

BIOETANOL GEMBILI LIAR (*Dioscorea Esculenta L*) SEBAGAI *OCTANE IMPROVER* BAHAN BAKAR BENSIN RAMAH LINGKUNGAN¹

Heru Mulyantoro, Eko Marwanto, Andra Ari P., Dwi Hermayantiningsih
Mahasiswa Jurusan Pend. Teknik Otomotif, FT, UNY

Abstract

This research is intended to 1) to know the production process of bioetanol from wild purplish edible tuber, 2) to know the influence of purplish edible tuber bioetanol toward the octane rate of gasoline, 3) to know the influence of wild-purplish edible tuber bioetanol as octane improver of gasoline toward the emission of motorcycle combustion.

This research employed experiment method involving the preliminary research of wild- purplish edible tuber bioetanol, the production of wild-purplish edible tuber bioetanol, blended bioetanol and gasoline, eco-friendly gasoline research, and analysis.

The result of the research reveals that 1) the production process of wild-purplish edible tuber is initiated by the hydrolysis process, fermentation, and distillation. The optimum period to get etanol of the purplish edible tuber with the treatment 1.2 gram of yeast for 100gram of purplish edible tuber is 46 hours of fermentation. The employed distillation is highrise distillation to get etanol content 96%, 2) the influence of the bioetanol mixture in gasoline can increase octane rate at sequentially mixture 10%, 20%, 30% respectively 3 point, 2.3 point, and 4.8 point, 3) the influence of bioetanol mixture in gasoline toward the emission of exhaust gas, carbon monoxide (CO) at all mixture ratio decreases while the emission of hydrocarbon decreases at the mixture ratio 10% and increases on the 20% and 30%.

Key Words: bioetanol, wild purplish edible tuber, gasoline

PENDAHULUAN

Keberadaan transportasi di Indonesia sangat tinggi dan memunculkan berbagai permasalahan dalam penyediaan sumber energi untuk pembakaran kendaraan. Peningkatan jumlah kendaraan baik roda dua atau empat, mobil pribadi, angkutan umum ataupun angkutan niaga tidak sebanding dengan proses produksi bahan bakar. Di Indonesia kendaraan bermotor didominasi oleh kendaraan berbahan bakar bensin sekitar 70% dan 30% berbahan bakar diesel. Dengan jumlah yang

besar ini maka volume konsumsi bahan bakar bensin sangat tinggi. BBM yang dipakai untuk transportasi mencapai 900.000 barel per hari (1 barel=159 liter). Menurut studi yang pernah dilakukan oleh Departemen Perhubungan, subsektor perhubungan darat mengkonsumsi sekitar 80% dari seluruh BBM yang dikonsumsi oleh sektor perhubungan.

Penopang utama sumber energi tersebut adalah bahan bakar minyak fosil yang tak dapat diperbaharui. Akibatnya

saat ini di Indonesia mengalami krisis sumber energi dalam hal ini bahan bakar minyak yang sifatnya habis terpakai dalam pembakaran kendaraan bermotor. Cadangan minyak bumi nasional apabila tidak ditemukan sumur baru melalui eksplorasi diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 10-15 tahun yang akan datang, sehingga pencarian sumber energi baru merupakan suatu keharusan (Anonim, 2005). Setidaknya dengan adanya keadaan ini akan berdampak pada kondisi perekonomian di Indonesia berkaitan dengan fluktuasi harga bahan bakar yang semakin tinggi karena keterbatasan dan suplai sumber energi tak terbarukan tersebut.

