

Biji Turi sebagai Bahan Baku Biodiesel

I Wayan Dana, I Wayan Bandem Adnyana dan I Gusti Bagus Wijaya Kusuma

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,
University of Udayana, Bukit Jimbaran, Badung, Bali, 80361, Indonesia
Phone: 62-361-703321, Fax: 62-361-701806
Email: wijaya.kusuma@me.unud.ac.id

Abstrak

Sumber energi minyak bumi semakin banyak eksplorasi sehingga keberadaannya semakin terancam dan harganya menjadi meningkat secara tajam. Hal ini dikarenakan minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Cadangan minyak bumi Indonesia hanya akan bertahan 10 tahun sampai 20 tahun, yang berarti tahun 2022 Indonesia bukan saja akan mengalami krisis energi, tapi juga akan menjadi negara pengimpor minyak bumi yang nilainya sekitar 130.000 juta liter per tahun. Serangkaian penelitian telah dilakukan terkait dengan upaya untuk membuat bahan bakar pengganti solar. Dimulai dari proses pencampuran minyak nabati ke dalam solar, pemanasan (optimasi) minyak nabati, hingga akhirnya pengolahan minyak nabati menjadi biodiesel. Penelitian ini akan membuat biodiesel dari biji turi, dimana biji turi diolah menjadi minyak turi terlebih dahulu dan kemudian dengan metoda transesterifikasi minyak turi tersebut diolah menjadi biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan selanjutnya diuji sifat fisikanya, agar bisa mendekati sifat fisika solar. Pengujian meliputi massa jenis, kekentalan, nilai kalor dan titik nyala dan titik bakar. Dari pengujian tampak bahwa biodiesel yang dihasilkan memiliki karakteristik yang menyerupai karakteristik solar, dengan massa jenis adalah 0,86 kg/liter, kekentalan kinematik sebesar 7,5 cS, titik nyala pada 67,2 °C dan nilai kalor sebesar 19.290 Btu/lb.

Kata kunci: Biji Turi, biodiesel, sifat fisika

1. Pendahuluan

Sumber energi utama yang digunakan di berbagai negara saat ini adalah minyak bumi, dimana karena semakin banyak eksplorasi yang dilakukan maka keberadaannya semakin terancam dan harganya telah meningkat secara tajam. Hal ini dikarenakan minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Sejak lima tahun terakhir Indonesia mengalami penurunan produksi minyak nasional yang disebabkan menurunnya cadangan minyak pada sumur-sumur yang berproduksi secara alamiah (*natural decline*). Di sisi lain, pertambahan jumlah penduduk telah meningkatkan kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri, yang berakibat pada meningkatnya kebutuhan konsumsi bahan bakar minyak secara nasional.

Secara keseluruhan, konsumsi bahan bakar minyak nasional selama tahun 2004 mencapai 61,6 juta kilo liter, dengan rincian 16,2 juta kilo liter premium, 11,7 juta kilo liter minyak tanah, 28 juta kilo liter minyak solar, dan 5,7 juta kilo liter minyak bakar. Tetapi, kemampuan produksi bahan bakar minyak dalam negeri hanya sekitar 44,8 juta kilo liter per tahun, sehingga sebagian kebutuhannya harus di impor dari luar negeri, yang berdampak terhadap terkurasnya devisa negara untuk mensubsidi harga bahan bakar minyak dalam negeri.

Kebutuhan minyak solar dari tahun ke tahun semakin meningkat, karena minyak solar banyak digunakan sebagai bahan bakar berbagai jenis alat transportasi yang menggunakan mesin diesel, antara lain sebagai penggerak mobil, motor, alat transportasi laut (kapal laut dan perahu), bahan bakar berbagai jenis peralatan pertanian (traktor dan alat pembajak), bahan bakar berbagai jenis peralatan berat dan pesawat pengangkat (excavator, crane, dll), bahan bakar berbagai jenis peralatan bengkel, sebagai bahan bakar penggerak generator pembangkit tenaga listrik, dan masih banyak lagi yang lainnya.

