Terbit *online* pada laman web jurnal : http://inomet.ft.unand.ac.id

INoMeT: Jurnal Inovasi Rekayasa Mekanikal dan Termal

| ISSN (Print) xxxx-xxxx | ISSN (Online) xxxx-xxxx |

Artikel Penelitian

Studi Kinerja Mesin Diesel Berbahan Bakar Campuran Biodiesel Kacang Tanah Dan Solar

Gusriwandi[a], Adly Havendri[a], Devi Chandra[a]

[a] *Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih, Padang, 25163, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:
Diterima Redaksi: 15 Juni 2023
Revisi Akhir: 29 Juni 2023
Diterbitkan *Online*: 30 Juni 2023

KATA KUNCI

biodiesel
peanut
diesel engine

KORESPONDENSI

E-mail: gusriwandi@eng.unand.ac.id

A B S T R A C T

Biodiesel is an oil produced from vegetable oils or animal fats. Peanut is one of the vegetable that can be used to produce biodiesel due to its high vegetable oil content. This research was conducted to investigate fatty acid characteristics of biodiesel produced from peanut and perfomance of a diesel engine which is fueled by mixture of peanut biodiesel and diesel fuel. Biodiesel was produced by some processes namely degumming, free fatty acid content testing, esterification and transesterification. It was produced 1450 ml biodiesel per 10 kg peanuts. Gas chromatography-mass spectrometry device was used to determine fatty acid content of peanut biodiesel which consists of 52.77% of oleic acid, 16.59% of palmitic acid and 10.63% of behenic acid, respectively. Four mixtures of peanut biodiesel and diesel fuel were created, namely B0 (pure diesel fuel) , B5, B10, B20 where index number is percentage of biodiesel in the mixture. These mixtures were applied to fuel an engine diesel to observe engine perfomances with variation of load and speed on engine. The best engine perfomance result from experiments was found using B20 with spesific fuel consumption (SFC) value is 0.175 kg/kWh at 30 psi of load and 1250 rpm engine speed, the air-fuel ratio (AFR) is 15,26 at 20 psi of load and 1500 rpm engine speed and termal eficiency is 46.37 percent at 30 of load and 1250 rpm engine speed.

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan luas wilayah dan jumlah populasi yang sangat besar menyebabkan tingginya angka kebutuhan akan transportasi. Sektor transportasi sangat erat hubungannya dengan kebutuhan energi yang lebih dari 90% menggunakan energi bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak yang paling banyak digunakan adalah solar dan bensin, menurut kajian Ahmad dan Amir [1], diprediksi sampai tahun 2025 Indonesia mengalami peningkatan konsumsi bensin rata-rata sebesar 4,07% dan solar 3,19% pertahun, sementara kebutuhan ini tidak didukung oleh produksi dalam negeri, sehingga diperlukan dukungan untuk pencarian sumber energi alternatif. Biodiesel salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan pengganti ataupun campuran dengan solar sebagai bahan bakar pada mesin diesel. Pengembangan biodiesel sesuai dengan Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional serta Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 1 Tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai bahan bakar alternatif.

Biodiesel adalah sebuah bahan bakar cair yang berasal dari minyak dan lemak yang memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan bahan bakar minyak diesel biasa (dari minyak bumi). Biodiesel dapat diproduksi langsung dari minyak nabati, minyak atau lemak hewan, dan minyak jelantah.

https://doi.org/10.25077/xxxxx
Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved

Perbandingan kandungan energi biodiesel dengan minyak diesel menunjukkan bahwa biodiesel memiliki rasio energi sebesar 1,1 yang berarti bahwa kandungan energinya 87% dari minyak diesel. Proses yang digunakan untuk mengkonversi bahan baku minyak menjadi biodiesel disebut transesterifikasi atau esterifikasi [2]. Pembuatan biodiesel diawali oleh Dr. Rudolf Diesel pada tahun 1900 di Paris yang digunakannya sebagai bahan bakar untuk menjalankan mesin diesel buatannya. Namun karena masih tingginya ketersediaan bahan bakar fosil pada saat itu dengan harga yang murah, pengembangan bahan bakar dari minyak nabati ditinggalkan. Penelitian yang telah dilakukan merupakan tahap awal menuju komersialisasi, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut dalam berbagai aspek teknis dan ekonomis.

Saat ini, industri pertanian merupakan potensi terbesar untuk bahan baku pembuatan biodiesel. Salah satu bahan baku yang dapat digunakan adalah biji kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) yang banyak tersedia di berbagai daerah di Indonesia, kacang tanah memiliki kandungan minyak nabati yang cukup tinggi yaitu sekitar 40-60% dari komposisi keseluruhannya.