Selain permasalahan penyediaan bahan bakar cair tersebut, gasolin atau bensin yang beredar di pasaran Indonesia masih menggunakan timbal sebagai bahan aditif untuk menaikkan angka oktan agar terjadi pembakaran yang sempurna dan mencegah ketukan. Zat aditif timbal memang memiliki beberapa keuntungan karena tingkat ekonomis dan murah serta mempunyai sensitivitas tinggi untuk menaikkan angka oktan sehingga hanya diperlukan timbal sedikit saja dapat menaikkan angka oktan yang sesuai dengan yang diinginkan. Namun demikian aditif ini mempunyai efek polutan yang jauh mengerikan dan dapat mengganggu kesehatan lingkungan dan manusia. Polutan bensin dengan timbal ini mempunyai efek toksik yang sangat tinggi dan menyebabkan keracunan serta penurunan kecerdasan pada anak-anak. Selain itu polutan emisi bahan bakar saat ini masih banyak mengandung beberapa senyawa berbahaya seperti Carbon

Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Hidro Carbon (HC) memberikan dampak yang nyata bagi meningkatnya suhu dalam atmosfer yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (*Green House Effect*).

Langkah mengatasi krisis energi dalam pemenuhan kebutuhan sumber energi pembakaran diperlukan suatu usaha penelitian untuk mendapatkan sumber energi baru dan terbarukan. Hal ini sejalan dengan Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional dan Inpres No. 1 Tahun 2006 mengenai Upaya Percepatan Penyediaan dan pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (BBN). Sumber energi ini diharapkan dapat diperbaharui sehingga menjamin keberlangsungan sarana transportasi untuk kehidupan manusia. Salah satu usaha untuk mendapatkan bahan bakar tersebut adalah pembaharuan dalam bahan bakar bioetanol yang didapatkan dari hasil pertanian. Dalam hal ini adalah gembili liar. Gembili dapat menghasilkan etanol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Selain itu juga diperlukan penelitian untuk mengetahui senyawa etanol ini dapat digunakan sebagai aditif bahan bakar bensin untuk menaikkan angka oktan sehingga timbal yang selama ini menjadi polutan yang berbahaya dapat dihilangkan. Dengan adanya suatu bahan bakar yang baru dan terbarukan diharapkan produksi bahan bakar terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor sehingga akan terjadi keseimbangan antar keduanya dan menjadikan suatu sistem transportasi yang sehat, bebas dari polusi serta emisi hasil pembakaran yang dapat

membahayakan bagi keberlangsungan makhluk hidup dan lingkungannya.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui proses pembuatan bioetanol dari bahan baku gembili liar.
2. Untuk mengetahui pengaruh bioetanol gembili terhadap angka oktan bahan bakar bensin.
3. Untuk mengetahui pengaruh bioetanol gembili liar sebagai *octane improver* bahan bakar bensin terhadap emisi pembakaran kendaraan bermotor

4. Pembuatan Pereaksi
 - a. Larutan $K_2Cr_2O_7$ asam
 - b. Larutan K_2CO_3 jenuh
5. Pemasukan reaktan ke dalam Conway
6. Inkubasi
7. Pengenceran larutan hasil reaksi dalam Conway
8. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan
9. Pengujian *Octane Number*
10. Pengujian Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

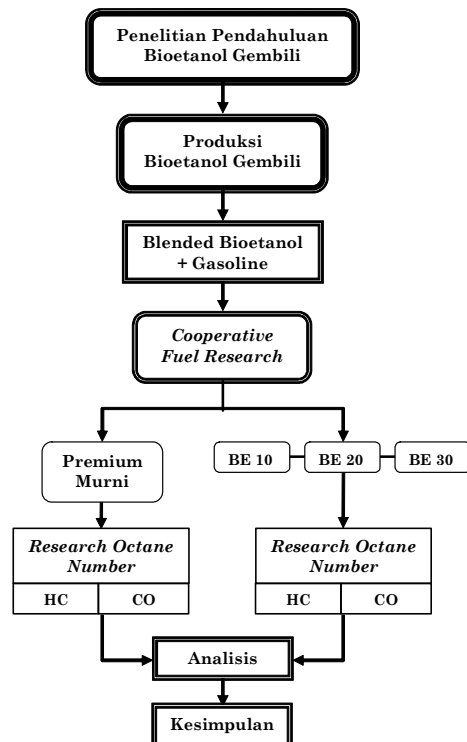
METODE PENDEKATAN

Penelitian tentang bioetanol gembili liar sebagai *octane improver* dilaksanakan mulai tanggal 16 Maret sampai Juni 2007 di laboratorium Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Laboratorium Teknik Otomotif FT UNY serta pengujian angka oktan di laboratorium minyak bumi dan gas alam PUSDIKLAT Cepu.

