

THE EFFECTS OF MANGO BIODIESEL SEED OIL TO DIESEL ENGINE PERFORMANCE

Willyanto Anggono^{1,*}, R. Santoso², Sutrisno³, Fandi D. Suprianto⁴ dan Gabriel J. Gotama⁵

^{1,2,3,4,5} Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra – Surabaya

^{1,2,3,4,5} Pusat Studi *Sustainable Energy*, Universitas Kristen Petra – Surabaya

*Corresponding author: willy@petra.ac.id

Abstract. The high reliance and demand for non-renewable energy push the need for alternative renewable resource of energy. In this study, a biodiesel made from mango seed oil was investigated to understand its viability as substitute to commercial pure-petrodiesel and palm oil biodiesel. The extraction of mango seed oil was done by using Soxhlet method. The extracted oil was combined with traditional diesel fuel by 10% of its total weight of mixture to create mango biodiesel seed oil B10 (B10). The B10 was tested for its fuel characteristics together with pure-petrodiesel and palm oil biodiesel. The fuel characteristics test results indicated some advantages of mango biodiesel compared to the commercial fuels. Further study on the engine performance of the fuels were conducted by utilizing water brake dynamometer. The engine performance results show B10 has overall better power, torque, BMEP, SFC and thermal efficiency compared to pure-petrodiesel and palm oil biodiesel. Both investigations of fuel characteristics and engine performances corroborate the use of mango seed biodiesel as substitute for pure-petrodiesel (solar) and palm oil biodiesel (biosolar).

Abstrak. Besarnya kebutuhan dan ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil mendorong adanya solusi berupa sumber energi terbarukan. Pada penelitian ini, biodiesel yang terbuat dari minyak biji mangga diteliti lebih lanjut untuk dapat menggantikan bahan bakar yang umumnya digunakan. Ekstraksi dari minyak biji mangga dilakukan dengan menggunakan metode Soxhlet. Minyak biji mangga yang telah diekstraksi dicampur dengan bahan bakar diesel hingga mencapai 10% dari total berat campuran dan diberi nama B10. Karakteristik bahan bakar dari B10 diuji bersamaan dengan diesel dan biodiesel dari kelapa sawit. Hasil uji karakteristik dari bahan bakar mengindikasikan adanya keuntungan menggunakan B10 dibandingkan kedua bahan bakar lain yang diuji. Penelitian juga dilakukan pada performa bahan bakar pada mesin dengan menggunakan dinamometer rem air. Hasil dari pengujian performa mesin menunjukkan bahwa B10 memiliki kualitas daya, torsi, BMEP, SFC, dan efisiensi termal yang lebih baik dibandingkan kedua bahan bakar lainnya. Kedua hasil pengujian ini mendukung penggunaan biodiesel biji mangga sebagai pengganti bahan bakar diesel (solar) dan biodiesel dari kelapa sawit (biosolar).

Kata kunci: Mango seed, biodiesel, sustainable energy, non-edible material, engine performance.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, kebutuhan masyarakat akan energi semakin meningkat khususnya dalam bidang transportasi. Kendaraan bermotor menjadi salah satu kebutuhan manusia agar jarak yang jauh dapat ditempuh dengan lebih mudah dan cepat. Hal ini dapat mengakibatkan konsumsi energi berupa bahan bakar minyak semakin meningkat. Peneliti telah menyadari bahwa bahan bakar minyak yang dipergunakan sekarang adalah hasil dari eksploitasi sumber daya yang berada alam dan bersifat tidak dapat diperbaharui. Melihat kondisi tersebut, peneliti memikirkan untuk mencari sumber energi terbarukan untuk alternative bahan bakar yang saat ini dipergunakan dan perlu melakukan edukasi ke masyarakat supaya lebih bijak dalam menggunakan sumber daya alam.

Perusahaan otomotif juga telah menyikapi hal tersebut dengan mengeluarkan mobil berteknologi hybrid yang menggunakan baterai sebagai tempat penyimpanan energi saat pengereman dengan tujuan meminimalisir jumlah energi yang terbuang. Tekonologi hybrid dapat meningkatkan efisiensi dari bahan bakar hingga 75%. [1].

Solusi lain dalam mengatasi permasalahan energi adalah mencoba menemukan sumber energi yang dapat diperbaharui. Konsumsi bahan bakar minyak oleh kendaraan bermotor menduduki peringkat 2 paling banyak dibawah mesin industri. Jika penelitian dapat mengatasi masalah bahan bakar pada kendaraan bermotor dengan menemukan sumber energi yang dapat diperbaharui, tentu di bidang lainnya juga bisa diterapkan. Bahan bakar yang diperbarui terdiri bahan *edible* dan *non edible*.

Penelitian Sutrisno dkk [2] membuktikan bahwa bahan *non-edible* seperti sampah berpotensi menjadi bahan bakar alternatif seperti sampah ranting dan batang tumbuhan penghijauan.