Penelitian tentang pembuatan biodiesel dari berbagai bahan baku dan pengamatan karakteristik hasilnya serta pengujiannya pada mesin diesel beberapa ditemui pada literatur. Azis [3], melakukan pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas, kemudian dicampur dengan solar dalam persentase 0 sampai dengan 100% dan mendapati bahwa bahan bakar B20 (20% biodiesel) dan B40 (40% biodiesel) memberikan kinerja yang baik pada mesin dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah dari solar. Setyawhardani et al. [4] melakukan penelitian tentang cara meningkatkan kualitas biodiesel dari asam lemak jenuh biji karet dengan proses hidrolisis dan mendapatkan sifat-sifat biodiesel yang sesuai dengan standar ASTM. Risnoyatiningsih [5] membuat biodiesel dari biji alpukat melalui proses transesterifikasi dan mendapatkan hasil sesuai standar bahan bakar biodiesel di Indonesia. Adekunle et al. [6] mengamati pengaruh proses *degumming* pada sifat-sifat biodiesel yang dibuat dari beberapa jenis biji-bijian dan mendapatkan bahwa proses *degumming* adalah proses alternatif yang bagus untuk mendapatkan biodiesel. Junior et al. [7] mengamati potensi bio disel dari biji kacang tanah dan menemukan bahwa sifat-sifat etil esternya sesuai dengan standar ASTM D 6751 dan EN 14214. Aqhilla et al. [8] membuat biodiesel dari nyamplung dengan proses transesterifikasi dengan katalis Na_2SiO_3/Fe_3O_4 dan mendapatkan hasil biodiesel yang sesuai dengan standar SNI. Nazim [9] melakukan penelitian pembuatan biodiesel dari biji kacang tanah dengan proses *degumming* dan transesterifikasi serta pengujiannya terhadap konsumsi bahan bakar spesifik pada mesin diesel. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa penggunaan biodiesel kacang tanah B10 lebih baik daripada penggunaan solar pada segi konsumsi bahan bakar spesifik. Sitorus et al. [10] melakukan kajian pengaruh bahan bakar biodiesel dari minyak kedelai terhadap emisi gas buang dan temperatur ruang bakar mesin diesel menggunakan bahan bakar solar, B10 (10% biodiesel), B20 (20% biodiesel), B30 (30% biodiesel), dan mendapati emisi gas buang yang lebih rendah pada B10, B20 dan B30, dan temperatur mesin tertinggi pada penggunaan solar dan terendah pada B30.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel dengan bahan baku biji kacang tanah melalui proses *degumming*, pengujian kadar asam lemak bebas, serta esterifikasi dan transesterifikasi untuk mengetahui kandungan asam lemak biodiesel yang dihasilkan yaitu asam oleat, asam palmitat dan asam behenate. Kemudian empat jenis bahan bakar dibuat yaitu B0 (solar murni), B5, B10, B20 yang merupakan campuran biodiesel kacang tanah dengan solar , dimana angka indeks merupakan presentase biodiesel di dalam campuran bahan bakar, sebuah mesin diesel diuji kinerjanya menggunakan empat bahan bakar tersebut untuk mengamati kinerja mesin diesel yaitu konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), rasio udara-bahan bakar (AFR) dan efisiensi termal dengan menvariasikan beban dan putaran mesin.

2. METODOLOGI

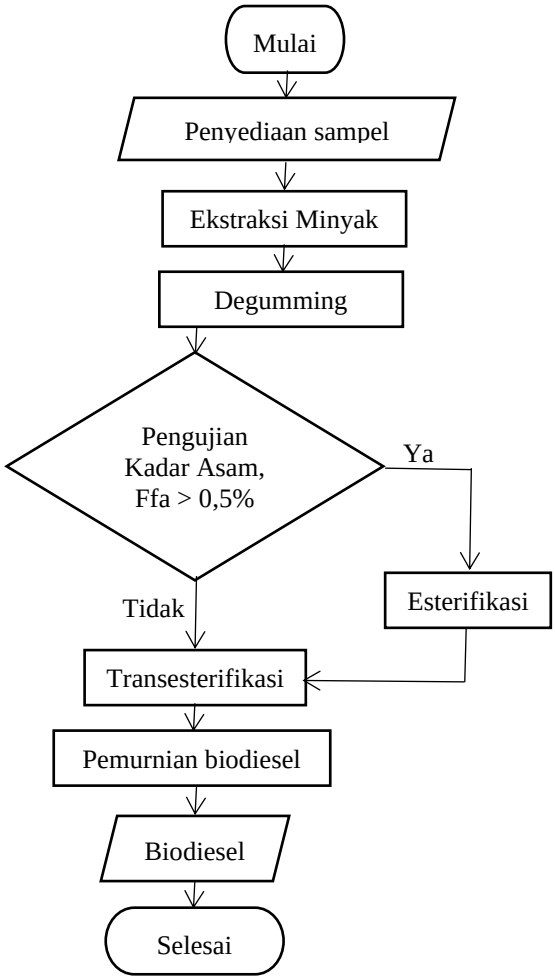
2.1. Pembuatan Biodiesel

2.1.1 Bahan dan alat

Bahan dan alat yang digunakan adalah:
Biji kacang tanah, Asam fosfat (H_3PO_4), Asam sulfat (H_2SO_4), Natrium hidroksida (NaoH), Kalium hidroksida (KOH), *Phenolphthalein*, Methanol, Aquadest, Alat *press*, *Hot plate magnetic stirrer*, Gelas kimia, Gelas ukur, *Stirrer*, Corong kaca, Timbangan digital, Corong pisah, Labu didih, Termometer, Kertas saring, Pipet tetes, Tutup gabus, *Aluminium foil*.

