

Pengaruh campuran biodiesel minyak rumput laut *gracilaria verrucosa* dengan bahan bakar solar terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang mesin diesel

Moch Taufiq Ichsan¹, Samsudin Anis², dan Dwi Widjanarko²

¹Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
Gedung E9, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang. 0248508101

²Staff Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
Gedung E9, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang. 0248508101
Email korespondensi: samsudin_anis@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran biodiesel minyak rumput laut *gracilaria verrucosa* pada bahan bakar solar terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang mesin diesel. Produksi biodiesel minyak rumput laut menggunakan metode transesterifikasi. Variasi campuran biodiesel yang digunakan pada bahan bakar solar yaitu sebesar B-0, B-5, B-10, dan B-15 dan putaran mesin (rpm) yang digunakan pada 1600, 1800, 2000, 2300 dan 2500. Pengujian unjuk kerja mesin diesel menggunakan eddy current dynamometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran biodiesel B-10 menghasilkan unjuk kerja dan emisi gas buang mesin diesel yang optimal dibanding campuran lainnya.

Kata kunci: seaweed, biodiesel, performance, exhaust gas emissions

Abstract

The purpose of this research is to study the influence of biodiesel *gracilaria verrucosa* seaweed with diesel fuel blends on the performance and exhaust gas emission of diesel engine. Performance of diesel engine in term of torque and power as well as exhaust gas emission were tested under various biodiesel-diesel fuel blended ratio (B-0, B-5, B-10 and B-15) and load engine speed (1600, 1800, 2000, 2300, and 2500 rpm). using eddy current dynamometer. Engine performance test diesel using eddy current dynamometer. The results show that the B-10 biodiesel mixture produces optimal diesel engine performance and exhaust emissions compared to other mixtures.

Keywords: rumput laut, biodiesel, kinerja, emisi gas buang

1. Pendahuluan

Sebagai negara kepulauan dengan jumlah 17.504 pulau dan panjang garis pantai mencapai 81.000 km, Indonesia memiliki potensi yang sangat besar bagi pengembangan komoditi rumput laut, di mana kegiatan pengembangannya telah dilakukan di seluruh perairan Indonesia mulai dari Nangroe Aceh Darusalam sampai dengan Papua. Luas indikatif lahan yang dapat dimanfaatkan untuk budidaya komoditas rumput laut Indonesia mencapai 769.452 ha. Dari jumlah itu, baru sekitar 50% atau seluas 384.733 ha yang secara efektif dimanfaatkan, dan akan terus dimanfaatkan sehingga target produksi tahun 2014 sebesar 10 juta ton dapat dicapai [11].

Sedikitnya 555 jenis rumput laut telah diidentifikasi di perairan Indonesia, dimana 55 jenis diantaranya telah dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai makanan dan secara tradisional digunakan sebagai obat oleh masyarakat yang bermukim di daerah pesisir nusantara [12]. Komoditas rumput laut menjadi salah satu hasil laut andalan yang diunggulkan. Prospek cerah rumput laut di Indonesia tampak jelas sebagai satu komoditas perdagangan,

baik untuk memenuhi kebutuhan permintaan dari dalam maupun luar negeri [9].

Saat ini telah terjadi peningkatan minat untuk memproduksi biofuel yang berasal dari rumput laut [4]. Biodiesel yang berasal dari mikro dan makro alga telah dikenal sebagai salah satu sumber lipid yang dapat digunakan dalam produksi biodiesel karena bersifat terbarukan, dapat diproduksi dalam skala besar dan ramah lingkungan [8].