Subjek dalam penelitian ini adalah gembili liar (*Dioscorea esculenta L.*, sedangkan objek penelitian ini adalah kadar alkohol dalam cairan dari hasil fermentasi dengan variasi waktu 12 jam yang dilakukan selama 12 kali, dengan dosis ragi 1,2 gram setiap 100 gram gembili. Proses pembuatan dan analisis etanol dilakukan mulai dari pencarian bahan gembili sampai pada tahap akhir pengujian konsentrasi etanol yang dihasilkan dalam proses fermentasi. Proses penelitian adalah sebagai berikut.

1. Pembuatan Cairan Tape
2. Proses Ekstraksi Cairan Tape gembili
3. Pembuatan larutan standar

Prosedur Penelitian Pengaruh Etanol Terhadap *Octane Number* dan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Bioetanol Gambili

1. Analisis Bioetanol Gambili dengan Spektrofotometer Sinar Tampak

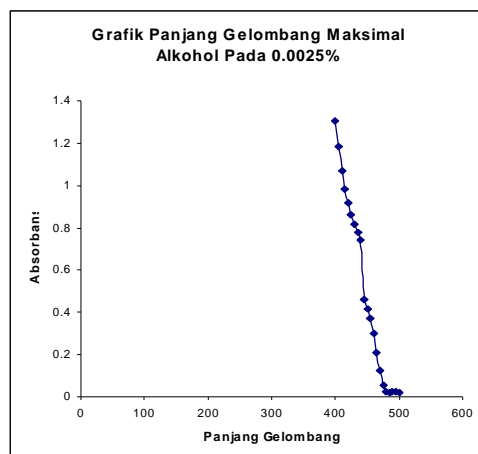
Alkohol merupakan cairan tak berwarna dan menyerap cahaya pada panjang gelombang 190 nm pada sinar inframerah. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer model Spectronic-20D yang bekerja di daerah sinar tampak (panjang gelombang 350-750 nm). Alat ini dapat digunakan untuk mengukur transmitansi atau serapan suatu larutan homogen yang berwarna. Untuk mendapatkan warna agar bisa dilakukan pengukuran maka harus direaksikan suatu reaktan agar membentuk larutan berwarna. Pada proses inkubasi, alkohol dioksidasi dengan larutan $K_2Cr_2O_7$ asam yang menghasilkan asetaldehida dan ion Cr^{3+} berwarna hijau kebiruan yang mampu menyerap cahaya pada sinar tampak. Keberadaan ion Cr^{3+} hasil reaksi berbanding lurus dengan alkohol yang bereaksi, sehingga pengukuran kadar alkohol pada suatu sampel dapat dilakukan dengan mengukur kadar Cr^{3+} setelah reaksi.

2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang gelombang maksimum dicari untuk menentukan panjang gelombang yang memiliki absorbansi pada larutan. *Setting blank* menggunakan larutan blanko, yaitu pelarut ditambah dengan semua pereaksi lain kecuali analit yang

akan diukur absorbansinya. Absorbansi larutan blanko ini tidak dapat diukur dengan spektrofotometer. Hal ini terjadi karena larutan blanko berwarna jingga (tidak terdapat alkohol di dalamnya) dan tidak terjadi reaksi yang mengubah $K_2Cr_2O_7$ menjadi ion Cr^{3+} , sehingga tidak dapat diukur absorbansinya. Maka dalam penelitian ini digunakan akuades sebagai *setting blank* untuk megenolkan alat ukur.

