

PENDAHULUAN

Perumusan Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan yang sangat besar. Salah satu sumber daya alam yang sangat besar adalah minyak bumi. Hal ini dapat dilihat dari keikutsertaan Indonesia dalam organisasi negara-negara pengekspor minyak OPEC (*Organization of Petroleum Countries*). Minyak bumi diperoleh dari pelapukan hewan dan tumbuhan renik yang terkubur pada dasar laut berjuta-juta tahun lalu atas senyawa-senyawa hidrokarbon.

Minyak bumi sangat dibutuhkan sebagai sumber energi dan pemanfaatannya dalam rangka mensejahterakan kehidupan manusia. Umumnya minyak bumi digunakan dalam proses industri, listrik dan transportasi. Salah satu sumber energi dari minyak bumi adalah diesel atau solar. Pemakaian minyak bumi cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini menyebabkan cadangan energi fosil semakin hari makin berkurang dan terjadi kelangkaan minyak bumi. Karena kondisi itulah para pakar energi memperkirakan bahwa energi fosil pada waktu tertentu akan habis terkonsumsi. Perkiraan yang ekstrem menyebutkan, minyak bumi akan habis jika dikonsumsi terus menerus selama 200 tahun.

Salah satu fraksi dari minyak bumi adalah minyak diesel atau minyak solar. Minyak diesel sebagai bagian dari minyak bumi, merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (Emmanuel Kofi Ackom, Jurgen Ertel, 2005). Minyak solar (*Automotive Diesel Oil*) mengalami perkembangan permintaan dan

mempunyai pertumbuhan yang tinggi bila dibandingkan dengan bahan bakar cair lainnya di Indonesia, dan yang mengkonsumsi minyak solar terbesar adalah sektor transportasi. Melihat kenyataan bahwa impor minyak solar juga yang tertinggi diantara impor bahan bakar minyak yang disebabkan keterbatasan produksinya, maka dilakukan telaah tentang kemungkinan mensubstitusi minyak solar dengan biodiesel yang berasal dari minyak jarak pagar.

Terkait dengan kebutuhan minyak kelangkaan minyak bumi khususnya diesel pada pasaran memicu harga yang tidak stabil. Sebagai jalan keluar, pemerintah menaikkan harga bahan bakar. Hal lain adalah tidak adanya kebijakan energi dalam menghadapi kelangkaan sumber daya minyak dan penggunaan sumber energi alternatif kurang mendapat dukungan sepenuhnya untuk diterapkan.

Pemanfaatan energi terbarukan merupakan bagian sangat penting dalam perencanaan energi nasional. Dengan semakin menipisnya cadangan energi fosil dan semakin meningkatnya kebutuhan bahan bakar, termasuk minyak diesel, pemikiran mengenai sumber energi yang terbarukan serta diversifikasi energi semakin berkembang. Di samping itu, dunia internasional saat ini juga sedang berlomba-lomba untuk mempergunakan bahan bakar yang ramah lingkungan dalam rangka mengimplementasikan komitmen Protokol Kyoto dan isu global mengenai CDM (*Clean Development Mechanism*).

Penelitian tentang sumber energi alternatif baru telah banyak dilakukan akan tetapi belum dioptimalkan dalam proses penerapannya. Berbagai contoh sumber energi alternatif telah ditemukan sebagai contoh yaitu energi dari sekam padi maupun energi yang dihasilkan dari biomassa. Salah satu jenis sumber energi baru dan terbarukan yang potensial dan perlu terus dikembangkan adalah biodiesel.

Terkait dengan penggunaan biodiesel telah banyak dikembangkan seperti minyak kelapa sawit, maupun minyak bunga matahari.

Eksistensi dari biodiesel memiliki peranan yang sangat penting dalam upaya penghematan ataupun sebagai substitusi dari minyak diesel. Biodiesel yang merupakan minyak nabati yang diperoleh dari tumbuhan memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Keistimewaan tersebut dapat dilihat dari aspek ramah lingkungan serta biaya yang relatif lebih murah jika dibandingkan dengan eksplorasi minyak bumi (S.Ratree, 2004).

