

UJI KINERJA MESIN 4 LANGKAH BERBAHAN BAKAR *BIOETHANOL* DARI LIMBAH KULIT JERAMI NANGKA SEBAGAI CAMPURAN PREMIUM

ABDULLAH KARIM

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: mas.ariem@gmail.com

DWI HERU SUTJAHJO

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: DwiHeru.C₂H₅OH@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan yang dihadapi di dunia saat ini yang dapat memberikan dampak buruk terhadap berbagai aspek kehidupan adalah mengenai ketersediaan dan mahalnya harga bahan bakar minyak dunia. Meningkatnya harga minyak dunia ini membuktikan bahwa cadangan minyak dunia semakin hari semakin menipis seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan manusia terhadap bahan bakar minyak terutama aspek transportasi. Selain itu pembakaran bahan bakar fosil ini telah memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Kualitas udara semakin menurun akibat asap pembakaran minyak bumi. Dalam hal ini peneliti melakukan penelitian tentang limbah kulit jerami nangka yang akan diubah menjadi bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan yaitu *bioethanol*. Jenis penelitian ini adalah eksperimen, Obyek penelitian adalah sepeda motor Honda Vario 2011, berbahan bakar *bioethanol* sebagai campuran premium, menggunakan putaran mesin 3000 sampai 9000 rpm dengan jarak interval 500 rpm untuk mengetahui kinerja torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan efisiensi *thermal*. Penelitian ini menggunakan metode pengujian rpm berubah pada beban penuh dengan berpedoman pada *standart ISO1585*. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, kemudian dijelaskan dalam bentuk kalimat sederhana yang mudah dipahami. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, biopremium (E5, E10, E15, dan E20) dengan campuran *bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka lebih baik dari pada pertamax dari segi kinerja mesin, konsumsi bahan bakar dan efisiensi *thermal* yang dihasilkan. Torsi Maksimum didapat di E15 (15 % *bioethanol* dan 85 % premium) sebesar 2.24 kgf.m dan Peningkatannya sebesar 3,70 % pada 2000 rpm. Peningkatan daya maksimum didapat di E15 (15 % *bioethanol* dan 85 % premium) sebesar 7.10 PS pada 5000 rpm dan Peningkatannya sebesar 11,57 % pada 6500 rpm. Penurunan konsumsi bahan bakar optimum sebesar 41,837 %, pada 5000 rpm dengan bahan bakar E15. Peningkatan efisiensi *thermal* optimum sebesar 75.69 % pada 5000 rpm di dapatkan bahan bakar E15. Penggunaan biopremium dengan campuran *bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka yang terbaik adalah E15 dari pada menggunakan E5, E10, E20 dan pertamax.

Kata kunci : Mesin 4 langkah, *Bioethanol*, Limbah kulit jerami nangka, Biopremium, Kinerja Mesin

ABSTRACT

The problems faced in the world today that can adversely affect every aspect of life is about availability and high prices of fuel oil. Rising oil prices proves that the world's oil reserves are getting depleted due to increasing human need for fossil fuels, especially aspects of transport. Besides the burning of fossil fuels has a negative impact on the environment. Declining air quality due to smoke burning oil. In this case, the researchers conducted a study on straw jackfruit peel waste to be converted into alternative fuel that is environmentally friendly *bioethanol*. This type of research is experimental, research object is Honda Vario 2011, *bioethanol* fuel as premium blend, the fuel is then mixed with a certain premium rate ratio, in order to obtain E5, E10, E15, and E20 than pure pertamax use E0. Using the engine speed from 3000 to 9000 rpm to 500 rpm intervals to determine the performance of torque, power, fuel consumption and thermal efficiency. This research uses the methods of testing at full load rpm change based on the ISO1585 standard. The data analysis technique used is descriptive, and described in a simple sentence easily understood. The test results show that, biopremium (E5, E10, E15, and E20) with a mixture of *bioethanol* from waste straw jackfruit skin better than pertamax in terms of engine performance, fuel consumption and the resulting thermal efficiency. Maximum torque obtained at E15 (15% *bioethanol* and 85% premium) at 2.24 kgf.m and Improvements by 3.70% at 2000 rpm. The increase in maximum power obtained at E15 (15% *bioethanol* and 85% premium) of 7.10 PS at 5000 rpm and Improvements of 11.57% at 6500 rpm. Reductions in fuel consumption high 41,837 %, at 5000 rpm with E15 fuel (15% *bioethanol* and 85% premium). Improved thermal efficiency high 75.69 % at 5000 rpm in getting E15 fuel (15% *bioethanol* and 85% premium). Use biopremium with a mixture of *bioethanol* from straw jackfruit peel waste is best than using E5 E15, E10, E20 and pertamax.