Berdasarkan fakta di atas terlihat bahwa produk minyak bumi yang paling banyak dikonsumsi adalah minyak solar dikarenakan penggunaannya yang sangat luas pada bidang industri maupun transportasi, sehingga membuka peluang penggunaan energi terbarukan pengganti minyak solar dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan pemanfaatan minyak nabati.

Pengembangan biodiesel juga didukung oleh pemerintah dengan diluncurnyanya Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak, serta dengan diterbitkannya Instruksi Presiden No. 1

Tahun 2006 tertanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*). Penempatan energi alternatif khususnya bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai instrumen penting dalam perencanaan dan pengembangan energi nasional tidak sebatas untuk mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil, tetapi juga berfungsi sebagai penyerap tenaga kerja, mengurangi tingkat kemiskinan, sekaligus akan memperkuat ekonomi nasional, serta memperbaiki lingkungan.

Serangkaian penelitian telah dilakukan di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana terkait dengan upaya untuk membuat bahan bakar pengganti minyak solar. Tahun 1993 dimulai dengan proses pencampuran minyak nabati ke dalam minyak solar, kemudian pemanasan minyak nabati dalam mesin diesel, hingga akhirnya pengolahan minyak nabati menjadi biodiesel. Biodiesel yang dibuat pertama kali adalah menggunakan minyak nabati dengan bahan kelapa sawit, kemudian penelitian dilanjutkan dengan menggunakan minyak jelantah, minyak kemiri, minyak camplung dan minyak alpukat. Berdasarkan penelitian tersebut, terlihat bahwa minyak nabati mampu menghasilkan prestasi kerja yang baik sebagai pengganti minyak solar, seperti disajikan dalam Tabel I.

Tabel I. Data Perbandingan Sifat Fisik Biodiesel dari bahan baku Biji Jarak, Nyamplung, Kemiri, dan Alpukat pada Penelitian Sebelumnya

Sifat Fisik	Satuan	Biodiesel				Solar
		Jarak	Nyamplung	Kemiri	Alpukat	
Massa Jenis	Kg/lt	0,893	0,812	0,838	0,839	0,8382
Spesific Gravity	-	0,898	0,816	0,843	0,843	0,842
Viscositas Kinematik (100 °F)	cS	7,54	20,99	20,21	22,43	3,15
Viscositas Kinematik (158 °F)	cS	5,1	7,70	8,59	8,74	1,85
Indeks Viscositas	-	261,93	192,24	193,20	190,15	166,7
Flash Point	° C	67,2	42	61	61	63,4
Fire Point	° C	-	50	66	52	-
Nilai Kalor	BTU/lb	19.289	19.920	19.701	18.599	19.704

Salah satu alternatif untuk diuji sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak dari biji turi. Pohon turi umumnya ditanam di pekarangan sebagai tanaman hias, di tepi jalan sebagai pohon pelindung, atau ditanam sebagai tanaman pembatas pekarangan. Tetapi biji turi yang sudah matang (kering) jarang sekali dimanfaatkan bahkan sering terbuang percuma, padahal kandungan asam lemak tak jenuh (yang diubah menjadi *metil/ etil ester*) pada minyak biji turi sangat tinggi yaitu 79.6 %, sedangkan kandungan asam lemak jenuhnya hanya 17.5 %. Dari hal tersebut di atas serta melihat krisis energi yang terus melanda Indonesia, penulis tertarik untuk membuat dan meneliti biji turi sebagai bahan baku biodiesel.

Untuk mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengganti minyak solar, maka akan dilakukan penelitian yang intensif terhadap sifat fisika biodiesel ini. Pengujian sifat fisika dimulai dari pengujian pada minyak turi, dan setelah diketahui karakteristik dari minyak turi tersebut dilanjutkan dengan proses transesterifikasi dengan penambahan reaksi kimia yang berupa alkohol (*methanol*) dan katalis pada suhu dan waktu tertentu. Penambahan methanol pada minyak nabati itu sendiri bertujuan untuk menurunkan viskositas dan titik nyala (*flash point*) minyak nabati yang lebih tinggi dari solar, sehingga dengan penambahan methanol dan katalis akan didapatkan sifat-sifat fisika dari minyak nabati yang mendekati sama dengan solar. Katalis yang bisa digunakan adalah NaOH (*Sodium hidroksida*) atau KOH (*Potassium Hidroksida*). Penambahan katalis dimaksudkan agar reaksi antara methanol dan minyak nabati dapat berlangsung dengan baik, dan tidak ada molekul minyak nabati yang tertinggal (tidak bereaksi).