Salah satu jenis tanaman yang banyak dijumpai, tanaman jarak memiliki potensi sebagai penghasil biodiesel. Disamping itu tanaman jarak memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan tanaman penghasil biodiesel lainnya. Berdasarkan penjelasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan suatu sumber energi alternatif berupa biodiesel yang memiliki banyak nilai lebih dibandingkan dengan biodiesel yang telah ada. Dalam hal ini adalah biodiesel dari tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas L*). Biodiesel yang dimaksudkan adalah minyak yang disintesis dari beberapa senyawa kimia induk yang terkandung oleh biji jarak. Senyawa-senyawa induk yang dimaksudkan tak lain adalah senyawa kimia yang berpotensi membangkitkan energi sebagai induk pembentukan biodiesel.

Bertolak dari penjelasan di atas, perumusan masalah dari penulisan ini dapat dikemukakan melalui pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Apa saja kandungan senyawa kimia pada biji jarak yang berpotensi sebagai pembangkit energi?
2. Bagaimana karakteristik fisik, dan kimia dari tiap-tiap senyawa sebagai zat aktif pembangkit energi?

3. Bagaimana pengolahan (senyawa-senyawa kimia pada) biji jarak menjadi biodiesel sebagai sumber energi alternatif?
4. Bagaimana pemanfaatan biodiesel dari biji jarak sebagai pembangkit energi?
5. Bagaimana keunggulan biodiesel dari jarak dengan sumber energi dari biodiesel lainnya?

Uraian Singkat

Biodiesel merupakan sumber energi alternatif pengganti solar. Biodiesel termasuk sumber daya alam terbarukan karena berasal dari tumbuh-tumbuhan. Biodiesel memiliki angka *cetane* yang lebih tinggi daripada solar, sehingga penggunaannya lebih .

Biodiesel merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, karena sisa pembakaran mesin yang menggunakan biodiesel menghasilkan emisi gas buang, asap dan partikel yang lebih rendah daripada solar. Selain itu dengan memproduksi dan menggunakan biodiesel dalam skala besar berarti membuka kemungkinan penanaman kembali lahan-lahan kritis sehingga menambah jumlah sumber penghasil oksigen dan mengurangi karbondioksida.

Penggunaan biodiesel dari biji tanaman jarak secara tidak langsung akan memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat Indonesia. Berupa lapangan kerja baru yang cukup menjanjikan.

Biodiesel dari tanaman jarak sangat cocok untuk di terapkan di Indonesia, karena bahan baku yang dapat disediakan dengan melimpah, dan juga tersedianya lahan-lahan kritis yang dapat menunjang produksinya.

Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penulisan gagasan ilmiah ini meliputi:

1. Untuk mengetahui senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam biji jarak yang berpotensi sebagai pembangkit energi
2. Untuk mengetahui karakter fisik dan kimia, serta fungsi spesifik dari tiap-tiap senyawa
3. Untuk Mengetahui efek dan dampak spesifik dari tiap-tiap senyawa induk pada sintesis minyak jarak sebagai biodiesel.
4. Untuk Mengetahui proses pengolahan senyawa induk menjadi minyak jarak sebagai bahan bakar berbasis biodiesel.
5. Untuk mengetahui tingkat efisiensi dan efektifitas biodiesel (dari minyak jarak) dengan bahan bakar lain.

Manfaat yang akan didapatkan dari penulisan karya ilmiah ini meliputi berbagai hal, diantaranya sebagai:

1. Sebagai bahan acuan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut mengenai karakteristik senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai pembangkit energi berbasis biodiesel guna menemukan sumber energi baru dan terbarukan.
2. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah untuk mengembangkan tanaman jarak pagar agar dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi alternatif sebagai langkah antisipasi terhadap kelangkaan minyak diesel pada pasaran dan penghematan energi.

3. Sebagai bahan informasi kepada masyarakat mengenai pendayagunaan minyak nabati dan mengurangi eksploitasi terhadap minyak bumi yang dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan.
4. Sebagai bahan pertimbangan pada pihak terkait untuk lebih memanfaatkan sumber-sumber nabati dan mengurangi eksploitasi terhadap minyak bumi yang dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan.

