

Produksi Bioetanol dari Nira Lontar dan Pengaruh Campurannya Dengan Premium Terhadap Torsi dan Daya Pada Sepeda Motor

Fahrizal¹⁾, Basri K²⁾, Edy Suprpto³⁾, Damianus Manesi⁴⁾, Priyono⁵⁾, Jasman⁶⁾

¹⁻⁶⁾Universitas Nusa Cendana, Kupang

Email : fahrizal@staf.undana.ac.id

Abstrak

Kebutuhan bahan bakar minyak fosil terus mengalami peningkatan seiring pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor. Oleh karena itu perlu diupayakan pencarian sumber bahan bakar alternatif terutama yang berasal dari biomassa karena sifatnya dapat diperbarui dan lebih ramah terhadap lingkungan. Bioetanol yang berasal dari tanaman lontar (*Borassus flabellifer*) merupakan salah satu solusi untuk menjawab kebutuhan bahan bakar alternatif tersebut. Tujuan penelitian ini adalah membuat bioetanol dari nira lontar sesuai *grade* untuk bahan bakar, mendapatkan data hasil pengukuran torsi dan daya sepeda motor 4 langkah menggunakan bahan bakar campuran premium-bioetanol dalam berbagai perbandingan konsentrasi dan mendapatkan perbandingan konsentrasi optimal yang menghasilkan torsi dan daya mesin maksimal. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Kimia dan Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin FKIP Undana. Instrumen penelitian berupa pedoman pembuatan bioetanol, pedoman pengujian kinerja mesin, dan lembar hasil pengujian. Pengumpulan data menggunakan eksperimen atau pengujian di laboratorium guna diperoleh angka putaran mesin, torsi dan daya mesin. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode deskriptif. Hasil penelitian didapatkan bahwa torsi dan daya mesin meningkat seiring peningkatan angka putaran mesin serta perbandingan konsentrasi 30% menghasilkan torsi dan daya maksimal.

Kata Kunci: bioetanol, torsi, daya, sepeda motor 4 langkah

Abstract

*The demand for fossil fuels continues to increase in line with the growing number of motor vehicles. Therefore, it is necessary to seek alternative fuel sources, especially those derived from biomass due to their renewable nature and environmental friendliness. Bioethanol derived from the lontar palm (*Borassus flabellifer*) is one solution to meet this alternative fuel need. The objective of this research is to produce bioethanol from lontar palm sap suitable for fuel, to obtain data on torque and power measurements of a 4-stroke motorcycle using premium-bioethanol fuel blends in various concentration ratios, and to determine the optimal concentration ratio that produces maximum engine torque and power. The research was conducted in the Chemistry Education Laboratory and the Mechanical Engineering Education Laboratory, FKIP Undana. The research instruments include guidelines for bioethanol production, guidelines for engine performance testing, and test result sheets. Data was collected using experiments or laboratory tests to obtain engine speed, torque, and engine power. The obtained data was then analyzed using descriptive methods. The results showed that engine torque and power increased with increasing engine speed and that a 30% concentration ratio produced maximum torque and power.*

Keywords: bioethanol, torque, power, 4-stroke motorcycle

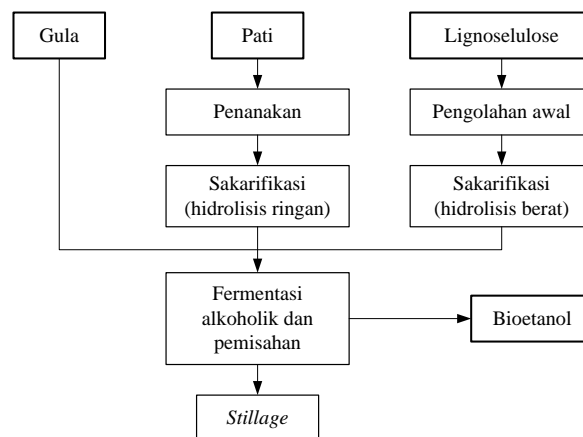
Pendahuluan

Tanaman Lontar (*Borassus flabellifer*) merupakan salah satu jenis tanaman palma yang dapat tumbuh dengan baik di daerah kering dengan curah hujan 500-900 mm per