Sebagian besar, sumber energi tersebut berasal dari tumbuh-tumbuhan [3]. Beberapa jenis tumbuhan memiliki potensi untuk dikelola menjadi sumber bahan bakar yang dapat diperbaharui. Seperti pada *Mangifera Indica L.* atau biasa disebut sebagai tanaman mangga. Kandungan minyak dalam biji mangga dimanfaatkan untuk pencampuran dengan bahan bakar solar dengan perbandingan tertentu yang akan menghasilkan biodiesel (biosolar).

Proses ekstraksi pada biji mangga dilakukan dengan beberapa langkah. Pertama, biji mangga dijemur hingga kering selama kurang lebih tiga hari. Setelah biji mangga kering maka dilakukan proses penggilingan menjadi serbuk hingga berukuran 40 mesh. Kemudian pengambilan minyak dilakukan menggunakan alat soxhlet. Serbuk dicampur dengan pelarut n-heksana dengan perbandingan serbuk dan n-heksana sebesar 60 gram banding 150 ml [4].

Hasil ekstraksi yang didapatkan berupa campuran pelarut N-Heksana dan minyak nabati. Kemudian, langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah menguapkan N-heksana yang merupakan pelarut dari hasil ekstraksi. Sementara itu, yang tertinggal hanya minyak dengan kondisi masih kotor dan perlu dilakukan transesterifikasi untuk memurnikannya dan didiamkan dalam kurun waktu tertentu. Selanjutnya, terlihat endapan berupa butiran putih gliserin. Endapan tersebut disaring dan dipisahkan. Minyak yang telah disaring masih harus dipanaskan agar didapatkan cairan minyak yang murni dan minyak biji mangga sudah siap digunakan untuk bahan bakar.

Pada campuran 10% pada bahan bakar diesel, minyak jatropha menghasilkan kenaikan 4.65% daya pengereman, sedangkan pada 20% minyak jatropha kenaikan rata-rata 15% pada *brake thermal efficiency* [5]. Selain itu dampak penambahan bahan bakar terbarukan ini dapat mereduksi emisi pada gas buang. Upaya lain yang dilakukan oleh Sivakumar dkk [6] untuk meningkat kinerja dari proses pembakaran dan peningkatan efisiensi. Pada penelitian tersebut dilakukan upaya memberikan efek swirl pada proses pengkabutan bahan bakar campuran antara minyak jatropha dan diesel. Upaya tersebut menurut Sutrisno dkk [7] merupakan peningkatan energi kinetik skala micro atau fluktuasi kecepatan aliran. Kondisi ini membangkitkan parameter *turbulent kinetic energy*.

Potensi produksi bahan baku energi terbarukan menurut Lestari dkk [8] sangat tergantung oleh *Gross Domestic Product (GDP)* negara.

Pertumbuhan ekonomi Indonesia pada kuartal keempat tahun 2017 meningkat menjadi 5,2 persen [9]. Hal ini didorong gairah investor dan jaminan keamanan Negara Indonesia. Oleh karena itu perkembangan energi alternatif khususnya bahan baku asli tropis seperti buah mangga yang bersifat *non-edible* sangat berpotensi berkembang.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, limbah biji mangga terlebih dahulu dipecah untuk diambil inti bijinya. Kemudian, inti biji mangga dipotong menjadi bagian-bagian kecil dan dijemur dibawah sinar matahari selama tiga hari. Setelah menjadi kering, biji mangga dijadikan serbuk dengan menggunakan blender dan saringan 40 mesh.

Untuk menghasilkan minyak biji mangga, digunakan alat soxhlet. Soxhlet terdiri dari kondensor, ekstraktor, labu seperti pada Gambar 1. Pada kondensor terdapat inlet dan outlet untuk sirkulasi air yang dibantu oleh pompa. Pada ruang ekstraktor, diletakkan biji yang sudah dibungkus menggunakan kertas saring sebanyak 60 gram. Pada labu, terdapat pelarut N-Heksana sebanyak 150 ml. Labu dipanasi dengan media air panas dengan menggunakan kompor listrik 600 watt.



Gambar 1. Soxhlet

Hasil dari proses ekstraksi berupa campuran minyak nabati dan larutan N-Heksana. Pelarut N-Heksana dipisahkan menggunakan alat rotary evaporator seperti pada Gambar 2. Alat ini dilengkapi dengan pompa diafragma untuk menghasilkan tekanan vakum pada ruang kondensor. Jika sudah tidak terdapat lagi tetesan pelarut pada ruang kondensor, proses pemurnian dapat dihentikan.



Gambar 2. Rotary evaporator.