Keywords : Engine 4 stroke, *Bioethanol*, Leather Waste Jackfruit, Biopremium, Performance Machine

PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi di dunia saat ini yang dapat memberikan dampak buruk terhadap berbagai aspek kehidupan adalah mengenai ketersediaan dan mahalnya harga bahan bakar minyak dunia. Meningkatnya harga minyak dunia ini membuktikan bahwa cadangan minyak dunia semakin hari semakin menipis seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan manusia terhadap bahan bakar minyak terutama aspek transportasi.

Bioethanol adalah *ethanol* yang dibuat dari biomassa yang mengandung komponen pati/selulosa, seperti kulit nangka. Penggunaan *bioethanol* dalam premium disamping dapat meningkatkan *volume* bahan bakar, juga dapat meningkatkan nilai oktan karena *ethanol* dapat mengganti peran *Tetra Ethyl Lead* (TEL) sebagai zat aditif peningkat nilai oktan yang sekarang ini banyak digunakan sebagai bahan aditif dalam bensin/premium

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Muthohar (2012), Dimana *bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka kadar *ethanol* 95,5%, viscosity 4,10 cSt, nilai kalor 6325,02kcal/kg, *flash point* 62°C, *pour point* -16°C, *density* 0,78 gr/cc. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, *bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka layak digunakan pada sepeda motor untuk dicampurkan pada premium.

Dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam penelitian, maka penelitian ini melakukan pengujian torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan efisiensi *thermal*.

Adapun masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah pengaruh penggunaan bahan bakar *bioethanol* limbah kulit jerami nangka sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah terhadap torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi *thermal* yang dihasilkan.

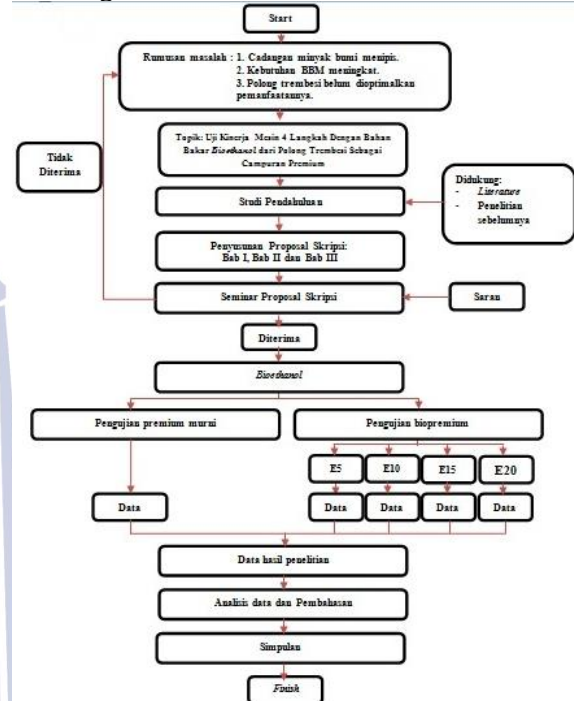
Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah melihat pengaruh penggunaan bahan bakar *bioethanol* limbah kulit jerami nangka sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah terhadap torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi *thermal* yang dihasilkan.

Manfaat yang didapat dari penelitian adalah membantu mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif, mengoptimalkan limbah kulit

jerami nangka sebagai bahan bakar *bioethanol*, dan ramah lingkungan.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas.

Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah:

- Bahan bakar Pertamina E0.
- Bahan bakar Biopremium E5.
- Bahan bakar Biopremium E10.
- Bahan bakar Biopremium E15.
- Bahan bakar Biopremium E20.

• Variabel Kontrol

Pada penelitian ini yang menjadi variabel kontrol adalah:

- Putaran mesin 3000 rpm sampai 9000 rpm dengan *range* 500 rpm.
- Temperatur oli mesin pada saat pengujian 60°C.
- Perbandingan tekanan kompresi 10,7 : 1
- Temperatur udara sekitar 25-35 °C.
- Kelembaban udara (*humidity*) 25-60 %.