TELAAH PUSTAKA

Biodiesel merupakan bahan bakar ramah lingkungan yang sesuai dengan komitmen Protokol Kyoto dan Mekanisme Pembangunan Bersih (*Clean Development Mechanism*). Sebagai bahan bakar alternatif, biodiesel berasal dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai solar atau minyak diesel. Beberapa sumber bahan baku biodiesel adalah kelapa sawit, bunga matahari (*Helianthus annuus*), dan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*).

Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*) yang dalam bahasa Inggris bernama 'Physic Nut' berasal dari daerah tropis Amerika Tengah, tepatnya di bagian selatan Meksiko, meskipun ditemukan pula keragaman yang cukup tinggi di daerah Amazon. Penyebaran ke Afrika dan Asia diduga dilakukan oleh para penjelajah Portugis dan Spanyol berdasarkan bukti-bukti berupa nama setempat. Masyarakat Indonesia telah mengenal tanaman ini sejak jaman penjajahan Jepang. Buahnya berbentuk elips dengan panjang satu inci, memiliki dua hingga tiga biji. Umur tanaman ini bisa mencapai 50 tahun. (H. Baur , V. Meadu, M. Van N, B.Swallow, 2007).

Tanaman Jarak banyak dijumpai sebagai pagar pekarangan, juga digunakan sebagai obat serta penghasil minyak lampu. Menurut E.M. Aregheore, Harinder P S M, dan K Becker (1997) Minyak jarak pagar dipilih sebagai bahan baku biodiesel karena (a) sifat fisika-kimia nya sesuai dengan sifat bahan baku untuk memproduksi biodiesel, (b) minyak jarak tidak termasuk minyak pangan, (c) tanaman jarak dapat tumbuh baik di lahan kering/kritis sehingga berpotensi mengubah lahan kritis menjadi lahan yang produktif. Selain memiliki persentase minyak yang besar, pengolahan biodiesel dari biji jarak memberikan harapan baru

pada pengembangan agribisnis. Disamping untuk menunjang usaha konservasi lahan, tanaman Jarak akan memberikan solusi pada pengadaan Biodiesel sekaligus membuka kesempatan bagi penambahan lowongan pekerjaan dan pendapatan petani.

Biji jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) berdasarkan unsur kimia yang dimiliki C, H dan O memiliki kadar minyak yang sangat tinggi dengan asam lemak tak jenuh 90% (Oladele Ebun-Oluwa P dan Oshodi A A,2008). Table 1: menunjukkan prosentasi minyak dan lemak dari *jatropha curcas* (sumber: Adebawale and Adediran,2006).

Biji jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) berdasarkan unsur kimia yang dimiliki C, H dan O memiliki kadar minyak yang sangat tinggi dengan asam lemak tak jenuh 90% (Oladele Ebun-Oluwa P dan Oshodi A A,2008). Table 1: menunjukkan prosentasi minyak dan lemak dari *jatropha curcas* (sumber: Adebawale and Adediran,2006).

Tabel 1: Persentase minyak dan lemak dari *jatropha curcas*
(sumber: Adebawale and Adediran,2006).

Komposisi	Persentase
<i>Oil</i>	66.4
<i>Unsaponifiable</i>	3.8
<i>Hydrocarbons/sytereo ester</i>	4.8

Komposisi	Persentase
<i>Triacycerols</i>	88.2
<i>Free fatty acid</i>	3.4
<i>Diacylglycerols</i>	2.5
<i>Sterols</i>	2.2
<i>Monoacyglycerols</i>	1.7
<i>Polar lipids</i>	2.0

Minyak yang dihasilkan dari biji Jarak Pagar termasuk dalam minyak lemak (*fatty oil*). Minyak ini berwujud cairan bening berwarna kuning dan tidak menjadi keruh meski disimpan dalam waktu yang lama.