tahun (Tambunan 2020). Karena karakteristik tersebut, tanaman lontar dapat dijumpai dan tersebar luas di wilayah kering seperti Provinsi Nusa Tenggara Timur. Daerah sebaran meliputi Kabupaten Kupang, Sabu Raijua, Sumba Barat Daya, Rote Ndao, dan sebagian kecil di Kota Kupang (Fahrizal *et al.* 2019). Secara umum masyarakat memanfaatkan tanaman lontar sebagai bahan kerajinan, bahan bangunan dan sebagai sumber pangan. Pada sisi lain pemanfaatan tanaman lontar sebagai bahan baku energi terbarukan belum dilakukan. Hal ini mendorong perlunya dilakukan kajian tentang pemanfaatan tanaman tersebut sebagai bahan baku energi.

Nira lontar (*tuak*) merupakan cairan yang dihasilkan oleh tandan buah setelah disadap. Nira segar memiliki derajat keasaman (pH) sekitar 6-7 pada saat baru disadap. melalui proses bahan baku untuk pembuatan gula lontar. Selain gula, nira juga dapat dibuat menjadi bioetanol melalui proses fermentasi dan destilasi. Bioetanol yang dihasilkan melalui proses ini dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang sifatnya dapat terbarukan.

Bioetanol merupakan etanol yang dibuat dari biomassa yang mengandung pati atau selulosa. Bahan baku bioetanol bisa diperoleh dari berbagai tanaman yang menghasilkan gula (Hambali *et al.* 2007). Nira lontar mengandung gula, sehingga dapat diproduksi menjadi bioetanol. Selain dari bahan gula, bioetanol juga dapat dibuat dari bahan pati dan *lignoselulose*. Tahapan pembuatan bioetanol dari ketiga bahan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pembuatan Bioetanol (Hambali *et al.* 2007)

Pengembangan nira lontar menjadi bioetanol merupakan bagian dari upaya mengurangi penggunaan bahan bakar minyak fosil (BBM), misalnya premium. Bioetanol dapat mensubsidi penggunaan premium dengan cara mencampur (*blended*)

dalam berbagai konsentrasi, misalnya E5, E10, E20, dan seterusnya. E10 artinya bahan bakar terdiri dari bioetanol 10% dan premium 90%.

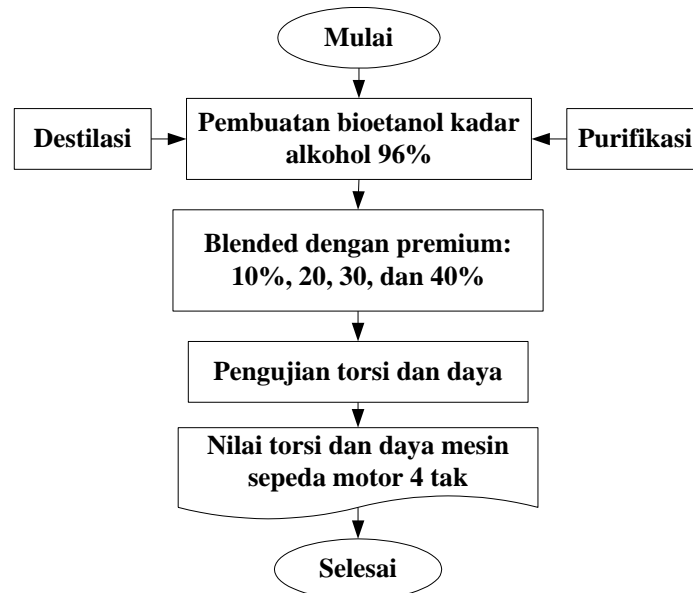
Penggunaan campuran premium-bioetanol sebagai bahan bakar pada motor 4 langkah akan berdampak pada indikator kinerja motor, yaitu torsi, daya mesin, tingkat konsumsi bahan bakar dan tingkat emisi gas buang. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengkaji pengaruh penggunaan bahan bakar campuran premium-bioetanol terhadap kinerja motor 4 langkah, misalnya Adoe *et al.* (2019) mengkaji pengaruh campuran bioetanol buah lontar dan premium terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Sholeh dan Susila (2019) mengukur kinerja daya dan emisi gas buang sepeda motor yang menggunakan bahan bakar campuran bioetanol ampas tebu dan premium. Kurdi dan Arijanto (2007), Sinaga dan Rivai (2017) mengukur torsi dan daya mesin, serta Joyokusumo *et al.* (2006) mengukur torsi dan konsumsi bahan bakar.