• Variabel Terikat

Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah:

- Torsi yang dihasilkan.
- Daya yang dihasilkan.

- Jumlah konsumsi bahan bakar.
- Efisiensi *thermal* yang dihasilkan.

Prosedur Pengujian

- Persiapan
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:
 - Melakukan *tune up* mesin pada objek penelitian.
 - Mempersiapkan pertamax murni dan biopremium dengan campuran *bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka.
 - Memeriksa perlengkapan pada *dynamometer*.
 - Mempersiapkan perlengkapan alat dan instrumen pengujian yang akan digunakan, seperti *4 in 1 Multi-Function Environment Meter*, *stopwatch*, gelas ukur, dan *blower*.
- Pengujian
 - Torsi dan daya
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap pengujian ini adalah menghidupkan mesin, memanaskan mesin untuk mencapai suhu kerja mesin kurang lebih selama 5 menit (suhu oli $\geq 60^{\circ}\text{C}$), menghidupkan *blower*, membuka *throttle valve* secara perlahan hingga terbuka penuh, pengamatan mulai dilakukan dan beban dari *inertia chassis dynamometer* diatur dengan membuka *throttle valve* sampai mesin menunjukkan putaran yang diinginkan (3000 rpm sampai 9000 rpm, dengan *range* 500 rpm), melakukan penyimpanan data yang meliputi putaran mesin, torsi, dan daya, mesin dimatikan sampai temperatur mesin kembali normal dan pengujian tersebut dilakukan sebanyak 3 kali, dan untuk pengujian pada bahan bakar biopremium (E5 sampai E20) dilakukan seperti pengujian bahan bakar pertamax murni (E0).
 - Konsumsi bahan bakar
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap pengujian ini adalah menghidupkan mesin, memanaskan mesin untuk mencapai suhu kerja mesin kurang lebih selama 5 menit (suhu oli $\geq 60^{\circ}\text{C}$), Menghidupkan *blower*, memasukkan bahan bakar premium pada gelas ukur, membuka *throttle valve* secara perlahan hingga terbuka penuh, pengamatan mulai dilakukan dan beban dari *inertia chassis dynamometer* diatur oleh *throttle valve* sampai mesin

menunjukkan putaran yang diinginkan (3000 rpm sampai 9000 rpm, dengan *range* 500 rpm) dengan menahan *throttle valve* agar tetap terbuka sampai menunjukkan putaran mesin konstan, melakukan pencatatan data waktu konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan untuk pemakaian bahan bakar sebanyak 5 ml, mesin dimatikan sampai temperatur mesin kembali normal, dan untuk pengujian pada bahan bakar biopremium E5 sampai E20 dilakukan seperti pengujian bahan bakar pertamax murni (E0).

- Akhir pengujian
Prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:
 - Menurunkan putaran mesin secara perlahan sampai *idle*.
 - Mematikan mesin.
 - Mematikan *blower*.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah metode deskriptif. Hal ini dilaksanakan untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran secara sistematis terhadap fenomena yang terjadi selama dilakukan pengujian. Data hasil penelitian yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data dalam tabel dan grafik tersebut menjadi kalimat yang sederhana, mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Torsi

Tabel 1. Hasil Pengujian Torsi Dengan Bahan Bakar pertamax dan Biopremium dengan *Bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Torsi (kgf.m)				
	E0	E5	E10	E15	E20
1000	1.78	1.87	1.89	1.7	1.5
1500	2.14	2.17	2.12	2.18	2.14
2000	2.16	2.23	2.17	2.24	2.23
2500	1.69	1.67	1.62	1.69	1.69
3000	1.57	1.57	1.55	1.61	1.6
3500	1.41	1.37	1.41	1.4	1.43
4000	1.31	1.21	1.24	1.23	1.25
4500	1.07	1.07	1.08	1.11	1.12
5000	0.95	0.95	0.96	0.97	0.98
5500	0.81	0.82	0.83	0.89	0.86
6000	0.69	0.64	0.7	0.73	0.74
6500	0.58	0.61	0.64	0.64	0.61

7000	0.55	0.57	0.57	0.58	0.57
7500	0.48	0.46	0.53	0.5	0.5
8000	0.41	0.37	0.39	0.45	0.41
9000	0.34	0.27	0.31	0.33	0.36

Torsi maksimum yang dihasilkan oleh kendaraan Honda Vario tahun 2011 dengan bahan bakar pertamax sebesar 2.16 kg.f.m pada putaran 2000 rpm. Torsi maksimum yang dihasilkan kendaraan ini berubah ketika menggunakan bahan bakar biopremium E5, torsi yang dihasilkan sebesar 2.23 kg.f.m, biopremium E10, torsi yang dihasilkan sebesar 2.17 kg.f.m, biopremium E15, torsi yang dihasilkan sebesar 2.24 kg.f.m, biopremium E20, torsi yang dihasilkan sebesar 2.23 kg.f.m.