Secara teori panjang gelombang Cr^{3+} adalah 480 nm, namun dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan panjang gelombang 400 nm, yaitu panjang gelombang maksimum yang diperoleh dari hasil pengukuran absorbansi salah satu larutan standar.

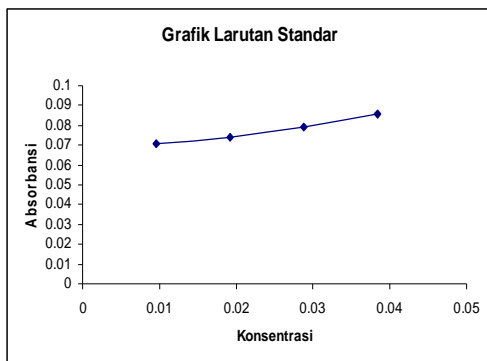


Gambar 2. Panjang Gelombang Maksimum Alkohol Standar 0,0096

3. Penentuan Larutan Standar

Alkohol yang digunakan sebagai larutan standar memiliki konsentrasi setelah diinkubasi dan diencerkan (v/v) yaitu

0,0096; 0,0192; 0,0288; 0,0384. Konsentrasi tersebut digunakan sebagai standarisasi untuk menentukan konsentrasi larutan sampel yang hanya diketahui absorbansinya. Konsentrasi berbanding lurus dengan absorbansi, dimana $-\log T = A = Ebc$.



Gambar 3. Konsentrasi dan absorbansi pada larutan standar

Dari hasil pada grafik dapat ditentukan persamaan yaitu sebagai berikut:

$$y = 0,729x + 0,058$$

dimana :

y = Absorbansi

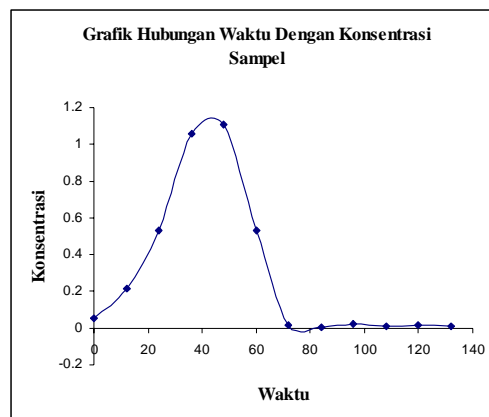
x = Konsentrasi dengan dengan slope 0,729 dan intersep 0,058

Persamaan ini selanjutnya dilakukan untuk menghitung konsentrasi larutan sampel yang telah diketahui absorbansinya.

4. Absorbansi Larutan Sampel

Larutan sampel merupakan larutan yang berbeda kadar kuantitatif alkoholnya berdasarkan variasi waktu setiap 12 jam. Sampel yang diujikan mulai dari fermentasi 0-132 jam. Dalam variasi tersebut dapat diketahui titik

maksimum terjadinya proses fermentasi maksimal oleh *saccaromicess cereviceae* dalam ragi. Proses absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer untuk didapatkan panjang gelombang yang pada akhirnya dapat diketahui konsentrasi yang paling banyak dari masing-masing sampel uji. Setiap pergantian sampel alat uji harus di set nol menggunakan larutan blanko yang berasal dari larutan aquades.



Gambar 4. Waktu dan Konsentrasi Alkohol

Dari grafik didapatkan bahwa waktu optimum untuk memfermentasikan Gembili tiap 100 gram dengan ragi 12 gram adalah 46 jam. Sehingga proses fermentasi selama 46 jam ini dinyatakan sebagai waktu optimum untuk menghasilkan etanol yang paling banyak. Setelah ini maka selanjutnya dilakukan produksi Gembili dengan kuantitas yang lebih banyak. Untuk mendapatkan etanol dengan konsentrasi yang tinggi kemudian dilakukan pemisahan dengan destilasi. Etanol ini yang selanjutnya akan digunakan

sebagai *octane improver* dalam bahan bakar.