Makalah ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik fisik dari minyak turi yang meliputi rapat massa, *specific gravity*, viskositas, titik nyala (*flash point*), dan nilai kalor bakar yang akan digunakan sebagai biodiesel; prosedur pembuatan biodiesel dari minyak turi yang meliputi

perbandingan komposisi yang tepat antara minyak turi dan *methanol* agar menghasilkan biodiesel memiliki karakteristik fisik yang sama dengan minyak solar; menganalisa sifat fisika biodiesel yang meliputi massa jenis, *specific gravity*, viskositas, titik nyala (*flash point*), dan nilai kalor bakar serta membandingkan dengan minyak solar dan biodiesel lainnya (biodiesel jarak, nyamplung, kemiri, dan alpukat).

2. Metodologi, Hasil dan Pembahasan

Proses transesterifikasi adalah proses dengan menggunakan alkohol (*methanol* atau *ethanol*) dan katalis seperti halnya sodium hidroksida (*NaOH*) atau potassium hidroksida (*KOH*), untuk mengubah molekul-molekul asam lemak tak jenuh dalam minyak turi menjadi asam lemak jenuh yang terdiri atas *metil* atau *etil ester* dan gliserol. Pada minyak turi komposisi asam lemak tak jenuh adalah sekitar 79,6% sedangkan asam lemak jenuhnya hanya 17,5%. Secara rerata, berat molekul dari minyak turi adalah sekitar 270 - 290 gram/mol.

Minyak turi mengandung unsur trigliserida, yang merupakan senyawa antara ester dari asam karboksilat suku tinggi dengan gliserol. Melihat komposisi kimia dari asam lemak tak jenuh yang sedemikian besar tersebut, proses transesterifikasi minyak turi akan memerlukan waktu yang panjang.

Proses transesterifikasi minyak turi memerlukan bahan – bahan sebagai berikut:

Bahan-bahan:

- Minyak turi : ± 1 liter
- *Methanol* (CH_3OH) : ± 125 ml
- *Potassium Hidroksida* (*KOH*) sebagai katalis : ± 4,9 gram.

Peralatan yang digunakan:

- Beker 1000 ml: 1 buah
- *Elenmeyer* 250 ml: 1 buah
- Gelas ukur: 1 buah
- Pemanas Listrik/kompor listrik
- Timbangan digital
- *Piknometer* (untuk uji *massa jenis*)
- Alat Uji Viskositas (*Saybolt-Viscometer*)
- Alat Uji *Flash Point*
- Buret

Metode

Proses pembuatan minyak turi dilakukan sebagai berikut:

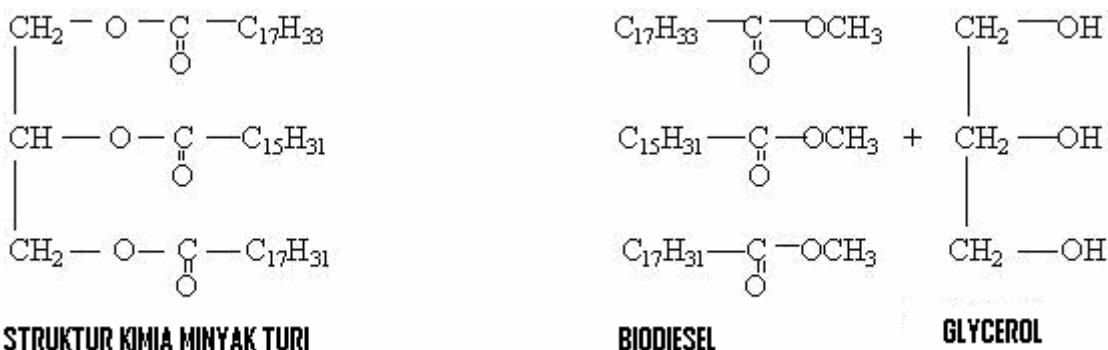
1. Ambil biji turi yang sudah kering.
2. Hancurkan biji turi sampai halus.
3. Campurkan biji turi yang sudah halus tadi dengan air, dengan perbandingan: 1 kg turi : 5 liter air
4. Aduk campuran tadi hingga ada butir-butir minyak yang keluar.
5. Panaskan campuran tadi dengan temperatur 70° C.
6. Tahan temperatur konstan di 70° C hingga terbentuk minyak turi.
7. Pisahkan (*separation*) minyak turi dari campuran, sehingga diperoleh minyak turi kasar.
8. Panaskan kembali minyak turi kasar tadi sampai temperatur 100° C, untuk menghilangkan sisanya air yang mungkin masih terkandung di dalam minyak turi tadi. Sehingga diperoleh minyak turi dengan konsentrasi 100%.
9. Dinginkan minyak turi dengan konsentrasi 100 % tersebut selama 8 jam untuk mendapatkan minyak turi dengan kualitas yang lebih baik.

Proses transesterifikasi minyak turi dilakukan sebagai berikut:

1. 1 liter minyak turi, 125ml methanol dan 4,9 gram *potassium hidroksida* (katalis) disiapkan

2. Minyak turi dituangkan ke dalam beker 1000 ml dan dipanaskan sampai suhu 130 °C selama ± 10 menit untuk menghilangkan kadar air yang terkandung, setelah itu didinginkan.
3. 125 ml methanol dicampur dengan 4,9 gram *potassium hidroksida* dalam *elenmeyer* 250 ml, kemudian diaduk perlahan selama ± 15 menit untuk membuat larutan *potassium methoxide*.
4. Minyak turi dipanaskan kembali sampai suhu 45-55 °C dan diaduk perlahan.
5. Campuran *potassium methoxide* ditambahkan ke dalam minyak turi yang dihangatkan.
6. Kemudian aduk perlahan selama ± 30 menit dan jaga temperatur tetap konstan, sampai larutan berubah warna, dimana warna kuning keemasan berada di atas dan coklat muda di bawah, lalu diamkan selama 1 malam.
7. Keesokan harinya didapatkan biodiesel dengan warna coklat terang di bagian atas dan *glycerol* berwarna coklat agak gelap di bagian bawahnya, kemudian pisahkan biodiesel dan *glycerol*.
8. Kualitas biodiesel yang didapat diuji yang meliputi: massa jenis, specific gravity, viskositas dan titik nyala (*flash point*) dan titik bakar (*fire point*).

Secara kimiawi, transesterifikasi berarti mengambil molekul asam lemak kompleks dari minyak turi, menetralkan asam lemak tak jenuhnya untuk menghasilkan *alcohol-ester*. Hal ini dipercepat dengan penambahan methanol dan katalis. Penggunaan katalis *potassium hidroksida* dalam *alcohol-ester* akan membentuk *potassium methoxide*, sedangkan katalis *sodium hidroksida* dalam *alcohol-ester* akan membentuk *sodium methoxide*. Selanjutnya minyak turi dicampur dengan *potassium methoxide* ataupun *sodium methoxide* yang mana akan membentuk gliserol di bagian bawah (mengendap) dan metil/etil-ester (biodiesel) yang mengapung dibagian atasnya. Karena kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak turi sangat tinggi, maka pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak turi memerlukan waktu yang cukup panjang dan proses yang berulang - ulang. Prinsip proses transesterifikasi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Reaksi transesterifikasi minyak Turi

Beberapa hal yang harus diperhatikan agar proses transesterifikasi berjalan dengan cepat dan memperoleh kualitas biodiesel yang baik, yakni sebagai berikut:

1. Perbandingan minyak dan Methanol

Perbandingan antara minyak turi dan methanol haruslah tepat. Terlalu banyak methanol yang dipakai akan menyebabkan biodiesel yang dihasilkan mempunyai viskositas yang terlalu rendah dibandingkan dengan solar. Methanol yang terlalu banyak juga akan menyebabkan titik nyala biodiesel akan turun karena pengaruh sifat dari methanol yang mudah terbakar. Sebagai patokan perbandingan, untuk 0,5 liter minyak turi maka diperlukan 100 ml methanol. Sebagai desain awal, untuk mengetahui perkiraan komposisi minyak turi dan methanol yang dibutuhkan dapat ditentukan dengan menggunakan reaksi kesetimbangan massa (stoikiometri) unsur-unsur kimia penyusunnya. Berdasarkan pada Gambar di atas, apabila digunakan 1 liter minyak turi dengan massa 880 gram maka diperlukan methanol sebanyak $(880/857,35) \times (96,126)$ gram = 98,67 gram

2. Katalis yang digunakan

Katalis yang bisa digunakan adalah *sodium hidroksida* (NaOH) atau *potassium hidroksida* (KOH). Katalis bersifat higroskopik (menyerap air dari atmosfer). Agar diperoleh katalis yang segar, katalis disimpan dalam kotak yang tertutup rapat. Katalis juga menyerap CO₂ dari atmosfer dan menjadi karbonat jika tidak disimpan dengan benar.

3. Massa katalis yang diperlukan

Katalis yang digunakan haruslah tepat jumlahnya, agar didapatkan kualitas biodiesel yang bagus. Terlalu banyak katalis yang digunakan akan membuat ekstra sabun pada biodiesel yang dihasilkan, dan bisa menyebabkan reaksi kimia tidak berlangsung dengan baik. Sabun yang terlalu banyak pada biodiesel akan menyebabkan terbentuknya jelly yang menggumpal. Namun, terlalu sedikit katalis yang digunakan menyebabkan sebagian minyak tertinggal dan tidak bereaksi. Dari hasil penelitian yang dilakukan ditemukan bahwa untuk 1 liter minyak turi memerlukan sekitar 3,5 gram sodium hidroksida (NaOH) atau 4,9 potassium hidroksida. Jumlah yang diperlukan jika menggunakan KOH ladaalah lebih banyak, karena KOH tidak sekuat NaOH. Jenis minyak yang berbeda memerlukan jumlah katalis yang berbeda, karena hal ini berhubungan dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang ada pada minyak turi. Makin tinggi kandungan asam lemak tak jenuhnya maka diperlukan lebih banyak katalis untuk menetralkan kandungan asam lemak tak jenuh tersebut.

4. Kandungan air dalam minyak turi

Kandungan air dalam minyak harus dihilangkan, karena bisa menyebabkan biodiesel yang dihasilkan memiliki kandungan air yang tinggi. Kadar air yang tinggi merupakan penyebab terjadinya korosi dan keausan pada sistem pompa bahan bakar pada mesin diesel. Untuk menghilangkan kadar air dalam minyak turi yang digunakan bisa dilakukan dengan cara memanaskan minyak sampai 254 °F (130°C) selama ± 10 menit, kemudian dibiarkan hingga dingin.

Dari proses pengolahan biji turi menjadi minyak turi dengan metode rendering, telah dihasilkan minyak turi sebanyak 1 liter dari bahan baku sebanyak 4 kg biji turi. Minyak turi yang dihasilkan berwarna kuning, kental, licin, dan tidak keruh saat didiamkan beberapa lama. Sifat fisika dari minyak turi disajikan pada Tabel II.