Pada rentang putaran 1500 rpm sampai 4000 rpm, grafik torsi cenderung mengalami peningkatan sampai torsi maksimum. Hal ini disebabkan karena dengan putaran mesin yang semakin naik, maka turbulensi aliran yang masuk ke ruang bakar semakin naik. Pada keadaan ini campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran *stochiometric*, akibatnya tekanan dan temperatur yang dihasilkan semakin tinggi sehingga torsi yang dihasilkan besar pula.

Pada rentang 4500 rpm sampai 9000 rpm, grafik torsi cenderung menurun. grafik torsi cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi terjadi keterlambatan pembakaran sehingga ledakan pembakaran terjadi pada saat torak menuju TMB. Selain itu, penelitian ini tidak dilakukan perubahan pada timing pengapian dan variasi pada *slow jet* dan *main jet* karburator karena hanya membandingkan premium murni dan biopremium pada sepeda motor. Akibatnya torsi yang dihasilkan menurun pula pada putaran tinggi.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *bioethanol* dari Limbah Kulit Jerami Nangka sebagai campuran bahan bakar premium, torsi yang dihasilkan mengalami peningkatan.

Daya efektif

Tabel 2. Hasil Pengujian Daya Dengan Bahan Bakar pertamax (E0) dan Biopremium dengan *Bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Daya Efektif (PS)				
	E0	E5	E10	E15	E20
1000	2.33	2.43	2.43	2.13	1.83
1500	4.26	4.36	4.16	4.36	4.26
2000	5.37	5.48	5.17	5.58	5.58
2500	5.78	5.78	5.58	5.78	5.78
3000	6.49	6.49	6.39	6.69	6.59
3500	6.79	6.79	6.9	6.79	7
4000	6.9	6.69	6.9	6.79	7

4500	6.69	6.79	6.79	7	7
5000	6.59	6.69	6.69	7.1	6.9
5500	6.19	6.29	6.49	6.9	6.59
6000	5.88	5.37	5.88	6.08	6.29
6500	5.27	5.58	5.88	5.88	5.58
7000	5.48	5.68	5.58	5.68	5.68
7500	5.07	4.87	5.58	5.27	5.27
8000	4.66	4.16	4.36	5.07	4.66
8500	4.06	3.14	3.75	3.95	4.26
9000	3.35	2.94	2.54	2.94	3.35

Daya maksimum dengan menggunakan bahan bakar pertamax dihasilkan pada putaran 4000 rpm sebesar 6,90 PS. Pada saat bahan bakar diganti menggunakan biopremium E5 daya yang dihasilkan pada putaran mesin 4500 rpm menjadi sebesar 6,79 PS. Daya maksimum yang dihasilkan ketika bahan bakar diganti dengan biopremium E10 mengalami penurunan pada putaran 4000 rpm menjadi sebesar 6,90 PS seperti hasil yang diperoleh pada . Pada saat bahan bakar diganti menggunakan biopremium E15 daya yang dihasilkan pada putaran 5000 menjadi sebesar 7.10 PS. Pada saat bahan bakar diganti menggunakan biopremium E20 daya yang dihasilkan pada putaran 4500 rpm menjadi sebesar 7,00 PS

Pada rentang putaran 3000 rpm sampai 8000 rpm terus mengalami peningkatan hingga mencapai daya maksimum. Hal ini disebabkan karena campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran *stochiometric* sehingga pembakaran berlangsung sempurna dan mengakibatkan daya efektif yang dihasilkan mesin meningkat. Selain itu, bahan bakar biopremium E₅, E₁₀, E₁₅, dan E₂₀ mengalami peningkatan angka oktan karena *bioethanol* memiliki angka oktan diatas premium murni dengan presentasi campuran yg sudah ditentukan. Jika angka oktan bahan bakar tersebut meningkat, maka bahan bakar tersebut akan mudah untuk dibakar atau waktu rambatan pembakaran bahan bakar berlangsung secara singkat sehingga menyebabkan maksimalnya dorongan pada piston.