Pengaruh Bioetanol terhadap Octane Improver Bahan Bakar Bensin

Proses pencampuran bioetanol dengan bahan bakar bensin dengan tiga variasi perbandingan yaitu 10% bioetanol dan 90% bensin (BE 10), 20% bioetanol 80% bensin, serta 30% etanol dan 70% bensin. Pencampuran atau *blending* dilakukan secara manual menggunakan gelas ukur. Setelah *blending* dimasukkan dalam galon sampel dengan pemberian kode BE10, BE20, dan BE30, selanjutnya dilakukan pengujian angka oktan bahan bakar sampel menggunakan CFR engine. Pengujian menggunakan CFR engine dengan standar ASTM D 2699.

Tabel 5. Hasil Pengujian Octane Number

Dalam pengujian menunjukkan bahwa setiap penambahan kadar bioetanol mulai dari 10%, 20%, dan 30% terjadi kenaikan angka oktan dari bahan bakar. Peningkatan angka oktan dari setiap fraksi penambahan perbandingan bioetanol secara berturut-turut dibandingkan dengan bahan bakar kontrol adalah sebesar 3 point, 2,3 point, dan 4,8 point. Peningkatan angka oktan ini akan berdampak bagus pada kualitas atau

kemampuan kendaraan menghindari terjadinya *knocking*. Proses pembakaran yang terjadi didalam silinder diawali dengan pembakaran bahan bakar pada sekitar busi, kemudian nyala api dengan cepat merambat kesegala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi yaitu 25-50 m/detik dan membakar bahan bakar sehingga terjadi kenaikan temperatur dan tekanan gas sesuai dengan jumlah bahan bakar (Arismunandar, 1994). Dari sisi lain, campuran udara dan bahan bakar dibagian terjauh dari busi masih menunggu untuk terbakar. Akan tetapi karena penekanan torak dan gerakan nyala api pembakaran terjadi kenaikan temperatur dan tekanan yang tinggi sehingga melampaui temperatur penyalaan sendiri dan menyebabkan terjadinya *knocking* atau detonasi. Detonasi merupakan proses terbakar sendiri bagian campuran udara dan bahan bakar yang paling akhir (Arismunandar, 1994: 82).

Dengan meningkatnya angka oktan pada campuran bahan bakar bensin dengan bioetanol maka gejala detonasi dapat diminimalisir. Angka oktan yang menunjukkan nilai ketahanan bahan bakar untuk tidak terbakar oleh nyala api busi. Tingginya angka oktan ini akan mampu menahan perubahan temperatur dan tekanan gas hasil pembakaran untuk tetap terbakar oleh nyala api dari percikan bunga api busi. Kemampuan bioetanol dalam peningkat angka oktan ini dipengaruhi oleh tingginya angka oktan dari bioetanol yang mempunyai nilai RON 109. Sehingga setelah dicampur dengan bensin yang nilai RON 88 untuk premium dapat meningkatkan angka oktan dari pada nilai premium. Selain itu aditif ini

No	Je Co
1	Pre
2	BE
3	BE
4	BE

juga dapat mengurangi penggunaan *Tetra Ethyl Lead* (TEL) sebagai *octane improver* karena keberadaan TEL yang beracun dan mencemari lingkungan.