2.1.2 Tahapan pembuatan biodiesel

Diagram alir proses pembuatan biodiesel dari kacang tanah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan biodisel dari kacang tanah

- Ekstraksi minyak

Bertujuan untuk mengeluarkan kandungan minyak di dalam biji kacang tanah, dilakukan proses ekstraksi dengan memberikan penekanan yang besar terhadap biji kacang tanah dengan menggunakan alat press. Diperoleh minyak kasar dari biji kacang tanah yang kemudian diukur volumenya.

- *Degumming*

Bertujuan untuk menghilangkan senyawa pengotor di dalam minyak biji kacang tanah seperti lendir, protein, dan air tanpa mengurangi kadar asam lemak bebas. Dilakukan dengan memanaskan minyak biji kacang tanah dengan H_3PO_4 20% menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada temperature 90-130°C selama 30 menit sambil diaduk menggunakan *stirrer*. Kemudian endapan yang terbentuk akan dipisahkan menggunakan corong pisah dan kertas saring.

- Pengujian kadar asam lemak bebas

Bertujuan untuk mengetahui kadar asam lemak bebas (FFA) di dalam minyak biji kacang tanah. Apabila diperoleh nilai FFA > 0,5%, maka pada pembuatan biodiesel perlu dilakukan proses esterifikasi. Namun apabila nilai FFA < 0,5%, maka dapat langsung dilanjutkan proses transesterifikasi. Dilakukan dengan mentitrasi minyak biji kacang tanah dengan KOH menggunakan indicator *phenolphthalein*. Kadar asam sampel dapat dihitung menggunakan persamaan 1, Yarsa [11]:

$$\mathrm{AV} = \frac{(\mathrm{A}-\mathrm{B})\ \mathrm{x}\ \mathrm{M}\ \mathrm{x}\ 56{,}1}{\mathrm{W}} \qquad (1)$$

dengan AV = kadar asam sampel; A = volume larutan KOH pada titrasi sampel (ml); B = volume larutan KOH pada titrasi blanko (ml); M = molaritas larutan KOH (M); dan W = massa sampel (g). Nilai FFA dapat dihitung menggunakan persamaan 2, Yarsa [11] :

$$\mathrm{FFA} = \frac{\mathrm{AV}}{1{,}99}\ x\ 100\% \qquad (2)$$

- Esterifikasi

Bertujuan untuk mengkonversi kandungan asam lemak bebas yang berlebih menjadi ester. Dilakukan dengan memanaskan minyak biji kacang tanah dengan methanol dan katalis H_2SO_4 menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada temperature 60-65°C selama 120 menit sambil diaduk menggunakan *stirrer*. Kemudian endapan yang terbentuk akan dipisahkan menggunakan corong pisah.

 https://doi.org/10.25077/xxxxx

- Transesterifikasi

Bertujuan untuk mengkonversi minyak nabati (trigliserida) menjadi biodiesel dan produk sampingan yaitu gliserol. Dilakukan dengan memanaskan minyak biji kacang tanah dengan methanol dan katalis NaOH padat menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada temperature 60-65°C selama 120 menit. Kemudian endapan yang merupakan gliserol dipisahkan menggunakan corong pisah.

2.2. Karakterisasi Asam Lemak Biodiesel

Alat yang digunakan adalah *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* GCMS-QP2010 Ultra. Alat GC-MS yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. GCMS-QP2010 Ultra

Prinsip kerja alat ini adalah sampel yang berupa cairan biodiesel diinjeksikan ke dalam injector kemudian fasanya diubah menjadi uap. Sampel yang berbentuk uap akan dibawa oleh gas pembawa menuju kolom kapiler untuk dilakukan pemisahan senyawa. Masing-masing senyawa akan melalui ruang pengion dan terjadi penembakan oleh electron-elektron sehingga terbentuk molekul terionisasi. Fragmen ion yang dihasilkan akan ditangkap oleh detector dan dihasilkan spektrum massa. Pola fragmentasi yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan pola fragmentasi senyawa standar.

Prinsip kerja alat ini adalah sampel yang berupa cairan biodiesel diinjeksikan ke dalam injector kemudian fasanya diubah menjadi uap. Sampel yang berbentuk uap akan dibawa oleh gas pembawa menuju kolom kapiler untuk dilakukan pemisahan senyawa. Masing-masing senyawa akan melalui ruang pengion dan terjadi penembakan oleh electron-elektron sehingga terbentuk molekul terionisasi. Fragmen ion yang dihasilkan akan ditangkap oleh detector dan dihasilkan spektrum massa. Pola fragmentasi yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan pola fragmentasi senyawa standar.