Pada putaran 8500 rpm sampai 9000 rpm, grafik daya efektif cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi pembakaran berlangsung sangat cepat yang mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara didalam ruang bakar tidak habis terbakar. Jika campuran bahan bakar dan udara hanya sedikit yang terbakar maka akan mengakibatkan daya efektif yang dihasilkan menurun. Dari hasil pengujian didapatkan hasil pengujian daya tertinggi di capai oleh bahan bakar E15, karena E15 nilai oktan nya 93,25 sedangkan E20 nilai oktan nya 95 dimana mesin honda vario tahun

2011 ini rasio perbandingan kompresi nya hanya 10,7 : 1, sedangkan bahan bakar E20 membutuhkan rasio perbandingan kompresi diatas > 11, maka ketika di pakai bahan bakar ini tidak bisa terbakar secara maksimal karena mesin honda vario tahun 2011 ini tidak kuat mengkompresi bahan bakar E20 karena nilai oktan nya terlalu besar untuk mesin honda vario yang kapasitas rasio kompresi nya cuma 10,7 : 1.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *bioethanol* dari Limbah Kulit Jerami Nangka sebagai campuran bahan bakar premium, daya yang dihasilkan mengalami peningkatan.

Konsumsi bahan bakar

Tabel 3. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Dengan Bahan Bakar pertamax dan Biopremium dengan *Bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka Trembesi (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)				
	E0	E5	E10	E15	E20
Idle	0.071	0.07	0.066	0.06	0.064
2000	0.086	0.076	0.073	0.071	0.071
2500	0.129	0.123	0.08	0.076	0.078
3000	0.198	0.188	0.147	0.123	0.149
3500	0.229	0.221	0.209	0.151	0.153
4000	0.284	0.265	0.25	0.231	0.236
4500	0.358	0.331	0.272	0.258	0.256
5000	0.49	0.447	0.372	0.285	0.290
5500	0.556	0.486	0.424	0.318	0.326
6000	0.628	0.528	0.443	0.384	0.4
6500	0.705	0.605	0.498	0.454	0.449
7000	0.78	0.665	0.618	0.503	0.532
7500	0.831	0.775	0.647	0.564	0.624
8000	0.964	0.878	0.769	0.729	0.763
8500	1.033	0.973	0.896	0.954	0.87
9000	1.12	1.095	1.064	1.199	1.074

Penurunan konsumsi bahan bakar maksimum yang dihasilkan bahan bakar pertamax terjadi pada putaran 5500 rpm, yaitu sebesar 0,556 kg/jam, konsumsi bahan bakar berubah ketika menggunakan bahan bakar biopremium E5 menjadi sebesar 0.486 kg/jam. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E10 menjadi sebesar 0,424 kg/jam. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E15 sebesar menjadi 0,318 kg/jam Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E20 menjadi sebesar 0,326 kg/jam.

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin tinggi campuran *bioethanol* maka konsumsi bahan bakar semakin menurun. Hal ini dikarenakan dari bahan bakar E5, E10, E15, dan E20 mengandung unsur molekul O₂, sehingga pembakaran lebih sempurna. Hal ini menyebabkan waktu konsumsi bahan bakar

tersebut lebih lama. Konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar biopremium dengan *bioethanol* dari Limbah Kulit Jerami Nangka cenderung lebih rendah dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar yang menggunakan bahan bakar pertamax.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *bioethanol* sebagai campuran bahan bakar premium dapat mereduksi konsumsi bahan bakar (biopremium) pada kendaraan Honda Vario tahun 2012 secara signifikan. Penurunan tertinggi konsumsi bahan bakar yang dihasilkan mesin sebesar 42,806 % dicapai dengan penggunaan biopremium E15 pada putaran 5500 rpm

Efisiensi thermal

Tabel 4. Hasil Perhitungan Efisiensi Thermal Dengan Bahan Bakar pertamax dan Biopremium dengan *Bioethanol* dari limbah kulit jerami nangka (E5, E10, E15, dan E20)