Penelitian tentang penggunaan bioetanol nira lontar sebagai substitusi bahan bakar premium belum banyak dilakukan. Nira lontar umumnya dikaji sebagai bahan baku pembuatan gula lontar, padahal potensi nira lontar cukup besar. Setiap pohon lontar usia produktif dapat menghasilkan sekitar 12.5 liter nira per hari dengan masa produksi 7 sampai 8 bulan per tahun (Fahrizal *et al.* 2019). Oleh karena itu, seiring dengan pencarian energi baru pengganti BBM yang terbarukan dan ramah lingkungan, maka bioetanol nira lontar dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar alternatif. Penambahan bioetanol pada premium diharapkan menaikkan angka oktan dan menambah kadar oksigen dalam proses pembakaran. Dengan naiknya kedua komponen tersebut akan menyempurnakan proses pembakaran. Indikator yang terukur pada proses tersebut adalah angka torsi dan daya mesin. Dengan demikian penggunaan bioetanol nira lontar sebagai bahan bakar, tidak hanya berfungsi sebagai substitusi atau mengurangi konsumsi BBM, tetapi juga dapat meningkatkan kinerja mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Membuat bioetanol dari nira lontar sesuai persyaratan untuk bahan bakar (2) Mendapatkan hasil pengukuran torsi dan daya motor menggunakan bahan bakar campuran premium-bioetanol dalam berbagai perbandingan konsentrasi, dan (3) Mendapatkan konsentrasi campuran optimal yang menghasilkan torsi dan daya motor maksimal.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, yaitu membuat bioetanol dari nira lontar, kemudian melakukan percobaan di laboratorium untuk mengetahui besarnya torsi dan daya mesin yang dihasilkan dari sepeda motor 4 langkah menggunakan bahan bakar campuran premium dan bioetanol dalam berbagai perbandingan konsentrasi. Tahapan penelitian dielaborasi seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Bahan bakar yang digunakan untuk menguji torsi dan daya mesin adalah campuran bioetanol dan premium. Bioetanol dengan kadar 96% dibuat dari bahan baku nira lontar melalui proses fermentasi, destilasi dan purifikasi. Bioetanol sebanyak 5 liter dengan kadar alkohol 48% diperoleh dari industri rumahan pembuat minuman keras (*sopi*) di Kabupaten Kupang. Selanjutnya dilakukan destilasi dan purifikasi di Laboratorium Kimia FKIP Undana.

Sepeda motor yang digunakan untuk pengukuran torsi dan daya adalah sepeda motor 4 langkah merk Yamaha Vixion tahun 2017. Sepeda motor ini menggunakan sistem penggerak manual. Kondisi motor pada saat pengujian adalah normal.

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar petunjuk pembuatan bioetanol, pedoman pengujian kinerja mesin dan lembar hasil pengujian.

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan eksperimen atau pengujian pada sepeda motor menggunakan bahan bakar campuran bioetanol dan premium. Data yang

diperoleh berupa angka torsi dan daya mesin. Putaran motor menggunakan *tachometer*, sedangkan torsi dan daya menggunakan *dynamometer*. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Bioetanol yang digunakan sebagai campuran bahan bakar dengan premium mengandung kadar alkohol 96%. Untuk menghasilkan etanol dengan konsentrasi 96% dilakukan proses penyulingan (destilasi) sebanyak 2 tahap, yaitu penyulingan langsung dan penyulingan lanjut. Penyulingan langsung yaitu proses penyulingan bioetanol yang didapatkan dari usaha rumah tangga pembuatan minuman tradisional *moke* di Kabupaten Kupang. Sebelum dilakukan destilasi langsung, terlebih dahulu dilakukan pengujian kadar alkohol minuman *moke* tersebut di Laboratorium Kimia FKIP Undana dan diperoleh kadar alkohol 48%.