Minyak nabati yang sudah terpisah dari pelarut masih mengandung gliserol. Untuk menghilangkan gliserol dilakukan proses transesterifikasi. Proses transesterifikasi membutuhkan methanol dan katalis basa KOH agar dihasilkan metil ester. Proses transesterifikasi menggunakan alat magnetic stirrer seperti pada Gambar 3. Proses ini dimulai dengan mencampur KOH dan methanol agar menjadi suatu larutan yang homogen. Setelah KOH larut dalam methanol, minyak nabati dicampur ke dalam larutan tersebut ke dalam gelas ukur. Di dalam gelas ukur terdapat batang magnet dan dipanaskan menggunakan magnetic stirrer. Proses transesterifikasi berlangsung selama 1 jam. Setelah proses transesterifikasi selesai, larutan dibiarkan selama 24 jam agar terpisah antara gliserol dengan metil ester.



Gambar 3 Magnetic stirrer

Metil ester akan digunakan untuk bahan baku pembuatan biodiesel. Proses pencampuran dilakukan dengan komposisi B10. Setelah dilakukan proses pencampuran, dilakukan pengujian karakteristik pada Laboratorium UPPS Surabaya. Sampel yang diuji karakteristiknya adalah solar, biosolar dan *mango biodiesel seed oil* B10 (B10). Hasil uji karakteristik dapat menunjukkan layak atau tidaknya suatu bahan bakar untuk digunakan pada

mesin sesuai dengan standart bahan bakar mesin diesel yang berlaku di Indonesia.

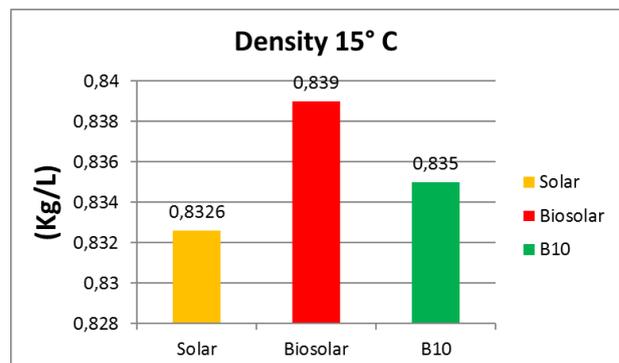
Berdasar pengujian yang dilakukan, bahan bakar solar, biosolar dan *mango biodiesel seed oil* B10 (B10) telah memenuhi standart bahan bakar mesin diesel yang berlaku di Indonesia.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *water brake dynamometer* untuk mengetahui daya, torsi, *brake mean effective pressure*, *specific fuel consumption*, *efisiensi termal*.

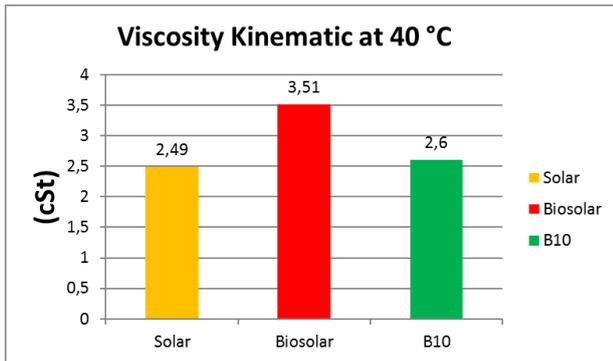
Hasil dan Pembahasan

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.

Pada Gambar 4, nilai massa jenis solar didapatkan dengan pengujian sebesar 0.8326 Kg/L. Pada biosolar SPBU didapatkan massa jenis sebesar 0.839. Hal tersebut membuktikan bahwa massa jenis dari minyak sawit lebih tinggi daripada solar murni. Pada B10 didapatkan hasil kerapatan sebesar 0.835. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan solar murni. Hal tersebut membuktikan bahwa minyak biji mangga memiliki massa jenis yang lebih besar dibandingkan dengan solar. Kerapatan atau massa jenis dari bahan bakar sangat berpengaruh terhadap kualitas dari unjuk kerja bahan bakar tersebut. Semakin tinggi kerapatan, artinya semakin rapat jarak antar molekul dalam bahan bakar akan semakin sulit untuk melakukan proses pengkabutan. Hal ini dapat membebani kerja injektor. Dari data diperoleh bahwa B10 minyak biji mangga memiliki nilai kerapatan antara solar murni dan biosolar pertamina, sehingga masih berada di titik aman.