2.3. Pengujian kinerja mesin diesel

2.3.1 Perangkat pengujian

Skema perangkat pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.

- Mesin diesel

Mesin uji yang digunakan adalah Toyota Hilux Diesel tahun 2004, seperti terlihat pada Gambar 3 dan spesifikasinya pada Tabel 1.



Gambar 3. Mesin Toyota Hilux Diesel tahun 2004

Tabel 1. Spesifikasi mesin diesel

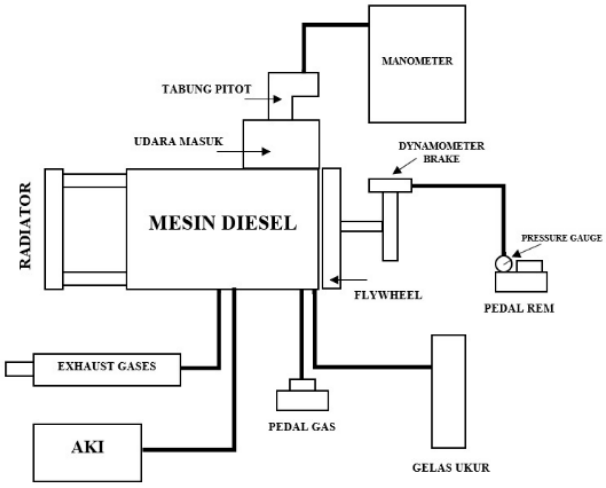
Spesifikasi Mesin	
Tipe katup	2L, SOHC
Jumlah silinder	4 in line
Tipe ruang bakar	Direct injection
Volume silinder	2446 cc
Rasio kompresi	22 : 1
Tekanan kompresi	31 kg/cm^2
Maksimum output	83 hp/ 4000 rpm
Torsi maksimum	17 kg.m/2200 rpm
Putaran maksimum	4800 rpm

- *Dynamometer brake*

Alat ini digunakan sebagai pengatur pengereman pada pengujian. *Dynamometer* akan disambungkan dengan *pressure gauge* untuk mengukur nilai pembebanan yang akan diberikan,

- *Tachometer* digital

Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan putaran *flywheel* pada mesin.



Gambar 4. Skema alat pengujian

- Gelas ukur

Alat ini digunakan sebagai pengganti tangki bahan bakar untuk mengukur volume bahan bakar yang habis terpakai selama pengujian

- *Pressure gauge*

Alat ini digunakan untuk mengukur nilai pembebanan yang diberikan oleh *dynamometer brake.*

- *Stopwatch*

Alat ini digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan bahan bakar.

2.3.2 Rancangan pengujian

Pengujian dilakukan sebanyak 40 kali. Faktor-faktor yang divariasikan adalah:

- Persentase biodiesel (0%, 5%, 10%, dan 20%)
- Beban (20 psi dan 30 psi)
- Putaran *flywheel* (1000 rpm, 1250 rpm, 1500 rpm, 1750 rpm, dan 2000 rpm)

2.3.3 Parameter kinerja mesin diesel

Parameter yang ditinjau untuk menganalisis kinerja mesin diesel adalah:

- Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

Parameter ini menyatakan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin dalam setiap jam untuk menghasilkan satu satuan daya. SFC dapat dihitung menggunakan persamaan 5, Yarsa [11]:

$$\mathrm{SFC} = \frac{\mathrm{mf}}{\mathrm{bp}} \tag{5}$$

dengan mf = laju aliran massa bahan bakar (kg/h); dan bp = daya keluaran (kW).

- Rasio udara – bahan bakar (AFR)

Parameter ini menyatakan perbandingan antara massa udara dan massa bahan bakar yang digunakan selama proses pembakaran. AFR dapat dihitung menggunakan persamaan 6, Yarsa [11]:

$$\mathrm{AFR} = \frac{\mathrm{ma}}{\mathrm{mf}} \tag{6}$$

dengan ma = laju aliran massa udara (kg/h); dan mf = laju aliran massa bahan bakar (kg/h).