Penyulingan langsung artinya proses pemanasan bioetanol yang didapatkan dari perajin minuman tradisional (*moke*). Sebanyak 5000 ml bioetanol yang diperoleh dari perajin minuman tradisional dengan kadar alkohol 48% disuling pada suhu berkisar 78⁰C atau suhu di atas titik etanol murni. Penyulingan ini menghasilkan bioetanol sebanyak 1500 ml dengan kadar alkohol maksimal 90%. Selanjutnya dilakukan proses purifikasi (pemurnian) dengan cara memasukkan kapur halus sekitar 20 gr ke dalam bioetanol 1500 ml dan larutan didiamkan selama 2 jam. Tujuan pemberian kapur adalah untuk mengikat air yang masih tersisa dalam bioetanol. Selanjutnya dilakukan penyulingan lanjut dengan prosedur yang sama dengan penyulingan pertama. Proses ini mampu menghasilkan bioetanol dengan kadar alkohol 96%.

Pengukuran torsi dan daya motor dilakukan pada beberapa variasi putaran mesin yaitu 1000 rpm, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, dan 7000 rpm. Sedangkan persentase bioetanol dalam premium sebesar 0%, 20%, 30%, dan 40%. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan pada tiap angka putaran mesin. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Yamaha Vixon, produksi tahun 2017 dengan kapasitas silinder 150 cc. Hasil pengukuran torsi (Nm) disajikan pada Tabel 1, sedangkan hasil pengukuran daya mesin (Hp) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Torsi (Nm) pada berbagai angka putaran mesin (rpm) dan perbandingan konsentrasi campuran bahan bakar premium-bioetanol.

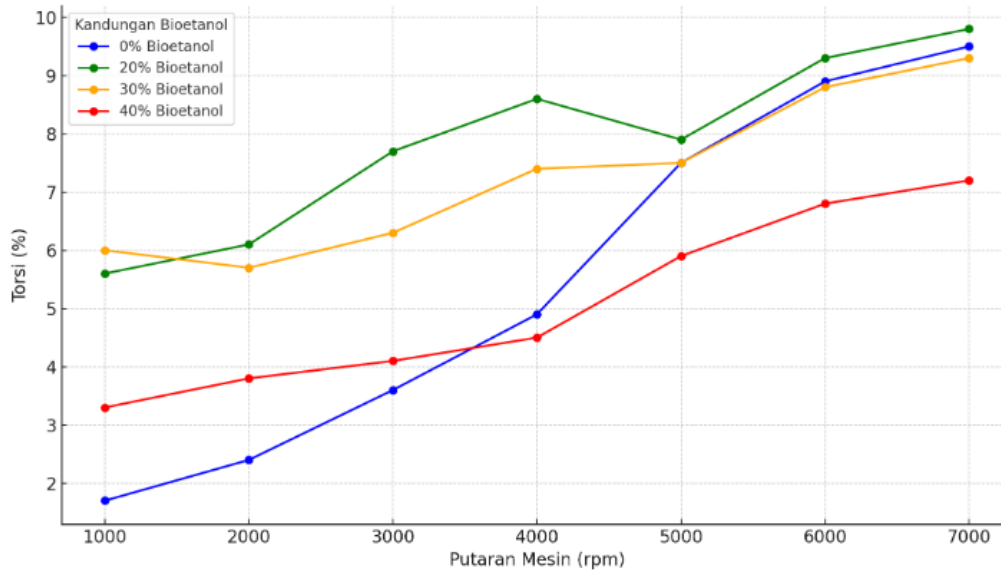
No.	Angka Putaran Mesin (rpm)	Persentase Bioetanol dalam Premium (%)			
		10	20	30	40
1	1000	1,7	5,6	6,0	3,3
2	2000	2,4	6,1	5,7	3,8
3	3000	3,6	7,7	6,3	4,1
4	4000	4,9	8,6	7,4	4,5
5	5000	7,5	7,9	7,5	5,9
6	6000	8,9	9,3	8,8	6,8
7	7000	9,5	9,8	9,3	7,2