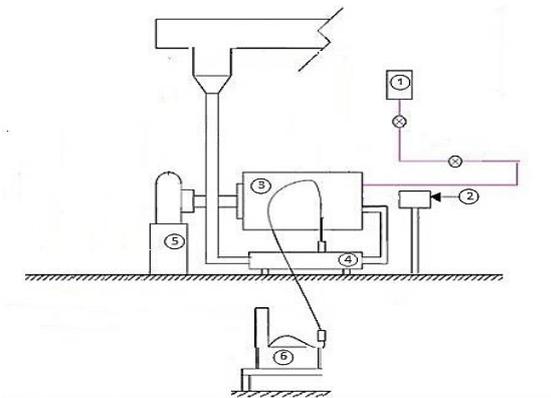
Melihat ketersediaan dan terjangkaunya harga rumput laut jenis *gracilaria verrucosa* di pulau Jawa serta kurangnya perhatian memanfaatkan rumput laut sebagai bahan bakar alternatif terbarukan khususnya di Indonesia, maka pada penelitian ini memanfaatkan rumput laut jenis *gracilaria verrucosa* sebagai bahan untuk pembuatan biodiesel yang akan diaplikasikan pada mesin diesel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran biodiesel *gracilaria verrucosa* pada bahan bakar solar terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang yang dihasilkan mesin diesel. Variasi campuran biodiesel yang digunakan adalah B-0, B-5, B-10 dan B-15.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan membuat biodiesel dari rumput laut jenis *gracilaria verrucosa*. Minyak rumput laut diperoleh dari metode pengepresan dan larutan kimia n-heksana. Setelah diperoleh minyak rumput laut, untuk mengubah menjadi biodiesel dilakukan proses transesterifikasi. Diperlukan katalis NaOH dan methanol untuk memproduksi biodiesel. Biodiesel yang terbentuk akan berada di lapisan atas, gliserin akan berada di bagian bawah. Tahap terakhir dari proses produksi biodiesel adalah melakukan pencucian, pengeringan dan pengujian kualitas.

Penelitian ini difokuskan pada pengujian performa mesin diesel serta emisi gas buang berupa NO_x dari biodiesel rumput laut. Mesin dioperasikan pada lima tingkat beban dengan kecepatan mesin pada 1600, 1800, 2000, 2300 dan 2500 rpm. Bahan bakar yang digunakan divariasi menjadi 4 variasi campuran bahan bakar diantaranya B-0, B-5, B-10 dan B-15, yang mana masing-masing menunjukkan 0%, 5%, 10% dan 15% campuran biodiesel rumput laut.

Performa mesin berupa unjuk kerja diperoleh dari menggunakan dynamometer jenis *eddy current*. Mesin diesel dihubungkan melalui kopling dengan *eddy current dynamometer*. Selain performa mesin, kandungan gas buang berupa NO_x yang dihasilkan dari unjuk kerja mesin diesel pada setiap putaran mesin diesel diukur dengan menggunakan *gas analyzer*.



Gambar 1. Rangkaian Pengujian Performa Mesin Diesel

Keterangan:

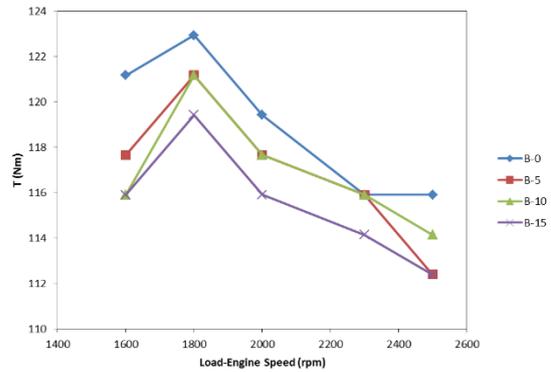
1. Tangki Solar + Biodiesel Rumput Laut
2. Radiator
3. Mesin Diesel
4. Saluran Pembuangan Gas Buang
5. Eddy Current Dynamometer
6. Gas Analyzer

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Variasi Campuran Biodiesel Terhadap Torsi, Daya dan Konsumsi Bahan Bakar Mesin

Torsi

Hubungan antara putaran dan torsi pada pemakaian bahan bakar B-0 (solar), B-5, B-10 dan B-15 seperti terlihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2 terlihat bahwa torsi yang dihasilkan secara umum untuk campuran B-5 menghasilkan torsi lebih baik pada putaran mesin rendah sedangkan B-10 pada putaran mesin tinggi. Torsi yang dihasilkan menunjukkan bahwa karakter mesin dapat bekerja optimal pada variasi campuran bahan bakar dan putaran tertentu.