- Efisiensi termal (η_{th})

Parameter ini menyatakan perbandingan antara besar energi panas yang diubah menjadi daya keluaran dengan besar energi panas yang masuk ke dalam ruang bakar. Nilai efisiensi termal dapat dihitung menggunakan persamaan 7, Yarsa [11]:

$$\eta_{th} = \frac{\mathrm{bp}}{\mathrm{mf\ x\ LHV}} \mathrm{\ x\ 100\%} \tag{7}$$

dengan bp = daya keluaran (kW); mf = laju aliran massa bahan bakar (kg/h); dan LHV = *Low heating value* bahan bakar (kJ/kg).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembuatan Biodiesel

Disediakan sampel sebanyak 10 kg biji kacang tanah kering tanpa kulit polong. Dilakukan proses pengeringan dengan cara menjemur sampel di bawah sinar matahari langsung selama 7 hari untuk mengurangi kadar air dan mengencerkan kadar minyak di dalam biji kacang tanah. Dilakukan ekstraksi menggunakan alat *press* dengan metoda pengempaan dingin sehingga diperoleh volume minyak sebanyak 1750 ml. Sedikitnya rendemen

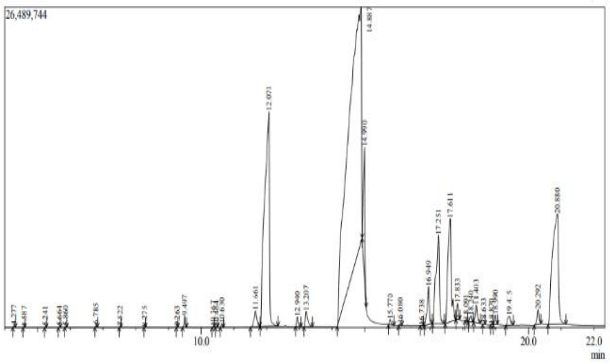
 https://doi.org/10.25077/xxxxx

minyak yang diperoleh dikarenakan metoda pengempaan dingin yang kurang efektif dan masih banyak minyak yang menempel di bungkil biji kacang tanah.

Setelah dilakukan proses *degumming*, minyak biji kacang tanah dititrasi dengan KOH dan indicator *phenolphthalein* untuk dihitung kadar asam lemak bebasnya (FFA). Diperoleh FFA sebesar 2,45%. Karena nilai FFA > 0,5%, maka perlu dilakukan proses esterifikasi. Minyak biji kacang tanah yang telah diproses esterifikasi dan transesterifikasi dicuci menggunakan aquadest hangat sebanyak 3 kali untuk membersihkan sisa kandungan gliserol. Diperoleh volume biodiesel bersih sebanyak 1450 ml.

3.2. Karakteristik Asam Lemak Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan dilakukan pengujian menggunakan alat *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GCMS) untuk mengetahui kandungan asam lemak. Diperoleh hasil berupa biodiesel dari minyak biji kacang tanah memiliki kandungan asam lemak paling banyak dalam bentuk *9-Octadecenoic Acid* atau asam oleat, *Hexadecenoic Acid* atau asam palmitat, dan *Docacenoic Acid* atau asam behenate. Grafik GCMS dan kandungan asam lemak dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 2.



Gambar 5. Grafik hasil GC-MS

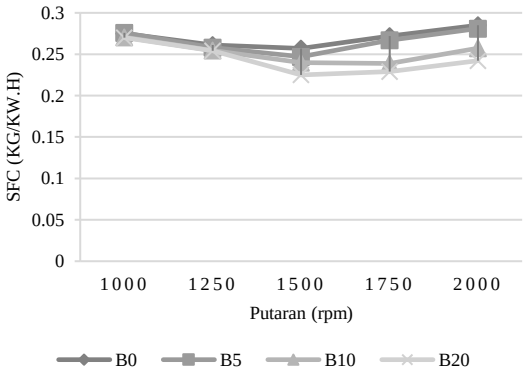
Tabel 2. Kandungan asam lemak

No.	Jenis Asam Lemak	Nilai (%)
1	Asam oleat	52,77
2	Asam palmitat	16,59
3	Asam behenate	10,63

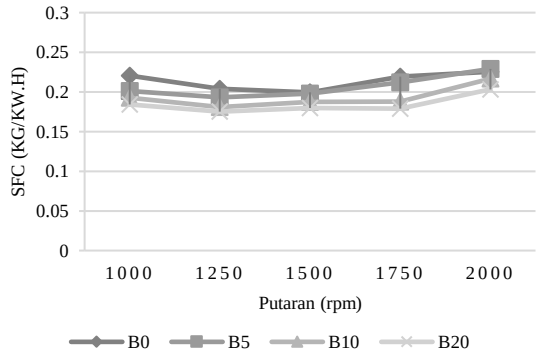
3.3. Pengujian kinerja mesin diesel

3.3.1 Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC)

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan campuran bahan bakar dalam bentuk B5, B10, B20, dan B0 sebagai pembanding. Beban diberikan sebesar 20 psi dan 30 psi pada putaran konstan 1000 rpm, 1250 rpm, 1500 rpm, 1750 rpm, dan 2000 rpm. Campuran bahan bakar digunakan sebanyak 50 ml untuk satu kali pengujian. Hasil pengujian diolah menjadi grafik perbandingan antara SFC dan putaran mesin dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. SFC vs Putaran (Beban 20 psi)



Gambar 7. SFC vs Putaran (Beban 30 psi)