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel 1, menunjukkan bahwa pengaruh campuran bioetanol dalam premium terhadap torsi sepeda motor menunjukkan pola yang signifikan pada berbagai tingkat putaran mesin. Pada putaran rendah (1000-3000 rpm), campuran dengan 20% bioetanol menghasilkan peningkatan torsi yang lebih tinggi dibandingkan campuran tanpa bioetanol atau dengan kadar yang lebih tinggi, yaitu sebesar 5,6% hingga 7,7%. Namun, pada campuran dengan bioetanol 40%, terlihat penurunan torsi hingga 3,3% di putaran 1000 rpm dan 4,1% di putaran 3000 rpm, menunjukkan bahwa pada putaran rendah, kadar bioetanol yang terlalu tinggi justru menurunkan efisiensi pembakaran.

Pada putaran mesin menengah (4000-5000 rpm), campuran bioetanol 20% masih menghasilkan torsi tertinggi (8,6% pada 4000 rpm dan 7,9% pada 5000 rpm). Sebaliknya, pada campuran 30% dan 40%, torsi mengalami penurunan, menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang lebih tinggi tidak mendukung peningkatan performa pada tingkat putaran ini. Penurunan paling signifikan terjadi pada 40% bioetanol, yang hanya menghasilkan torsi 4,5% pada 4000 rpm.

Pada putaran tinggi (6000-7000 rpm), campuran 20% bioetanol tetap menjadi yang paling optimal dengan menghasilkan torsi hingga 9,3% pada 6000 rpm dan 9,8% pada 7000 rpm. Sebaliknya, campuran 40% kembali menunjukkan performa yang paling rendah dengan torsi 6,8% pada 6000 rpm dan 7,2% pada 7000 rpm. Secara keseluruhan, campuran bioetanol 20% memberikan peningkatan performa yang paling konsisten pada semua rentang putaran mesin, sementara kadar bioetanol yang lebih tinggi cenderung menurunkan torsi, terutama pada putaran menengah hingga tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa bioetanol dalam konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan

kinerja mesin, namun perlu dioptimalkan untuk menghindari penurunan efisiensi pada kadar yang terlalu tinggi. Peningkatan torsi pada E10, E20, dan E30 disebabkan karena penggunaan campuran bioetanol pada premium dapat meningkatkan sifat anti *knocking* pada premium atau peningkatan angka oktan (Sinaga dan Rivai, 2017; Mc. Ketta, 2010).