Putaran (rpm)	Efisiensi thermal (%)				
	E0	E5	E10	E15	E20
Idle	4.467	3.967	4.105	5.131	4.459
2000	4.648	4.592	4.612	5.549	5.265
2500	3.335	2.993	4.543	5.370	4.964
3000	2.440	2.198	2.831	3.840	2.963
3500	2.207	1.957	2.150	3.175	3.065
4000	1.809	1.608	1.798	2.075	1.987
4500	1.391	1.306	1.626	1.916	1.832
5000	1.001	0.953	1.171	1.759	1.594
5500	0.829	0.824	0.997	1.532	1.354
6000	0.697	0.648	0.864	1.118	1.053
6500	0.556	0.587	0.769	0.914	0.833
7000	0.523	0.544	0.588	0.797	0.715
7500	0.454	0.400	0.562	0.660	0.566
8000	0.360	0.302	0.369	0.491	0.409
8500	0.293	0.206	0.273	0.292	0.328
9000	0.223	0.171	0.155	0.173	0.209

Efisiensi thermal maksimum dihasilkan pada putaran 2000 rpm sampai 2500 rpm, dengan bahan bakar pertamax sebesar 4.648 %, efisiensi thermal berubah ketika menggunakan bahan bakar menggunakan biopremium E5 menjadi 4,592 %. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E10 menjadi sebesar 4,612 %. Pada saat bahan bakar menggunakan biopremium E15 menjadi sebesar 5,549 %. dan saat menggunakan biopremium E20 menjadi sebesar 5,265 %.

Pada rentang putaran 1500 rpm sampai 2500 rpm, grafik efisiensi thermal cenderung mengalami peningkatan sampai maksimal. Hal ini disebabkan karena dengan putaran mesin yang semakin naik, Pada keadaan ini campuran udara dan bahan bakar mendekati campuran *stoichiometric*, mengakibatkan perambatan nyala api semakin cepat dan pembakaran berlangsung

sempurna sehingga tekanan dan temperatur yang dihasilkan semakin tinggi dan efisiensi *thermal* yang dihasilkan besar pula.

Pada rentang 3000 rpm sampai 9000 rpm, grafik efisiensi *thermal* cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada putaran tinggi torak tidak mempunyai waktu yang cukup untuk melakukan langkah hisap, sehingga volume bahan bakar yang dihisap semakin berkurang dan tekanan kompresi menurun. Selain itu pada putaran tinggi terjadi keterlambatan pembakaran sehingga ledakan pembakaran terjadi pada saat torak menuju TMB.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *bioethanol* dari limbah kulit jerami angka sebagai campuran bahan bakar premium dapat meningkatkan efisiensi *thermal* yang dihasilkan oleh Honda Vario tahun 2012. Hal ini dikarenakan angka oktan biopremium lebih tinggi dibandingkan dengan pertamax., dimana angka oktan biopremium E5 sebesar 85,75, E10 sebesar 91.50, E15 Sebesar 93,25 dan E20 Sebesar 95 . Sedangkan angka oktan pertamax sendiri sebesar 92. Meningkatnya angka oktan biopremium menyebabkan ledakan pada proses pembakaran di ruang bakar menjadi besar. Hal ini diikuti dengan meningkatnya torsi yang dihasilkan dan mengakibatkan efisiensi *thermal* yang dihasilkan kendaraan akan meningkat juga.

KUTIPAN DAN ACUAN

Prinsip kerja motor 4 langkah

Motor bakar (*thermal engine*) adalah mesin yang mengubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik. Energi panas diperoleh dari hasil pembakaran bahan bakar yang diubah menjadi energi mekanik digunakan untuk menggerakkan mesin (Toyota Astra Motor, 1995:90).

Prinsip kerja mesin bensin adalah campuran udara dan bahan bakar dari karburator masuk ke ruang bakar melalui *intake manifold*. Tekanan di dalam ruang bakar menjadi vakum karena torak bergerak dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah), sehingga campuran tersebut masuk ke ruang bakar karena terjadi kevakuman pada ruang bakar. Kapasitas masuknya campuran udara dan bahan bakar sesuai dengan pembukaan katup masuk. Campuran udara dan bahan bakar dikompresikan oleh gerak torak dari TMB ke TMA dan kemudian busi memercikkan bunga api beberapa derajat sebelum TMA sehingga terjadi pembakaran. Tenaga hasil pembakaran tersebut mendorong torak bergerak dari TMA ke TMB

dan memutar poros engkol dari TMB ke TMA. Langkah ini digunakan untuk membuang gas sisa hasil pembakaran yang diteruskan oleh *exhaust manifold*.