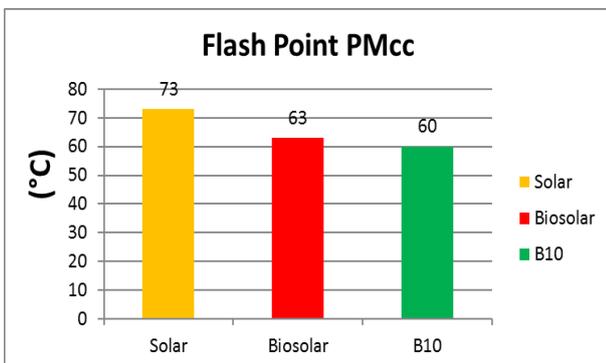
Gambar 4. Grafik Perbandingan *Density* Bahan Bakar



Gambar 5. Perbandingan *Viscosity Kinematic* Bahan Bakar

Pada gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai *viscosity kinematic* dari solar sebesar 2.49 cSt dan nilai viskositas kinematik dari biosolar pertamina sebesar 3.51 cSt. Hal ini membuktikan bahwa minyak sawit memiliki *viscosity kinematic* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar murni. Untuk B10 juga didapatkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar murni yaitu 2.6 cSt. Dapat disimpulkan bahwa minyak biji mangga memiliki *viscosity kinematic* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar murni.

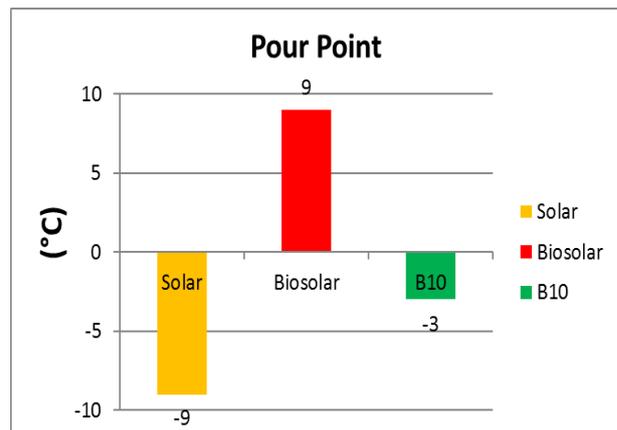
Semakin tinggi *viscosity kinematic*, maka kerja dari injektor semakin berat. Injektor berfungsi untuk menyuplai bahan bakar pada ruang bakar. Bahan bakar yang keluar dari injektor berupa kabut. Semakin tinggi *viscosity kinematic*, maka semakin sulit injektor untuk mengkabutkan bahan bakar. Perbedaan *viscosity kinematic* dari solar dan minyak biji mangga juga sangat berpengaruh terhadap homogenitas campuran. Semakin besar perbedaan *viscosity kinematic* antara solar dan minyak biji mangga, maka homogenitas campuran bahan bakar semakin buruk.



Gambar 6. Perbandingan *Flash Point* Bahan Bakar

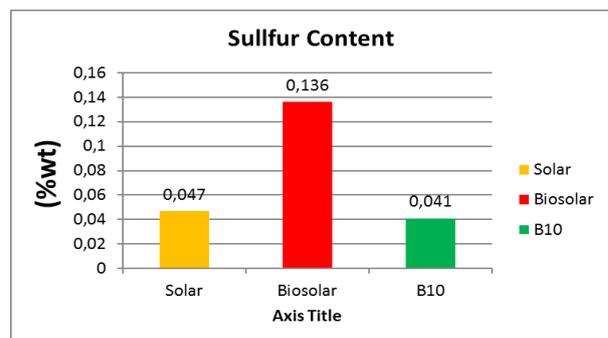
Pengujian *flash point* dapat dilihat pada Gambar 6, Nilai tertinggi diperoleh solar pada temperatur 73° C. Tidak ada yang bisa mengalahkan flash point dari solar. Hal ini membuktikan bahwa penambahan minyak nabati ke dalam solar dapat menurunkan titik nyala dari bahan bakar. Pada

biosolar didapatkan nilai titik nyala pada temperatur 63° C. Sedangkan pada B10 minyak biji mangga didapatkan *flash point* sebesar 60° C. Dari hasil tersebut juga dapat disimpulkan bahwa titik nyala dari minyak sawit lebih tinggi jika dibandingkan dengan titik nyala dari minyak biji mangga. *Flash point* berpengaruh terhadap penyalaan dari bahan bakar, semakin tinggi nilai *flash point* maka semakin sulit bahan bakar untuk terbakar.



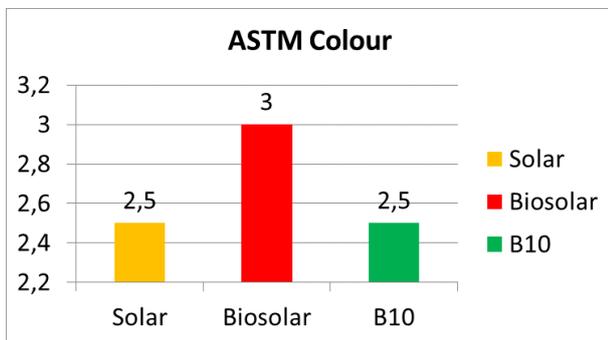
Gambar 7. Perbandingan *Pour Point* Bahan Bakar