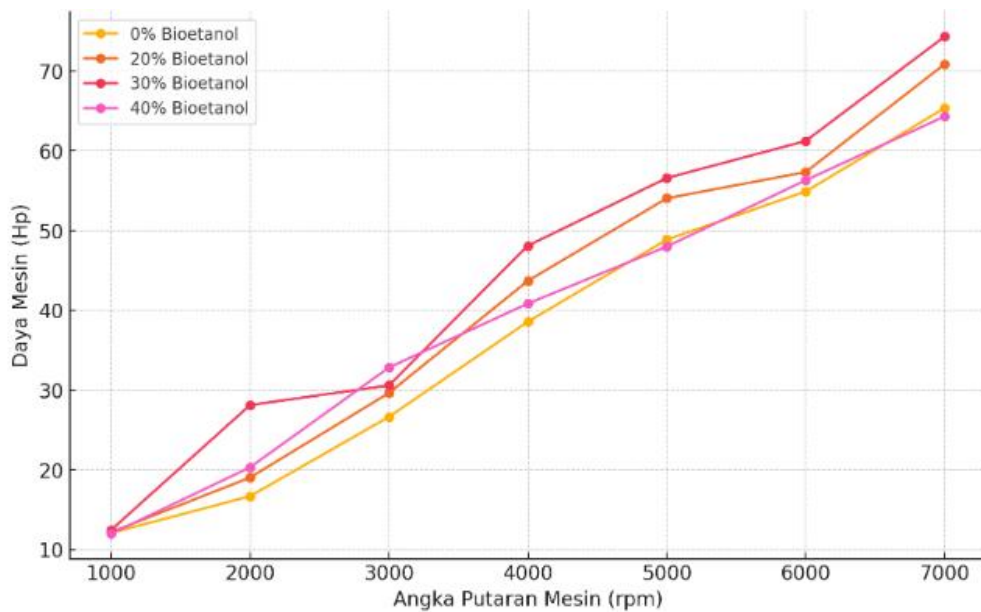


Gambar 3. Grafik Hubungan Persentase Bioetanol dengan Putaran Mesin Terhadap Torsi

Tabel 2. Pengukuran Daya Mesin (Hp) pada berbagai angka putaran mesin (rpm) dan perbandingan konsentrasi campuran bahan bakar premium-bioetanol.

No.	Angka Putaran Mesin (rpm)	Persentase Bioetanol dalam Premium (%)			
		0	20	30	40
1	1000	12,09	12,20	12,46	11,99
2	2000	16,70	19,04	28,13	20,32
3	3000	26,66	29,65	30,60	32,84
4	4000	38,59	43,71	48,11	40,86
5	5000	48,88	54,06	56,60	48,01
6	6000	54,91	57,35	61,25	56,33
7	7000	65,38	70,89	74,35	64,33

Berdasarkan tabel 2 diatas, maka didapatkan grafik hubungan sebagai berikut:



Gambar 4. Hubungan Daya Mesin dengan Persentase Bioetanol Pada Berbagai Putaran Mesin

Berdasarkan grafik hubungan antara persentase bioetanol dalam premium dan daya mesin pada berbagai angka putaran mesin (rpm), terlihat bahwa pada kecepatan putaran rendah (1000-3000 rpm), penambahan bioetanol hingga 30% dalam campuran bahan bakar menunjukkan peningkatan daya mesin yang signifikan dibandingkan dengan bahan bakar murni (0% bioetanol). Misalnya, pada 2000 rpm, campuran dengan 30% bioetanol menghasilkan daya tertinggi, yakni 28,13 Hp, dibandingkan dengan 16,70 Hp pada bahan bakar tanpa bioetanol.

Pada kecepatan putaran menengah (4000-5000 rpm), campuran dengan 30% bioetanol terus memberikan daya tertinggi, dengan puncaknya pada 56,60 Hp pada 5000 rpm. Namun, penurunan daya terlihat pada campuran dengan 40% bioetanol, terutama pada putaran di atas 4000 rpm, yang cenderung lebih rendah dibandingkan campuran dengan 30% bioetanol.

Pada putaran mesin tinggi (6000-7000 rpm), campuran bioetanol 30% masih memberikan daya yang paling optimal, mencapai 74,35 Hp pada 7000 rpm, sedangkan campuran dengan 40% bioetanol mulai menunjukkan penurunan daya yang lebih signifikan, dengan nilai 64,33 Hp pada 7000 rpm.

Secara keseluruhan, campuran bahan bakar dengan 30% bioetanol cenderung memberikan kinerja daya mesin yang lebih tinggi pada berbagai angka putaran mesin,

terutama pada kecepatan menengah hingga tinggi. Di sisi lain, penggunaan bioetanol dengan konsentrasi lebih tinggi (40%) mulai menurunkan daya mesin pada putaran lebih tinggi, mengindikasikan bahwa persentase bioetanol optimal untuk daya mesin terbaik adalah sekitar 30%. Pada gambar Grafik 3 dan Gambar Grafik 4 terlihat bahwa peningkatan angka putaran mesin berbanding lurus dengan peningkatan torsi dan daya mesin. Ini menunjukkan bahwa torsi dan daya mesin dipengaruhi oleh putaran mesin (Kurdi dan Arijanto, 2007).