Pada beban 20 psi, SFC terendah diperoleh pada penggunaan sampel B20 dengan putaran 1500 rpm yaitu sebesar 0,23 kg/kW.h. Sedangkan SFC tertinggi diperoleh pada penggunaan B0 dengan putaran 2000 rpm yaitu sebesar 0,285 kg/kW.h. Pada beban 30 psi, SFC terendah diperoleh pada penggunaan sampel B20 dengan putaran 1250 rpm yaitu 0,175 kg/kW.h. Sedangkan SFC tertinggi diperoleh pada penggunaan sampel B5 dengan putaran 2000 rpm yaitu sebesar 0,23 kg/kW.h. SFC dari seluruh sampel mengalami penurunan pada saat

putaran 1000 rpm menuju 1250 rpm dan 1500 rpm. Pada saat mesin berkerja dengan putaran yang rendah, yaitu pada putaran 1000 rpm, daya yang dihasilkan akan ikut rendah.

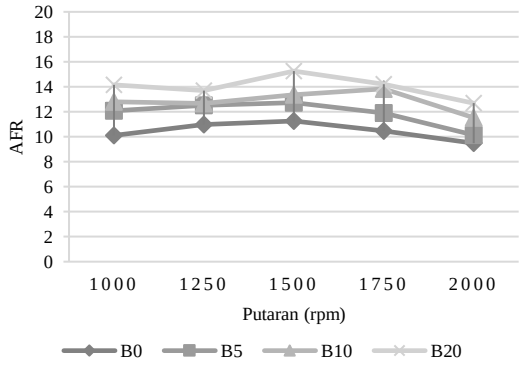
Dengan pemberian beban kepada mesin akan menyebabkan daya yang dapat digunakan akan berkurang. Sehingga pada akhirnya SFC akan tinggi. Pada saat putaran mesin sudah cukup tinggi, yaitu pada putaran 1250 rpm dan 1500 rpm, daya yang dihasilkan akan lebih tinggi pada beban yang sama. Hal inilah yang menyebabkan SFC dapat menurun.

SFC terus meningkat pada putaran 1500 rpm hingga 2000 rpm. Pada saat mesin berkerja dengan putaran yang meningkat, maka waktu yang tersedia untuk proses pembakaran akan semakin pendek. Waktu tersedia yang pendek ini akan menyebabkan sebagian bahan bakar tidak sempat untuk terbakar dan terbuang begitu saja. Hal inilah yang menyebabkan SFC akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya putaran mesin. Dari hasil pengujian dengan variasi putaran beban 20 psi dan 30 psi, dapat diketahui bahwa SFC menurun seiring dengan bertambahnya beban. Hal ini disebabkan karena pada beban yang lebih kecil, daya yang dihasilkan akan lebih kecil pula.

Setelah melakukan pengujian SFC dapat diketahui bahwa penggunaan bahan bakar campuran solar dan biodiesel memiliki nilai SFC yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan solar, terkhusus B10 dan B20. Sehingga penggunanan bahan bakar campuran solar dan biodiesel pada mesin diesel dapat lebih hemat.

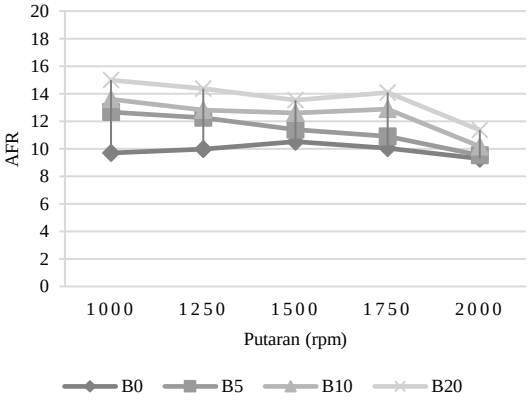
3.3.2 Rasio udara – bahan bakar (AFR)

AFR merupakan parameter penting yang perlu diketahui dikarenakan perbandingan massa udara dan bahan bakar sangat mempengaruhi proses pembakaran agar mesin dapat bekerja dengan efisiensi yang maksimal. Hal ini dikarenakan bahan bakar membutuhkan adanya udara (O_2) untuk dapat membantunya terbakar. AFR pada mesin diesel mencapai kondisi optimal apabila bernilai 16:1. Pada kondisi optimal inilah seluruh udara yang tersedia pada tahap kompresi akan dapat habis membakar seluruh bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Ketika nilai AFR melebihi kondisi ideal, maka campuran bahan bakar disebut terlalu miskin akibat kelebihan pasokan udara. Sedangkan ketika nilai AFR di bawah kondisi ideal, maka campuran bahan bakar disebut terlalu kaya akibat kelebihan pasokan bahan bakar. Hasil pengujian diolah menjadi grafik perbandingan antara AFR dan putaran mesin dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. AFR vs Putaran (Beban 20 psi)

Pada beban 20 psi, AFR terendah diperoleh pada penggunaan B0 dengan putaran 2000 rpm yaitu sebesar 9,49. Sedangkan AFR tertinggi diperoleh pada penggunaan sampel B20 dengan putaran 1500 rpm yaitu sebesar 15,26.