Pada gambar 7, dapat dilihat hasil uji dari pour point. Hasil uji dari pour point memiliki tujuan untuk mengetahui temperatur minimum dari bahan bakar untuk dapat tetap mengalir dengan baik. Solar memiliki pour point yang rendah yaitu pada -9°C. Bahan bakar solar cocok digunakan untuk daerah yang memiliki temperatur lingkungan rendah seperti pada gunung, dan daerah dataran tinggi lainnya. Sementara itu, biosolar memiliki pour point sebesar 9°C. Dapat disimpulkan bahwa pour point dari minyak sawit lebih tinggi dibandingkan dengan solar murni. Kondisi ini rawan bila dipakai pada tempat-tempat yang memiliki temperatur rendah. Untuk B10 didapatkan hasil temperatur pour point yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar murni. Hal tersebut membuktikan bahwa minyak biji mangga memiliki *pour point* yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar murni.



Gambar 8. Perbandingan *Sulphur Content* Bahan Bakar

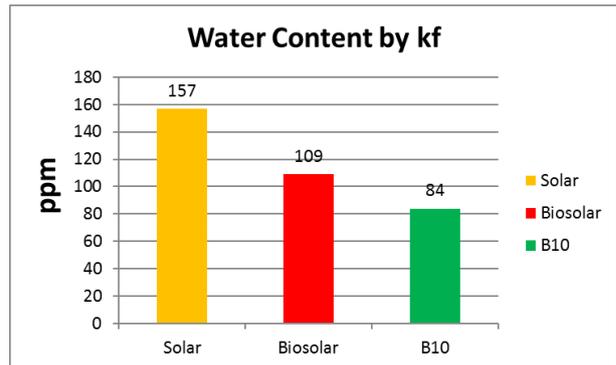
Kandungan sulfur dari masing-masing spesimen dapat dilihat pada Gambar 8. Solar memiliki kandungan sulfur 0.047% dari berat. Biosolar pertamina memiliki kandungan sulfur yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan solar, dan B10 yaitu 0.136% berat. Untuk B10 memiliki kandungan sulfur diperoleh sebesar 0.041% berat. Dapat disimpulkan bahwa kandungan sulfur yang paling baik adalah miliki minyak biji mangga karena rendah jika dibandingkan dengan solar murni dan biosolar pertamina dari minyak sawit. Kandungan sulfur dapat menyebabkan ruang bakar berkerak sehingga dapat menurunkan unjuk kerja. Selain itu, kandungan sulfur juga dapat menimbulkan polusi udara berupa hujan asam.



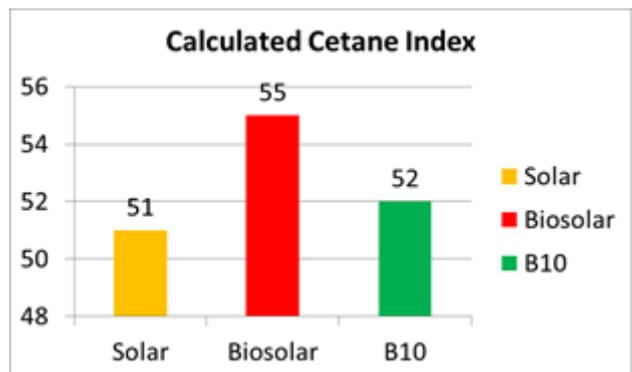
Gambar 9. Perbandingan ASTM Colour Bahan Bakar

Karakteristik warna dari masing-masing spesimen sama sekali tidak mempengaruhi kinerja. Hal ini disebabkan karena warna hanya suatu standard untuk menarik perhatian konsumen dan member simbol jenis bahan bakar. Pada Gambar 9. didapatkan hasil warna yang sama pada solar, dan B10. Nilai 2,5 menunjukkan standard warna dari pertamina. Sementara itu, biosolar pertamina memiliki nilai 3 yang artinya sedikit lebih gelap dibandingkan dengan solar dan B10. Warna dari bahan bakar tidak berpengaruh terhadap kualitas pembakaran. Warna dari bahan bakar hanyalah standard yang dikeluarkan dari pertamina agar konsumen bisa membedakan jenis-jenis bahan bakar.

Pada Gambar 10, Solar murni memiliki kandungan air yang cukup tinggi sebanyak 157 ppm. Sementara itu, biosolar milik pertamina memiliki kandungan air sebanyak 109 ppm dan B10 memiliki kandungan air sebanyak 84 ppm. Kandungan air dapat menyebabkan kerusakan pada ruang bakar karena mengganggu proses pembakaran. Sehingga dapat terjadi pembakaran tidak sempurna dan dapat merusak mesin.