Gambar 2 Hubungan antara Putaran dengan Torsi

Dengan demikian secara umum, pemakaian campuran biodiesel menurunkan torsi yang dihasilkan dari solar murni sekitar 1,7% [dasar perhitungan sebagai berikut: (119,0561–116,9489):119,0561]. Penurunan torsi disebabkan biodiesel memiliki nilai kalor (*caloric value*) yang lebih rendah daripada solar sehingga akan mempengaruhi rendahnya energi panas yang dihasilkan dalam pembakaran. Selain itu, *flash point* (titik nyala) biodiesel yang lebih tinggi dari solar menyebabkan pembakaran didalam ruang bakar menjadi terlambat.

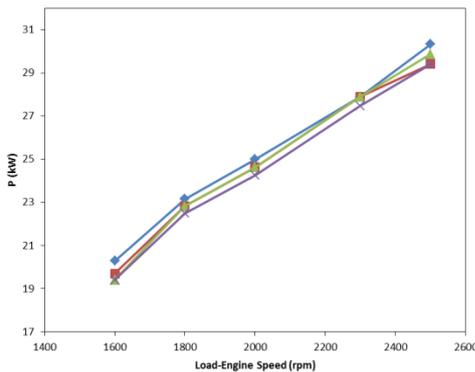
Pada putaran yang semakin tinggi yaitu pada putaran 2500 rpm, grafik torsi cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena putaran mesin semakin tinggi sehingga gesekan pada dinding silinder semakin besar, proses pembakaran pun menjadi tidak sempurna dan piston tidak memiliki cukup waktu untuk menghisap udara secara penuh. Campuran yang masuk ke dalam ruang bakar mulai berkurang sehingga tekanan kompresi menurun, torsi yang dihasilkan semakin kecil pula [3].

Penelitian yang membahas torsi mesin diesel menggunakan biodiesel dari minyak biji nyamplung telah dilakukan oleh Hutomo [3] disimpulkan bahwa torsi optimal dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar campuran solar B-7,5 sebesar 9,13 kg.m dan cenderung mengalami penurunan pada B-10 sebesar 8,77 kg.m pada putaran 1500 rpm. Sedangkan Ariwibowo, dkk [7] melaporkan bahwa performa mesin diesel berbahan bakar biodiesel teroksidasi menghasilkan torsi rata-rata optimal yang diukur untuk rentang kecepatan poros 1000-3000 rpm berada pada campuran B20 sebesar 82.198 Nm dan

cenderung mengalami penurunan pada B20-O sebesar 81.087 Nm.

Daya

Hubungan antara putaran dan daya pada pemakaian bahan bakar B-0 (solar), B-5, B-10 dan B-15. seperti terlihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2 terlihat bahwa daya yang dihasilkan secara umum untuk bahan bakar B-0 sampai B-15 terus mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan pada putaran mesin dari 1600 hingga 2500 rpm. Semakin besar daya yang dihasilkan karena beban yang diberikan juga besar.



Gambar 3 Hubungan antara Putaran dengan Daya

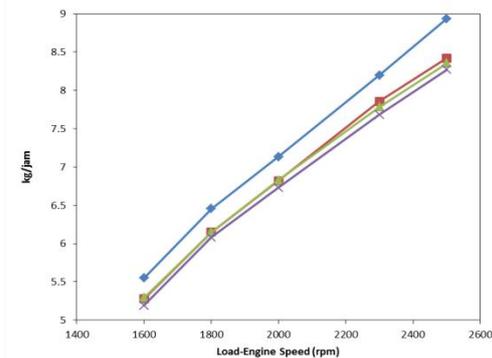
Campuran biodiesel B-10 menghasilkan daya yang lebih besar dari pada campuran lainnya. Dengan demikian secara rata-rata, pemakaian bahan bakar B-10 pada putaran 1600 hingga 2500 rpm merupakan campuran yang ideal yang dapat digunakan pada solar karena menghasilkan daya paling baik dibandingkan dengan campuran biodiesel lainnya. Pemakaian campuran biodiesel B-10 menurunkan daya yang dihasilkan dari solar murni sekitar 1,6% [dasar perhitungan sebagai berikut: (25,3341-24,9261): 25,3341]. Daya yang dihasilkan sebanding dengan torsi. Penurunan daya disebabkan solar memiliki nilai kalor (*caloric value*) yang lebih tinggi daripada biodiesel sehingga akan mempengaruhi penurunan tekanan pendorong piston didalam ruang bakar. Selain itu, sifat kimia biodiesel yang memiliki *flash point* (titik nyala) lebih tinggi dari solar menyebabkan keterlambatan proses pembakaran didalam ruang bakar. Disisi lain karakter mesin juga akan mempengaruhi performa mesin yang dihasilkan.