Pengaruh Bioetanol terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

1. Pengaruh Terhadap Emisi Karbon Monoksida

Bioetanol mengandung senyawa oksigen terlarut sebesar 35% tiap volume. Dengan campuran 10% bioetanol dan premium mengandung oksigen sebesar 3,5% (www.drivingethanol.org/ethanol_in_vehicles/e10.aspx). Bioetanol sebagai bahan bakar yang mempunyai karakteristik keunggulan pada campuran bensin dan bioetanol dapat mereduksi emisi terutama CO dan UHC serta NOx. Bioetanol merupakan senyawa oksigenat yang mempunyai satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Adanya oksigen *inheren* dalam bioetanol yang bersifat *inert*, membantu proses pembakaran dalam silinder karena dapat meningkatkan atomisasi ion campuran udara dan bahan bakar (*droplet*) tersebut. Dari karakteristik tersebut berimplikasi pada rendahnya emisi CO karena adanya penambahan molekul oksigen yang selanjutnya emisi akan lebih banyak menghasilkan CO₂ yang dapat digunakan sebagai pernafasan tumbuhan. Berikut merupakan hasil penelitian pengaruh pencampuran bioetanol terhadap emisi karbon monoksida. Penambahan bioetanol dalam bahan bakar bensin akan mengurangi emisi karbon monoksida

karena di dalam etanol mengandung senyawa oksigenat berupa oksigen *inheren* sehingga akan memperbaiki dan mereduksi emisi CO. Berikut merupakan hasil pengujian emisi CO menggunakan *four gas analyzer* dengan variasi rpm putaran stasioner, putaran menengah, dan putaran tinggi.

Tabel 4. Kadar Emisi Karbon Monoksida Hasil Pengujian Fraksi Etanol Dalam Bahan Bakar Premium

Rpm Engine	Emisi HC (ppm Vol)	Bioetanol		
	Premium	10%	20%	30%
Putaran Stationer	733	610	1798	4628
Putaran Menengah	327	273	1392	2811
Putaran Tinggi	238	250	417	2262

Untuk menghitung prosentase penurunan kadar CO untuk variasi fraksi dapat dilakukan dengan rumus berikut ini.

$$\% = \frac{CO \text{ Kontrol (Premium)} - CO \text{ Fraksi etanol}}{CO \text{ Kontrol (Premium)}} \times 100\%$$

Tabel 5. Prosentase Penurunan Emisi CO pada Bahan Bakar Premium

Rpm Engine	% Penurunan Emisi HC CO	Bioetanol Dalam %		
		10%	20%	30%
Putaran Stationer		16.92	47.29	94.72
Putaran Menengah		19.33	92.91	95.32
Putaran Tinggi		96.39	92.86	94.24

Dari hasil perhitungan prosentase menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi karbonmonoksida pada setiap penambahan fraksi etanol 10%, 20%, 30%. Untuk penurunan kadar emisi karbon disebabkan oleh meningkatnya kadar oksigen *inheren* dengan pencampuran yang lebih banyak.

2. Pengaruh Terhadap Emisi Hidrokarbon Hasil pengujian kadar HC pada

pencampuran bahan bakar premium dan bioetanol dilakukan menggunakan *four gas analyzer* dengan variasi putaran sama dengan yang dilakukan pada emisi karbon monoksida.

Gambar 5. Dapat Emisi HC Hasil Pembakaran Motor Bensin.

Untuk mengetahui prosentase penurunan emisi HC dilakukan menggunakan rumus berikut.

$$\% = \left| \frac{HC \text{ Kontrol (Premium)} - HC \text{ Fraksi etanol}}{HC \text{ Kontrol (Premium)}} \right| \times 100\%$$

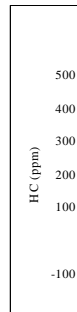
Tabel 7. Prosentase Penurunan emisi HC

Rpm Engine	% Emisi HC (ppm Vol)	Bioetanol Dalam %		
		10%	20%	30%
Putaran Stationer		16.78	-145.29	-531.37
Putaran Menengah		16.51	-325.68	-759.63
Putaran Tinggi		5.04	-75.21	-850.42

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa penambahan fraksi etanol dalam bahan bakar premium dapat mereduksi emisi gas buang hidrokarbon pada motor bensin. Penurunan emisi tidak diikuti setiap penambahan fraksi etanol. Pada penambahan fraksi etanol 10% penurunan HC pada setiap kenaikan rpm mesin. Sedangkan pada fraksi 20-30% terjadi kenaikan emisi gas buang hidrokarbon.