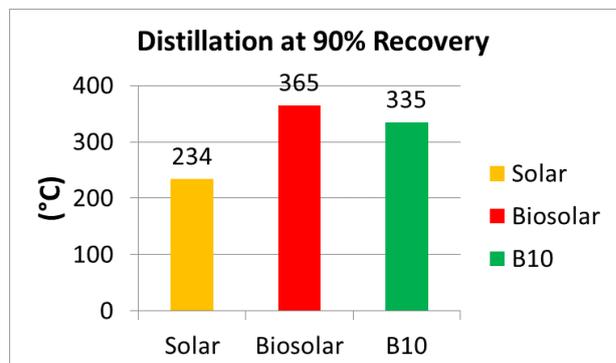


Gambar 10. Perbandingan Water Content Bahan Bakar



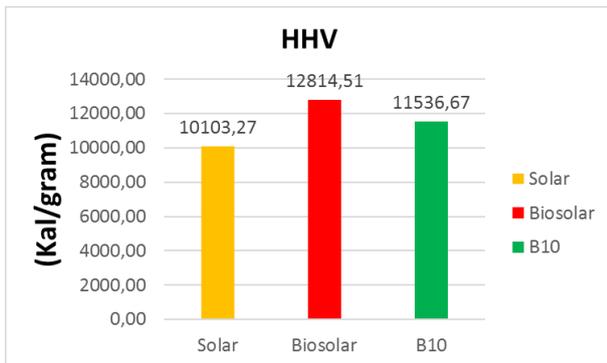
Gambar 11. Perbandingan Calculated Cetane Index Bahan Bakar

Untuk indeks *calculated cetane index* dari masing- masing sampel dapat dilihat pada Gambar 11. Biosolar pertamina memiliki nilai tertinggi yaitu 55. Biodiesel B10 minyak biji mangga memiliki nilai indeks cetane 52. Solar murni memiliki nilai indeks cetane terendah yaitu 51. Hal ini membuktikan bahwa minyak sawit memiliki CCI yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar murni dan minyak biji mangga. Namun, minyak biji mangga memiliki nilai CCI yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar murni. Nilai CCI berpengaruh terhadap efektivitas pembakaran. Jika nilai CCI terlalu rendah, maka terjadi pembakaran tidak sempurna dan mempengaruhi unjuk kerja dari bahan bakar.



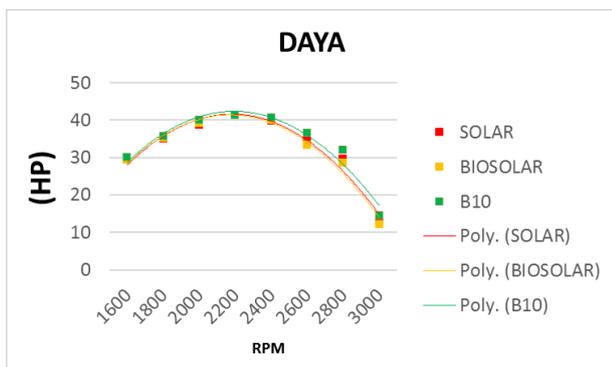
Gambar 12. Perbandingan Disillation Bahan Bakar

Pada Gambar 11, hasil pengujian destilasi atau titik uap pada solar akan menguap pada temperatur 234°C. Biosolar pertamina akan menguap pada temperatur 365°C. Hal ini membuktikan bahwa minyak sawit memiliki titik uap yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar murni. Sementara itu untuk B10, didapatkan titik didih sebesar 335°C. Hal ini membuktikan bahwa titik didih dari minyak biji mangga lebih tinggi daripada solar murni. Semakin tinggi titik uap dari bahan bakar, maka temperatur dari ruang bakar juga akan semakin tinggi. Hal tersebut dapat menyebabkan mesin menjadi cepat panas dan dapat merusak mesin apabila terjadi dalam kurun waktu yang lama.



Gambar 13. Perbandingan Disillation Bahan Bakar

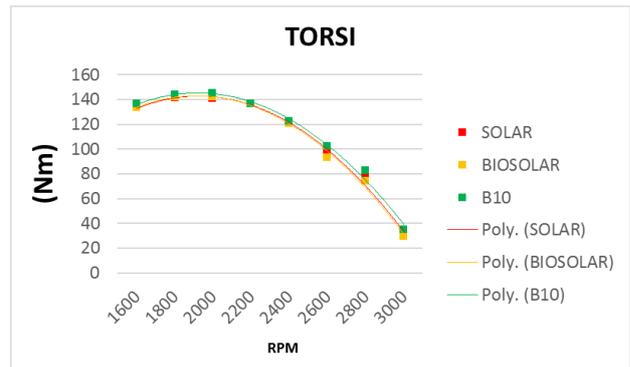
Hasil penelitian nilai kalor atas (HHV) dapat dilihat pada Gambar 13. Solar memiliki nilai HHV yang paling rendah yaitu 10,103.27 Kal/gr. B10 minyak biji mangga memiliki nilai HHV sebesar 12,814.51 Kal/gr. Biosolar pertamina memiliki nilai HHV tertinggi sebesar 11,536.67 Kal/gr. Semakin besar nilai HHV, maka usaha total yang dihasilkan akan semakin besar. Dari penelitian, solar memiliki nilai HHV yang paling rendah jika dibandingkan dengan biosolar dan B10 minyak biji mangga.