Tabel II. Data Perbandingan Sifat Fisik Minyak Turi dengan Minyak Solar

Sifat Fisik	Satuan	Minyak Turi	Solar
Massa Jenis	Kg/lt	0,9012	0,8382
Spesific Gravity	-	0,910	0,842
Viscositas Kinematik (100 °F)	cS	38,97	3,15
Viscositas Kinematik (158 °F)	cS	15,65	1,85
Indeks Viscositas	-	173,06	166,7
Flash Point	° C	121	63,4
Fire Point	° C	129,5	-
Nilai Kalor	BTU/lb	19.209	19,704

Berdasarkan karakteristik fisik minyak turi, tampak bahwa sifat fisik tersebut masih jauh bila dibandingkan dengan minyak solar. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pengolahan minyak turi menjadi minyak biodiesel, dengan proses transesterifikasi. Setelah itu, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian sifat-sifat fisik minyak biodiesel yang meliputi massa jenis, *specific gravity*, kekentalan kinematika, titik nyala dan titik bakar dan nilai kalor. Hasil pengujian biodiesel tersebut dibandingkan dengan sifat-sifat fisika solar yang ada di pasaran. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel III.

Tabel III. Data Perbandingan Sifat Fisik Biodiesel dari Minyak Turi dengan Minyak Solar

Sifat Fisik	Satuan	Turi	Solar
Density	Kg/lt	0,8384	
Spesific Gravity	-	0,847	0,8382
Viscositas Kinematik (100 °F)	cS	7,36	0,842
Viscositas Kinematik (158 °F)	cS	3,25	3,15
Indeks Viscositas	-	87,77	1,85
Flash Point	° C	51	166,7
Fire Point	° C	56,25	63,4
Nilai Kalor	BTU/lb	19.672	-
			19,704

Berdasarkan pada data pengujian yang disajikan di Tabel III, tampak dengan jelas bahwa proses transesterifikasi pada minyak turi akan menghasilkan bahan bakar biodiesel dengan kualitas baik. Data perbandingan sifat fisika dari minyak turi terhadap solar dapat diketahui bahwa minyak turi memiliki massa jenis yang lebih besar dibandingkan dengan solar. Dengan massa jenis yang lebih besar tersebut akan berpengaruh pada besarnya *specific gravity*, dimana semakin besar massa jenis semakin besar pula *specific gravity* minyak turi tersebut. Berat bahan bakar atau *specific gravity* memegang peranan yang sangat penting dalam hal nilai kalor bahan bakar, titik nyala dan viskositasnya. *Specific gravity* yang terlalu tinggi akan menyebabkan viskositas yang terlalu tinggi dan titik nyala yang terlalu tinggi sehingga menimbulkan masalah, seperti atomisasi yang rendah (jika viskositas terlalu tinggi) dan bahan bakar sulit untuk menyala (jika titik nyala tinggi). Sesuai teori pembakaran pada mesin diesel, bahwa semakin tinggi titik nyala maka bahan bakar semakin sulit terbakar. Sebaliknya semakin mudah bahan bakar untuk terbakar berarti titik nyalanya menurun dan bahan bakar yang dibakar pada ruang bakar akan efektif dan efisien. Dengan demikian, penurunan titik nyala akan dapat memperpendek *delay periode* sehingga bahan bakar akan tepat terbakar saat torak mencapai TMA pada akhir langkah kompresi. Pemakaian biodiesel dari minyak turi ini akan mempersingkat *delay periode*, sehingga bahan bakar tepat terbakar di TMA. Panas dan tekanan yang timbul diharapkan dapat memberikan kerja yang maksimal saat torak bergerak ke TMB pada langkah kerja. Berdasarkan pada hal tersebut, maka minyak turi sangat baik untuk digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, yang meskipun viskositasnya masih sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan solar, namun dapat memberi efek pelumasan yang baik bagi mesin itu sendiri.

Berdasarkan Tabel III diatas dan membandingkannya dengan Tabel I, maka jika dilihat dari segi *spesific gravity* nya biodiesel jarak memiliki spesific gravity paling besar dibandingkan dengan solar dan biodiesel lainnya, sedangkan biodiesel nyamplung memiliki *spesifik gravity* yang paling rendah, mengakibatkan nilai kalor yang dihasilkan oleh biodiesel nyamplung ini paling besar. Akan tetapi harga viskositas dari biodiesel nyamplung ini sangat besar (20,99 cS) sehingga hal ini akan berpengaruh kurang baik terhadap kerja pompa dan injeksi bahan bakar mesin diesel, yang mana dapat mengakibatkan mesin sulit di start pada kondisi dingin serta mengasilkan asap yang lebih tebal pada gas buangnya.