Simpulan dan Saran

Bioetanol nira lontar dengan kadar alkohol 96% dapat dihasilkan melalui proses penyulingan atau destilasi. Untuk meningkatkan kemurnian bioetanol mencapai *grade* bahan bakar dilakukan dengan metode *molecular sieve* yaitu menggunakan bahan yang dapat menyerap sampai 20% dari bahan penyerapnya.

Bioetanol yang dihasilkan melalui proses destilasi dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dengan cara mencampur dengan premium dalam berbagai konsentrasi, dikenal dengan nama gasohol dan diberi kode misalnya E10, E20, E30, dan lain-lain. E10 artinya persentase etanol dalam campuran premium-bioetanol sebesar 10%.

Penggunaan bioetanol sebagai campuran dalam bahan bakar dengan bensin dapat meningkatkan daya dan torsi sepeda motor dibandingkan menggunakan premium murni. Hal ini disebabkan karena bahan bakar campuran premium-bioetanol meningkatkan sifat anti *knocking* pada premium atau terjadi peningkatan angka oktan.

Salah satu indikator kinerja kendaraan bermotor termasuk sepeda motor adalah tingkat konsumsi bahan bakar dan tingkat emisi gas buang yang dihasilkan. Dengan demikian penelitian menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dengan mengkaji atau mengukur laju konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dari penggunaan bahan bakar campuran bioetanol dan premium.

Daftar Pustaka

- Adoe D.G.H., Riwu D., Selan R., Asrial dan Mandala Y. 2019. Analisis Pengaruh Campuran Bioetanol Mesocarp Buah Lontar-Premium terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor 4 Langkah. *Jurnal Fisika*, Vol. 4(2): 159-163.
- Farhan 2019. *Pemanfaatan Ampas Tebu (Bagasse) sebagai Bahan Bakar Alternatif Bioetanol dengan Metode Destilasi Menggunakan Batu Kapur Mesh 80 dengan*

- Variasi Berat dan Suhu Pemanasan Batu Kapur*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Fahrizal, Jasman, Yeheskial Ng. 2019. Formulating Strategies for Development of Lontar Sugar Industry in Rote Ndao Regency, East Nusa Tenggara Province. *Tropical Drylands*, Vol. 3(2): 41-48.
- Fahrizal, Jasman, dan Yeheskial Ng. 2019. *Sistem Industri Gula Lontar*. CV. Rasi Terbit. Yogyakarta.
- Hambali E., Mujdalipah S., Tambunan A.H., Pattiwiri A.W., dan Hendroko R., 2007. *Teknologi Bioenergi: Biodiesel, Bioetanol, Biogas, Pure Plant Oil, Biobriket, dan Bio Oil*. Agromedia. Jakarta.
- Joyokusomo R, Syaka D.R.B., dan Herry. 2006. *Perbandingan Kinerja Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar terhadap Penambahan Bioetanol dalam Bahan Bakar pada Motor Mesin 4 Tak*. Prosiding. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) V. Universitas Indonesia, 21-23 November 2006.
- Kurdi O., dan Arijanto. 2007. Aspek Torsi dan Daya pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Premium-Methanol. *Rotasi*, Vol. 9(2): 54-60.
- Sholeq Z.I., dan Susila I.W. 2019. Analisa Kinerja Mesin dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Berbahan Bakar Campuran Bioetanol dari Ampas Tebu dan Premium. *JTM*, Vol. 7(3): 121-126.
- Sinaga N., dan Rifal M. 2017. Pengaruh Komposisi Bahan Bakar Metanol-Bensin terhadap Torsi dan Daya Sebuah Mobil Penumpang Sistem Injeksi Elektronik 1200 CC. *Rotasi*, Vol. 19(3):147-155.
- Tambunan P. 2010. Potensi dan Kebijakan Pengembangan Lontar untuk Menambah Pendapatan Penduduk. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*, Vol. 1(1): 27-45.