Gambar 14. Perbandingan Daya

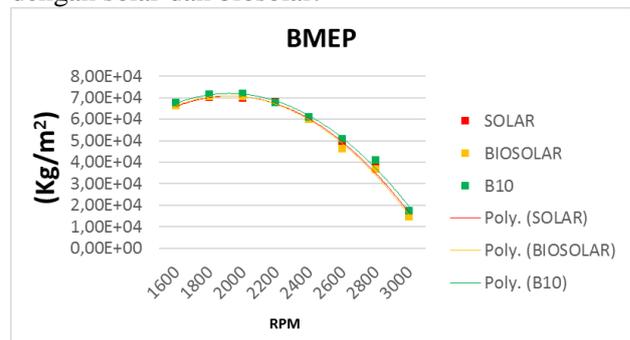
Pada Gambar 14. dapat dilihat bahwa rata-rata daya dari B10 minyak biji mangga berada diatas solar dan biosolar. Daya merupakan besaran dari tenaga yang dihasilkan mesin. Daya sangat diperlukan mesin pada putaran tinggi. Masing-

masing dari sampel memiliki kondisi optimum. B10 memiliki kondisi optimum pada RPM 2200 dengan daya sebesar 41.29 HP. Biosolar memiliki kondisi optimum pada RPM 2200 dengan daya sebesar 41.29 HP. Solar memiliki kondisi optimum pada RPM 2200 dengan daya sebesar 41.39 HP. Jika dilihat dari kondisi optimum, semua sampel memiliki kondisi optimum pada RPM 2200 dan solar memiliki kondisi optimum tertinggi jika dibandingkan dengan B10 maupun biosolar..



Gambar 15. Perbandingan Torsi

Pada Gambar 15, dapat dilihat grafik perbandingan torsi dari setiap sampel. Torsi berperan penting pada kendaraan saat kondisi awal kendaraan bergerak. Setiap sampel memiliki kondisi optimum pada RPM tertentu. B10 memiliki kondisi optimum pada RPM 2000 dengan torsi sebesar 145.10 Nm. Biosolar memiliki kondisi optimum pada RPM 2000 dengan torsi sebesar 142.17 Nm. Solar memiliki kondisi optimum pada RPM 1800 dengan torsi sebesar 141.20 Nm. Rata-rata torsi dari setiap sampel menunjukkan bahwa B10 memiliki nilai rata-rata torsi paling tinggi dibandingkan dengan solar dan biosolar.



Gambar 16. Perbandingan BMEP

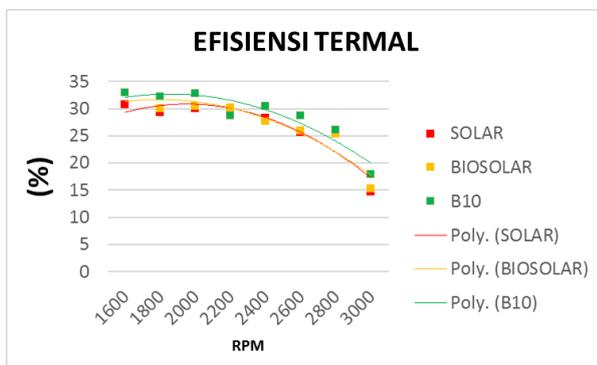
Grafik 16. menunjukkan perbandingan BMEP setiap sampel. BMEP merupakan tekanan rata-rata semua silinder selama siklus pembakaran berlangsung. Masing-masing dari sampel memiliki tekanan tertinggi pada RPM tertentu. B10 memiliki tekanan tertinggi pada RPM 2000 sebesar 71,900 Kg/m². Biosolar memiliki tekanan tertinggi pada

RPM 2000 sebesar 70,500 Kg/m². Solar memiliki tekanan tertinggi pada RPM 1800 sebesar 70,000 Kg/m². Tekanan rata-rata dari B10 lebih tinggi jika dibandingkan dengan tekanan rata-rata dari biosolar dan solar.