Biodiesel turi memiliki viskositas yang paling rendah dan paling mendekati viskositas dari minyak solar meskipun tetap lebih tinggi (7,36 cS), sehingga biodiesel ini cocok di aplikasikan sebagai pengganti minyak solar, mengingat mesin diesel dituntut untuk berpelumas tinggi. Jika dilihat dari segi titik nyala nya biodiesel minyak turi paling mendekati titik nyala minyak solar. Sedemikian juga dengan nilai kalor biodiesel dari minyak turi yang sangat mendekati nilai kalor dari minyak solar, sehingga energi yang dilepaskan pada saat pembakaran bahan bakar setara di antara keduanya. Meskipun mesin diesel dituntut untuk berpelumas yang tinggi tetapi *viskositas* dari biodiesel kemiri ini sangat jauh dari standar *viskositas* minyak solar dan dapat menghasilkan kerak pada proses pembakaran. Apabila ditinjau dari segi *indeks viskositas* nya maka biodiesel jarak yang paling baik, karena *indeks viskositas* nya paling tinggi sehingga biodiesel jarak ini lebih dapat bertahan terhadap perubahan temperatur daripada minyak solar ataupun biodiesel lainnya. Jadi berdasarkan Tabel III dan I diatas dan berdasarkan spesifikasi bahan bakar mesin diesel, maka biodiesel dari minyak turi sangat berpotensi sebagai alternatif pengganti minyak solar, karena kemampuan menyala dan kekentalan yang paling rendah. Berdasarkan hasil ini, maka biodiesel dari minyak turi diduga juga akan menghasilkan unjuk kerja pemakaian bahan bakar yang paling rendah.

3. Kesimpulan

Berdasarkan atas data dari hasil penelitian terhadap pengolahan biji turi menjadi minyak turi dengan proses rendering, yang selanjutnya dilakukan pengolahan minyak turi menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Melalui proses rendering, dengan 4 kg biji turi akan dapat menghasilkan kurang lebih 1 liter minyak turi.
2. Pengubahan minyak turi menjadi biodiesel dilakukan melalui proses transesterifikasi dengan perbandingan setiap 1000 ml minyak turi dicampurkan 100 ml methanol dan 4,9 gram KOH akan diperoleh biodiesel yang sifat-sifat fisikanya mendekati sifat fisika solar. Proses transesterifikasi dari minyak turi mampu mengubah senyawa kimia penyusunnya menjadi bahan bakar pengganti minyak solar.
3. Biodiesel dengan perbandingan seperti diatas memiliki sifat fisika yang hampir sama atau pada interval sifat – sifat fisika solar, sebagai berikut :
 - Massa jenis = 0,8384 kg/ltr
 - *Specific gravity* = 0,847
 - Kekentalan (100° F) = 7,36 cS
 - Kekentalan (158° F) = 3,25 cS
 - Indeks Viscositas = 87,77
 - Titik nyala = 51° C
 - Titik bakar = 56,25° C
 - Nilai kalor = 19.672 BTU/lbS

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, S.A., 1979, *Ilmu Kimia “Pengetahuan Berlandaskan Percobaan”*, Cetakan Ke 10, Angkasa Bandung, Jawa Barat.
2. Brady, J.E., 1993, *Chemistry “The Study Of Matter and Its Changes”*, John Wiley and Sons Inc., United States of America.
3. Housecroft, E.C., 1998, *Chemistry “An Integrated Approach”*, Addison Wesley Longman Limited, London, England.
4. Mursanti,Erina, 2007, Proses Produksi dan Subsidi Biodiesel Dalam Mensubtitusi Solar Untuk Mengurangi Ketergantungan Terhadap Solar, *Energy Natural Resource & Environment*, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.