Bahan bakar

Bahan bakar yang di pergunakan motor bakar dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yakni: berbentuk gas, cair, dan padat. Bahan bakar sering digunakan ditempat tempat yang banyak menghasilkan gas, yang ekonomis dipakai pada motor, yakni: gas alam, gas dapur, gas dapur, dan gas dari pabrik gas.

Bahan bakar cair diperoleh dari minyak bumi, yang terpenting dalam kelompok ini ialah bensin dan minyak bakar, kemudian kerosin. Bahan bakar padat dapat dipakai setelah terpilih dahulu diubah menjadi gas luar silinder mesin (Daryanto, 2003:62-63).

Beberapa sifat utama bahan bakar yang perlu diperhatikan ialah:

- Mempunyai nilai bakar tinggi.
- Mempunyai kesanggupan menguap pada suhu rendah.
- Uap bahan bakar harus dapat dinyalakan dan terbakar segera dalam campuran dengan perbandingan yang cocok terhadap oksigen.
- Bahan bakar dan hasil pembakarannya tidak beracun atau membahayakan kesehatan.
- Harus dapat diangkut dan disimpan dengan aman dan mudah.

Bahan bakar yang paling cocok untuk dipakai tergantung pada banyak faktor, di antaranya: jumlah persediaan bahan bakar, kemungkinan penyimpanan, harga setiap satuan panas, faktor pengangkutan, dan cara pelayanannya.

Bahan Baku Bioethanol

Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*)

Tabel 5. Produksi Buah Nangka Indonesia tahun 2005 - 2007 (ton)

Tahun	Produksi
2005	712.693 ton
2006	683.904 ton
2007	601.929 ton

Dari tabel terlihat bahwa produksi nangka Indonesia di tahun 2007 sebesar 601.929 ton. Apabila 1 kg nangka menghasilkan 0, 534 kg kulit/jerami nangka maka jumlah limbah kulit/jerami nangka yang di hasilkan tahun 2007 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 601.929 \text{ ton} &= 321.430.086 \text{ kg, Jumlah limbah} \\
 &\text{kulit/jerami nangka} \\
 &= 601.929.000 \text{ kg} \times 0,534 \text{ kg} \\
 &= 321.430.086 \text{ kg} = 321.430,08 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa jumlah limbah kulit/jerami

angka yang dihasilkan pada tahun 2007 sebesar 321.430,08 ton. Hal ini membuktikan bahwa banyaknya produksi angka maka jumlah limbah kulit/jerami angka juga melimpah.

Dengan demikian limbah kulit/jerami angka sangat berpotensi dalam pembuatan *bioethanol*.

Tabel 6. Komposisi Gizi per 100 g Nangka Muda dan Nangka Masak

Komponen gizi	Nangka Muda	Nangka Masak
Energi (kkal)	51	106
Protein (gr)	2,0	1,2
Lemak (gr)	0,4	0,1
Karbohidrat (gr)	11,3	27,6
Kalsium (mg)	45	20
Fosfor (mg)	29	19
Besi (mg)	0,5	0,9
Vitamin A (mg)	25	330
Vitamin B1 (mg)	0,07	0,07
Vitamin C (mg)	9	7
Air (g)	85,4	70

Kulit/jerami nangka memiliki sifat fisik maupun kimiawi yang diduga hampir sama dengan buahnya, kandungan serat kasar kulit/jerami nangka sekitar 1,94% sementara daging buahnya adalah 1,58%.

Kandungan karbohidrat pada kulit/jerami nangka terdiri dari glukosa, fruktosa, sukrosa, pati, serat dan pectin yang jumlahnya mencapai 15,87% dan protein 1,30%. (Muthohar, 2011)

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh penggunaan bahan bakar alternatif *biopremium* dari limbah kulit nangka terhadap kinerja sepeda motor Honda Vario tahun 2011 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* limbah kulit jerami nangka sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dapat meningkatkan torsi. Torsi Maksimun didapat di E15 (15 % *bioethanol* dan 85 % premium) sebesar 2.24 kgf.m dan Peningkatannya sebesar 3,70 % pada 2000 rpm.
- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* limbah kulit jerami nangka sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dapat meningkatkan daya. Daya Maksimun didapat di E15 (15 % *bioethanol* dan 85 % premium) sebesar 7.10 PS pada 5000 rpm dan Peningkatannya sebesar 11,57 % pada 6500 rpm.
- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* limbah kulit jerami nangka sebagai campuran

premium pada mesin 4 langkah dapat menurunkan konsumsi bahan bakar. Penurunan konsumsi bahan bakar optimum sebesar 41,837 %, pada 5000 rpm dengan bahan bakar E15 (15 % *bioethanol* dan 85 % premium).