Gambar 9. AFR vs Putaran (Beban 30 psi)

Pada beban 30 psi, AFR terendah diperoleh pada penggunaan B0 dengan putaran 2000 rpm yaitu sebesar 9,28. Sedangkan AFR tertinggi diperoleh pada penggunaan sampel B20 dengan putaran 1000 rpm yaitu sebesar 14,99.

 https://doi.org/10.25077/xxxxx

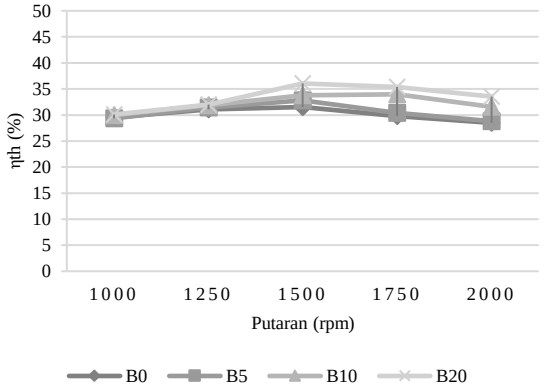
AFR dari seluruh sampel pada pengujian dengan variasi beban, putaran, dan campuran bahan bakar tidak ada yang mencapai nilai 16. Sehingga campuran bahan bakar memiliki kondisi yang terlalu kaya. Apabila campuran bahan bakar terlalu kaya justru tidak akan meningkatkan tenaga yang dihasilkan, melainkan akan menyebabkan adanya bahan bakar yang terbuang akibat tidak terbakar selama proses pembakaran atau disebut *unburnt fuel*. Hal ini dapat menyebabkan pemakaian bahan bakar yang boros, emisi gas buang yang terlalu berbahaya karena tingginya kandungan karbon (C), gas buang berwarna pekat, dan karbon yang menumpuk pada ruang bakar akan membentuk kerak yang dapat memicu terjadinya detonasi atau *engine knocking*.

Setelah melakukan pengujian AFR dapat diketahui bahwa walaupun AFR seluruh sampel lebih rendah dari kondisi optimal, penggunaan campuran solar dan biodiesel memiliki AFR yang paling mendekati kondisi optimal dibandingkan dengan penggunaan solar. Sehingga penggunaan campuran solar dan biodiesel pada mesin diesel dapat menghasilkan pembakaran yang lebih baik.

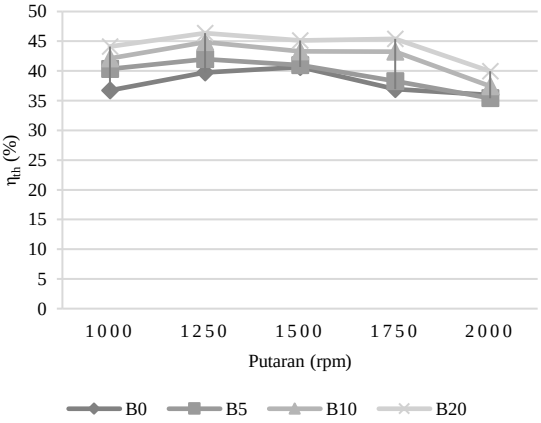
3.4. Efisiensi Termal (η_{th})

Nilai efisiensi termal dipengaruhi oleh panas yang diberikan oleh campuran bahan bakar pada saat proses pembakaran dan kerja mekanis yang dihasilkan. Panas yang diberikan oleh campuran bahan bakar dapat dilihat dari konsumsi bahan bakar sedangkan kerja mekanis yang dihasilkan dapat dilihat dari daya mesin. Sehingga nilai efisiensi termal akan dipengaruhi oleh perubahan konsumsi bahan bakar dan perubahan daya mesin. Hasil pengujian diolah menjadi grafik perbandingan antara nilai efisiensi termal dan putaran mesin dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.

Pada beban 20 psi, efisiensi termal terendah diperoleh pada penggunaan B0 dengan putaran 2000 rpm yaitu sebesar 28,49%. Sedangkan efisiensi termal tertinggi diperoleh pada penggunaan sampel B20 dengan putaran 1500 rpm yaitu sebesar 36,06%.



Gambar 10. Efisiensi termal vs Putaran (Beban 20 psi)



Gambar 11. Efisiensi termal, η_{th} vs Putaran (Beban 30 psi)

Pada beban 30 psi, efisiensi termal terendah diperoleh pada penggunaan sampel B5 dengan putaran 2000 rpm yaitu sebesar 35,41%. Sedangkan efisiensi termal tertinggi diperoleh pada penggunaan sampel B20 dengan putaran 1250 rpm yaitu sebesar 46,37%.