Penelitian yang membahas daya mesin diesel menggunakan biodiesel dari minyak biji nyamplung telah dilakukan oleh Hutomo [3] disimpulkan bahwa daya optimal yang dihasilkan menggunakan campuran solar B-7,5 solar sebesar 29,37 PS dan cenderung mengalami penurunan pada B-10 sebesar 28,73 PS pada putaran 2500 rpm. Sedangkan Aziz [1] melaporkan bahwa penggunaan biodiesel dari minyak goreng bekas pada biodiesel B40 menghasilkan daya yang lebih rendah dibandingkan dengan solar dan biodiesel B20. Daya yang dihasilkan berkurang sekitar 2,3 % terhadap daya yang dihasilkan solar.

Konsumsi Bahan Bakar

Hubungan antara putaran dan konsumsi bahan bakar pada pemakaian bahan bakar B-0 (solar), B-5, B-10 dan B-15 seperti terlihat pada Gambar 3. Dari ketiga variasi campuran, B-15 merupakan campuran yang lebih efisien dari solar murni maupun campuran lainnya. B-15 dapat menghemat konsumsi bahan bakar sekitar 6,792 kg/jam lebih baik daripada solar murni dibandingkan dengan campuran biodiesel lainnya sehingga dapat menghemat pemakaian bahan bakar sebesar 6,3% [dasar perhitungan sebagai berikut: (7,254-6,792):7,254]. Biodiesel rumput laut yang dihasilkan memiliki sifat fisik viskositas yang lebih tinggi dari solar. Campuran bahan bakar yang disemprotkan oleh injektor menjadi lebih efisien yang dapat memicu konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit daripada penggunaan solar murni.

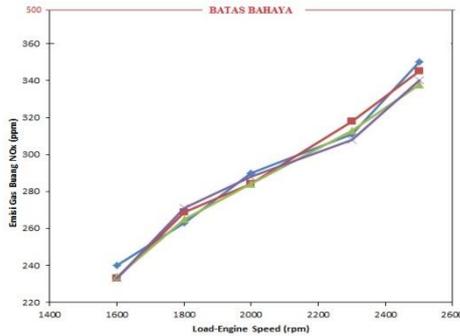
Penelitian yang membahas konsumsi bahan bakar menggunakan biodiesel dari *virgin coconut oil* oleh Bhikuning [2] disimpulkan bahwa penggunaan katalis NaOH lebih baik bila dibandingkan dengan KOH. Dan biodiesel yang dicampur atau di blend dengan solar sebanyak 20%.



Gambar 4 Hubungan antara Putaran dengan Konsumsi Bahan Bakar

Pengaruh Variasi Campuran Biodiesel Terhadap Emisi Gas Buang NO_x

Hubungan antara putaran dan emisi gas buang NO_x yang dihasilkan pada pemakaian bahan bakar B-0 (solar), B-5, B-10 dan B-15 seperti terlihat pada Gambar 4. Dari gambar tampak bahwa rata-rata emisi gas buang NO_x untuk B-0 (solar murni) memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan campuran biodiesel dengan solar. Sedangkan pada campuran B-10 menghasilkan kadar emisi NO_x terendah sebesar 286 ppm. Sehingga campuran B-10 merupakan campuran biodiesel yang paling ramah terhadap lingkungan dibandingkan campuran lainnya. Kadar emisi gas buang NO_x yang dihasilkan masih dibawah ambang batas bahaya yakni 500 ppm. Konsentrasi 500 ppm dapat menyebabkan kematian jika terpapar dalam waktu 2-10 hari [13].