Pada campuran 20% dan 30% bioetanol mempunyai nilai volatil yang lebih lambat sehingga akan mengurangi proses atomisasi dalam bereaksi dengan oksigen dalam bentuk uap, dari sini hidrokarbon dari premium maupun dari etanol tidak terbakar dan akan keluar bersamaan dengan gas buang kendaraan. Karbon yang terbuang ini dapat berbentuk hidrokarbon berupa partikel dan berupa karbon bersuku rendah. Karbon bersuku rendah ini terjadi karena kurangnya reaksi dengan oksigen pada saat pembakaran dan mendapatkan panas yang tinggi sehingga akan memecahkan ikatan karbon menjadi suku yang lebih rendah. Hal ini yang menyebabkan jumlah ppm karbon meningkat sesuai dalam pengujian tersebut.

Dari data dan hasil analisis pembahasan pencampuran bahan bakar bensin dengan bioetanol pada masing-masing perbandingan pencampuran dinyatakan bahwa untuk nilai oktan mempunyai sifat berbanding lurus yaitu semakin tinggi jumlah perbandingan maka nilai angka oktan juga semakin meningkat. Peningkatan oktan oleh bioetanol ini menjadi solusi untuk mereduksi keberadaan TEL yang selama ini digunakan untuk pengungkit angka oktan. Selain itu dari hasil pembakaran bahan bakar campuran bioetanol menghasilkan emisi karbon monoksida yang menurun pada semua jenis pencampuran. Untuk emisi Hidrokarbon terjadi penurunan pada pencampuran 10% namun terjadi kenaikan pada pencampuran 20% dan 30% hal ini disebabkan karena nilai penguapan yang cukup tinggi sehingga pada saat pembakaran HC kurang terurai oleh oksigen dan tidak terbakar sehingga



keluar bersama dengan gas buang pada knalpot. Dari berbagai hasil pengujian maka bioetanol dapat menjadi solusi pencampuran atau aditif bahan bakar bensin yang digunakan dalam kendaraan bermotor yang mempunyai keunggulan dalam *octane number* serta rendah emisi gas buang sehingga bahan bakar ini menjadi bahan bakar ramah lingkungan.

SIMPULAN

1. Proses pembuatan Bioetanol Gembili diawali dengan proses hidrolisis, fermentasi, dan destilasi. Waktu optimum untuk mendapatkan etanol pada sampel Gembili dengan perlakuan 1,2 gram ragi pada 100 gram Gembili didapatkan pada 46 jam fermentasi. Destilasi yang digunakan adalah destilasi bertingkat untuk mendapatkan kadar etanol 96%.
2. Pengaruh pencampuran bioetanol pada bahan bakar bensin dapat meningkatkan angka oktan pada masing-masing pencampuran 10%, 20%, 30% berturut-turut sebesar 3 point, 2,3 point, dan 4,8 point.
3. Pengaruh pencampuran bioetanol pada bahan bakar bensin terhadap emisi gas buang karbonmonoksida (CO) pada semua perbandingan pencampuran mengalami penurunan, sedangkan pada emisi hidrokarbon mengalami penurunan pada pencampuran 10% dan mengalami kenaikan emisi pada pencampuran 20% dan 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 1994. *Motor Bakar Torak*, Bandung: ITB.
- BPM. Arends H. Berenshot. 1980. *Motor Bensin*. Belanda: Vam-Voorschoten
- Gary L. Borman and keneth W. Ragland. 1998. *Combustión Engineering*. Singapore: McGraw-Hill.
- Ismail Besari dkk 1982. *Kima Organik Untuk Universitas*, Bandung: Armico.
- Michael Purba. 2004. *Kimia Untuk Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Thiessen, F. J. and Dales D.N. 1989. *Automotive Principlless and Service*, New Jersey: Practise-Hall.
- Tine Maria Kuswati. 2004. *Sains Kimia 3b*. Jakarta: Bumi Aksara.
- www.drivingethanol.org/ethanol_in_vehicles/e10.aspx