Gambar 17 Grafik Perbandingan SFC

Gambar 17. menunjukkan banyaknya konsumsi bahan bakar dari mesin. Semakin kecil konsumsi bahan bakar, semakin irit bahan bakar tersebut. Masing-masing dari sampel memiliki kondisi paling irit dan paling boros pada RPM tertentu. Untuk B10, kondisi paling irit berada pada RPM 1600 yaitu 0.19 Kg BB/ HP Hour. Kondisi paling boros dari B10 berada pada RPM 3000 yaitu sebesar 0.35 Kg BB/ HP Hour. Biosolar memiliki kondisi paling irit pada RPM 1600 sebesar 0.19 Kg BB/ HP Hour. Kondisi paling boros dari biosolar berada pada RPM 3000 sebesar 0.42 Kg BB/ HP Hour. Solar memiliki kondisi paling irit pada RPM 1600, 2000, dan 2200 yaitu sebesar 0.21 Kg BB/ HP Hour. Solar memiliki kondisi paling boros pada RPM 3000 sebesar 0.43 Kg BB/ HP Hour.



Gambar 18. Perbandingan Efisiensi Termal

Gambar 18. menunjukkan grafik perbandingan efisiensi termal dari setiap sampel. Efisiensi Termal merupakan efisiensi dari bahan bakar yaitu seberapa banyak bahan bakar yang mampu diubah menjadi energy mekanik. Setiap sampel memiliki efisiensi

tertinggi pada RPM tertentu. B10 memiliki efisiensi termal tertinggi pada RPM 1600 sebesar 32.96%. Biosolar memiliki efisiensi termal tertinggi pada RPM 1600 sebesar 32.95%. Sedangkan solar memiliki efisiensi termal tertinggi pada RPM 1600 sebesar 30.72%.

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan:

- Minyak biji mangga dapat digunakan menjadi sumber energi alternative.
- Pengambilan minyak biji mangga dapat dilakukan dengan metode soxhlet.
- Besar viskositas kinematik dari minyak biji mangga mendekati viskositas kinematik dari bahan bakar solar, sehingga dapat dilakukan pencampuran antara minyak biji mangga dengan bahan bakar solar.
- Hasil uji karakteristik menunjukkan bahwa B10 minyak biji mangga dapat dilakukan pengujian unjuk kerja pada mesin diesel, sementara B20 minyak biji mangga tidak dapat dilakukan pengujian unjuk kerja pada mesin diesel karena flash point dari B20 minyak biji mangga tidak memenuhi standard.
- Pengujian unjuk kerja dari 3000 RPM hingga 1600 RPM menunjukkan bahwa biosolar memiliki rata-rata daya 0.8% lebih buruk daripada solar, sementara B10 memiliki kenaikan rata-rata daya 3% lebih baik dari solar.
- Pengujian unjuk kerja dari 3000 RPM hingga 1600 RPM menunjukkan bahwa biosolar memiliki rata-rata torsi 0.5% lebih buruk daripada solar, sementara B10 memiliki kenaikan rata-rata torsi 3% lebih baik dari solar.
- Pengujian unjuk kerja dari 3000 RPM hingga 1600 RPM menunjukkan bahwa biosolar memiliki rata-rata BMEP sama dengan solar, sementara B10 memiliki kenaikan rata-rata BMEP 3% lebih tinggi dari solar.
- Pengujian unjuk kerja dari 3000 RPM hingga 1600 RPM menunjukkan bahwa biosolar.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Kristen Petra, Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Hibah Penelitian Produk terapan) (2105-2018).

Referensi

- [1] R. Dantes, 2013. Perencanaan Frame dan rangkaian Electric Berbasis Hybrid-Electric Vehicles Menuju Undiksha Go Green, *Jurnal Sains dan Teknologi* 2(2), 221–230. ISSN: 2303-3142. (Referensi Jurnal).
- [2] Sutrisno dkk, 2017. The effects of particle size and pressure on the combustion characteristics of carbera mangas leaf briquettes, *ARNP Journal* Vol 12(4) pp1-6. (Referensi Jurnal).
- [3] 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. (Referensi Jurnal).
- [4] Fauzan, R. 2015. Pemanfaatan Biji Mangga Madu sebagai Minyak dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia*. (Referensi Jurnal).
- [5] A. Nalgundwar, B. Paul, S. K. Sharma, 2016, Comparison of performance and emissions characteristics of DI CI engine fueled with dual biodiesel blends of palm and jatropha, *Fuel* 173 pp 172-179. (Referensi Jurnal).
- [6] D. Sivakumar dkk, 2016, An experimental study on jatropha-derived alternative aviation fuel sparys from simplex swirl atomizer, *Fuel* 179 pp 36-44. (Referensi Jurnal).
- [7] Sutrisno, dkk, 2015, Study of the secondary flow structures caused the addition forward facing step turbulence generated, *Advances and Applications in Fluid Mechanics* 18(1) 129-144. (Referensi Jurnal).
- [8] D. Lestari dkk, 2015, Economic valuation of potential product from Jatropha seed in five selected countries : Zimbabwe, Tanzania, Mali, Indonesia, and The Netherlands, *Biomass and Bioenergy* 74 pp 84-91. (Referensi Jurnal).
- [9] Bank Dunia, 2018. Laporan triwulanan perekonomian Indonesia Maret 2018, The world bank report.