Gambar 5 Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas Buang NO_x

Biodiesel rumput laut mengandung oksigen dalam senyawanya, sehingga pembakaran di dalam mesin lebih sempurna dan hanya membutuhkan nisbah udara atau bahan bakar rendah. NO_x terbentuk karena tingginya temperatur pembakaran bahan bakar udara didalam silinder. Semakin tinggi temperatur pembakaran, maka semakin bertambah kadar NO_x yang terbentuk.

Penelitian yang membahas emisi gas buang NO_x menggunakan biodiesel dimethyl ester B-01 dan B-02 telah dilakukan oleh Turnip [6] disimpulkan bahwa kadar NO_x tertinggi terjadi saat menggunakan biodiesel (B-01) pada putaran 1000 rpm dan menggunakan biodiesel (B-02) pada putaran 1000 rpm dan 2600 rpm menghasilkan emisi NO_x sebesar 5000 ppm pada pembebanan 10 kg. Sedangkan pada pembebanan 25 kg, kadar NO_x tertinggi terjadi saat menggunakan biodiesel (B-01) pada putaran 1800 rpm dan menggunakan biodiesel (B-02) pada putaran 1400 rpm dan 2200 rpm menghasilkan emisi NO_x sebesar 5000 ppm.

4. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu torsi dan daya yang dihasilkan mengalami penurunan seiring dengan penambahan campuran biodiesel pada bahan bakar solar. Semakin banyak campuran biodiesel yang ditambahkan semakin kecil torsi dan daya yang dihasilkan. Campuran biodiesel B-10 menghasilkan daya dan torsi yang lebih optimal daripada campuran lainnya. Sedangkan pada konsumsi bahan bakar, campuran B-15 dapat menghemat konsumsi bahan bakar sekitar 6,792 kg/jam lebih baik daripada solar murni dibandingkan dengan campuran biodiesel lainnya. Emisi gas buang NO_x yang dihasilkan mengalami penurunan karena biodiesel rumput laut mengandung oksigen dalam senyawanya, sehingga pembakaran di dalam mesin lebih sempurna dan hanya membutuhkan nisbah udara atau bahan bakar rendah. Sehingga campuran B-10 merupakan campuran biodiesel yang paling ramah terhadap lingkungan dibandingkan campuran lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] I. Aziz, 2008. Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia*.
- [2] A. Bhikuning, 2013. Analisa Performa Mesin dengan Biodiesel Terbuat dari *Virgin Coconut Oil* pada Mesin Diesel. *Jurnal Teknik Mesin*. 06: 123-128.
- [3] A.P. Hutomo, 2014. Proses Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Nyamplung Dan Uji Kinerja Pada Mesin Diesel. *Jurnal Teknik Mesin*.
- [4] J. Singh, and S. Gu. 2010. Commercialization potential of microalgae for biofuels production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(9): 2596-2610.
- [5] P.J.I.B. Williams, and L.M.L. Laurens. 2010. Microalgae as biodiesel & biomass feedstocks: Review & analysis of the biochemistry, energetics & economics. *Energy & Environmental Science*. 3(5): 554-590.
- [6] J. Turnip, 2010. Pengujian dan Analisa Performansi Motor Bakar Diesel menggunakan Biodiesel Dimethyl Ester B-01 dan B-02.
- [7] D. Ariwibowo, Fadjar, B., dan T. Suryo, 2011. Performa Mesin Diesel Berbahan Bakar Biodiesel Teroksidasi. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 02: 91-96.
- [8] J. Carvalho, et al. 2011. Biodiesel production by microalgae and macroalgae from north littoral Portuguese coast. in 1st International Conference WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities:694-699: CVR-Centro para a Valorização de Resíduos.
- [9] L. M. Aslan, 1991. *Budidaya Rumput Laut*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- [10] Y. Chisti, 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*. 25(3): 294-306.
- [11] Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2013. *Rumput Laut di Indonesia*. Jakarta: Kemendag RI.
- [12] A. Parenrengi, R Syah, dan E. Suryati, 2012. *Budidaya Rumput Laut Prnghasil Kerajinan (KaraginoFit)*. Jakarta: Kementrian Perikanan dan Kelautan.
- [13] Sasongko. 2016. *Emisi Gas Buang dan Permasalahannya*. Malang: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika Malang.