- Penggunaan bahan bakar *bioethanol* limbah kulit jerami nangka sebagai campuran premium pada mesin 4 langkah dapat meningkatkan efisiensi *thermal*. Peningkatan efisiensi *thermal* optimum sebesar 75.69 % pada 5000 rpm di dapatkan bahan bakar E15 (15 % *bioethanol* dan 85 % premium).

Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan dan analisa data dan pengambilan simpulan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Penelitian ini dilakukan pada sepeda motor Honda Vario tahun 2011, diharapkan ada penelitian lanjutan dengan menggunakan sepeda motor lain dengan syarat syarat sesuai perbandingan kompresi yang ditentukan.
- Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan kadar *ethanol* lebih dari 96% pada kendaraan tahun pembuatan di atas 2010 yang memiliki rasio perbandingan kompersi di > 10.
- Pengambilan data harus sesuai dengan prosedur pengujian terutama pada saat pengujian pada kinerja mesin.
- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan bervariasi waktu pengapian (*ignition timing*) dan bervariasi ukuran lubang pada main jet dan slow jet dari ukuran standart nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Sepeda Motor Laku hingga 666.136 Unit*, (*Online*), (<http://ekonomi.inilah.com>, diakses 16 Maret 2012).
- Anonim. 2012. *Perspektif Kenaikan BBM*, (*Online*), (<http://bangka.pos.com>, diakses 15 Mei 2012).
- Anonim. 2012. *Bioenergy Sebagai Sumber Energi Alternatif*, (*Online*), ([http:// definisi-bioenergy-atau-energi-biomassa.html](http://definisi-bioenergy-atau-energi-biomassa.html) , diakses 1 Mei 2012).
- Anonim. 2012. *Karakteristik Ethanol*, (*Online*), (http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_content&taks=view&id=13565&ietm=30), diakses 20 Februari 2012)
- Anonim. 2011. *Manfaat dan Penggunaan Bioetanol* (*Online*), (<http://bioetanol-seno.blogspot.com/>), diakses 2 Mei 2012).

- Anonim. 2009. *Bioethanol (Online)*, (<http://www.Bioethanol.blogspot.com>, diakses 3 Mei 2012).
- Anonim. 2009. *Gambar Langkah Kerja Motor 4 Tak, (Online)*, (<http://aerians.blogspot.com>, diakses 24 April 2012).
- Anonim. 2010. *Komposisi Limbah Kulit Nanas, (Online)*, (<http://blog.ub.ac.id/fransinagrotek/category/uncategorized/>, diakses 25 April 2012).
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Motor Bakar Torak (edisi kelima)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Brown, George Greger. 1973. *Unit Operations*. New York: Thirteenth Printing.
- Crouse, William. H & Anglin, Donald L. 1995. *Automotive Engine eighth edition*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Daryanto, 2003. *Motor Bensin Pada Mobil*. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Dama, Gladis Nadia. 2011. *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Limbah Tepung Onggok Sebagai Ekstender Bensin Terhadap Performance Sepeda Motor Supra X125 D*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Harjono, A. 2001. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Halderman, James. D & Linder, Jim. 2006. *Automotive Fuel And Emissions Control Systems*. New Jersey: Pearson education, Inc.
- Herlambang, Arifin Bayu. 2011. *Pengaruh Penggunaan Bioethanol Dari Limbah Beras Sebagai Campuran Premium Terhadap Unjuk Kerja Kendaraan Bermotor Yamaha Jupiter Z Tahun 2009*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Handayani, Sri Utami. 2006. *Pemanfaatan Bioethanol Sebagai Bahan Pengganti, (Online)*, (<http://www.pssplab.com/journal/1474-3320-1-SM.pdf>, diakses 14 Maret 2012).
- Muthohar, Ahmad. 2012. *Pemanfaatan Limbah Kulit/Jerami Nangka (Artocarpus Heterophyllus) Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Bioethanol)*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Purwanto, Agus. 2011. *Pengaruh Jumlah Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Ethanol dari Kulit Nanas Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Pertamina. 2012. *Premium, Pertamax, Pertamax Plus, (Online)*. (<http://www.pertamina.com/index.php>, diakses 24 April 2012).
- Supadi. dkk. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Toyota Astra Motor. 1995. *Toyota Materi Pelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press.