Retrieved 25 Januari, 2017, from <http://io.ppi-jepang.org/article.php?id=104>.