Berdasarkan hasil pengujian efisiensi termal yang telah dilakukan, diperoleh bentuk grafik yang berkebalikan dengan grafik SFC. Jika pada grafik SFC membentuk parabola terbuka ke atas, grafik efisiensi termal membentuk parabola terbuka ke bawah. Hal ini dikarenakan SFC berbanding terbalik dengan efisiensi termal. SFC akan turun disaat meningkatnya efisiensi termal yang menandakan bahwa semakin banyak bahan bakar yang dapat dikonversi selama proses pembakaran menjadi daya keluaran. Saat SFC meningkat, maka nilai efisiensi termal akan menurun yang

menandakan semakin banyak bahan bakar yang terbuang bersama gas sisa pembakaran karena tidak dapat dikonversi menjadi daya mesin pada saat proses pembakaran berlangsung di ruang bakar
Setelah melakukan pengujian efisiensi termal dapat diketahui bahwa penggunaan bahan bakar campuran solar dan biodiesel memiliki nilai efisiensi termal yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar murni, terkhusus B10 dan B20. Sehingga penggunaan bahan bakar campuran solar dan biodiesel pada mesin diesel dapat lebih hemat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan:

1. Biji kacang tanah dapat diolah menjadi bahan bakar biodiesel dengan penggunaan 10 kg biji kacang tanah menghasilkan 1450 ml biodiesel. Rendeman yang dihasilkan dipengaruhi oleh metoda esktraksi dan kadar asam lemak bebas di dalam minyak biji kacang tanah.
2. Biodiesel dari biji kacang tanah memiliki kandungan asam lemak terbanyak dalam bentuk asam oleat sebanyak 52,77%, asam palmitat sebanyak 16,59%, dan asam behenat sebanyak 10,63%.
3. Berdasarkan hasil pengujian kinerja mesin diesel, diketahui bahwa nilai konsumsi bahan bakar spesifik, rasio udara - bahan bakar, dan efisiensi termal terbaik diperoleh dengan penggunaan bahan bakar B20, sehingga B20 layak dijadikan bahan bakar pengganti solar yang lebih hemat dan menghasilkan pembakaran lebih baik

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak laboratorium Kimia Organik Bahan Alam, Jurusan Kimia, Universitas Andalas, Padang, atas bantuan fasilitas pembuatan biodisel, dan pihak laboratorium Bioteknologi Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang, atas bantuan pengujian sifat-sifat biodiesel menggunakan GC-MS

DAFTAR PUSTAKA

[1] Akhmad, Amir, "Study of Fuel Oil Supply and Consumption in Indonesia." *2018, International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 8, no. 4, pp. 13-20.

[2] M. Mahfud, "Biodiesel: Perkembangan Bahan Baku & Teknologi." Surabaya: CV. Putra Media Nusantara (PMN), 2018.

[3] I. Aziz, "Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas., *2010*, " *Jurnal Kimia Valensi*, vol. 1, no. 6.

[4] D.A Setyawhardhani, S. Distantina, H. Henfiana, A.S. Dewi, "Peningkatan Kualitas Biodiesel dari Asam Lemak Jenuh Minyak Biji Karet dengan Proses Hidrolisis." *2010, Jurnal Ekuilibrium*, vol. 9, no. 2, pp. 47-50.

[5] S. Risnoyatiningsih, "Biodiesel From Avocado Seeds by Transesterification Process." *2010, Jurnal Teknik Kimia*, vol. 5, no. 1.

[6] A.S. Adekunle, J.A.O. Oyekunle, O.R.O Obisesan, O. S. O., Ojo,. "Effects of degumming on biodiesel properties of some non-conventional seed oils.", 20161, *Journal Energy Report*, vol. 2, pp. 188-193.

[7] E. G. S. Junior, E. Simionatto, V. H. Perez, O. R. Justo, N. A. H. Zarate, Md. C. Viera, "Potential of Virginia-type peanut (Arachis hypogaea L.) as feedstock for biodiesel production." 2016, *Journal Industrial Crops and Products*, vol. 89, pp. 448-454.

[8] N. Aqhilla, E. Saputra, A. Fadli, "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Nyamplung dengan Menggunakan Katalis Basa Na2SiO3/Fe3O4", *2017, Jurnal JOM FTEKNIK*, vol. 4, no. 2.

[9] M. Nazim. "Pembuatan Biodiesel Minyak Kacang Tanah Dengan Katalis NaoH Dan Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Diesel Statis." , Universitas Trisakti, 2018.

[10] Sitorus, B.T., Ariani, F., Lubis, Z. (2018). "Efek Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Kedelai terhadap Emisi Gas Buang dan Temperatur Ruang Bakar Mesin Diesel." Journal SIMETRIS, vol. 9.

[11] M. Y. Yarsa, "Performansi Mesin Diesel Memakai Bahan Bakar Campuran Minyak Diesel dengan Biodiesel Dari Biji Alpukat." Padang: Universitas Andalas, 2016.