Menurut Rieska Wulandari (2005:1), minyak Jarak Pagar yang dihasilkan dari cangkang biji jarak memiliki komposisi kimia berupa lemak kasar 47,25 persen, protein kasar 24,60 persen, serat kasar 10,12 persen, kelembaban 5,5 persen, abu 4,50 persen dan karbohidrat 7,99 persen. Minyak ini juga memiliki kandungan iodin yang tinggi, yaitu 105,2 mg iodin/g. Biji jarak yang mengandung minyak kadar tinggi mudah untuk diekstraksi. Sementara itu kandungan asam lemak tak jenuh yang mencapai 90 persen sangat potensial untuk dijadikan pengganti minyak sawit dalam aplikasi nonpangan.

Minyak Jarak Pagar bisa digunakan untuk berbagai keperluan. Pertama, melalui thermal atau catalytic cracking akan dihasilkan gas, gasoline, kerosin dan diesel, yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Kedua, melalui esterifikasi transesterifikasi akan dihasilkan produk berupa biodiesel yang digunakan untuk pembangkit genset, kendaraan diesel dan kompor jarak pagar.

Untuk dapat memproduksi 1 kilo liter biodiesel dibutuhkan 150 liter metil alkohol, 1050 liter minyak jarak mentah, dan 3,8 Kg caustic potash. Minyak jarak diolah melalui beberapa tahapan yaitu trans esterifikasi, pemisahan dan penyulingan untuk menghasilkan biodiesel dengan cara pemanasan dan penambahan katalisator metil alkohol dan KOH. Biodiesel dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik pengganti dari minyak diesel pada PLTD, sebagai bahan bakar pada pabrik penggiling padi pada daerah pedesaan. Berdasarkan tinjauan ekonomi, minyak jarak yang dihasilkan memiliki peranan yang sangat besar dalam upaya menghemat devisa negara sebesar 12 trilyun rupiah dan meningkatkan pendapatan dan taraf hidup bagi masyarakat yang menanamnya. Hal ini karena cepat berbuah dalam usia 5 bulan produktivitas yang sangat tinggi mencapai 50 tahun, menggunakan teknologi yang lebih murah dan dapat digunakan secara langsung tanpa mencampur dengan minyak diesel ataupun etanol dan metanol serta tanpa merubah setting mesin diesel. Berdasarkan tinjauan lingkungan penggunaan minyak jarak sifatnya ramah lingkungan sehingga mendukung cita-cita perdagangan emisi karbon sejalan dengan komitmen Protokol Kyoto dan mekanisme pembangunan bersih (clean development Mechanism). Penanaman jarak dapat merehabilitasi lahan kritis, khususnya lahan yang kering sehingga dapat memajukan daerah dengan sumber daya alam yang termarginalkan.

Menurut Dody Hidayat (2005:1), dibandingkan dengan minyak solar, biodiesel memiliki angka cetane yang lebih tinggi dan daya lumas yang lebih baik. Minyak

jarak pagar memiliki angka setana 51 sedangkan solar 45. Angka setana (cetane rating) adalah tolak ukur kemudahan menyala/terbakar dari suatu bahan bakar di dalam mesin diesel. Semakin tinggi angka setane semakin aman emisi gas buangnya.

Gas buangan pada minyak jarak merupakan gas nabati sehingga akan diserap kembali oleh tumbuhan. Minyak jarak memiliki kandungan yang rendah pada kadar emisi gas sulfur (SO_x), nitrogen (NO_x), dan Karbon. Pembakaran pada biodiesel jarak bersifat sempurna sehingga tidak menghasilkan karbon monoksida (LIN Juan, YAN Fang, TANG Lin, CHEN Fang, 2003).

METODE PENULISAN

Tulisan dalam karya tulis ini bersifat kajian pustaka atau *library research*. Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif sehingga menunjukkan suatu kajian ilmiah yang dapat dikembangkan dan diterapkan lebih lanjut.

Adapun objek tulisan ini adalah potensi dari tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) sebagai penghasil biodiesel dalam rangka diversifikasi sumber energi alternatif. Sumber energi tersebut dapat diterapkan sebagai pengganti dari minyak diesel untuk mengurangi ketergantungan pada solar serta sebagai langkahantisipasi dari kelangkaan minyak diesel pada pasaran.

Teknik pengambilan data pada penulisan karya tulis ini dilakukan dengan dua cara. Yang pertama dengan mengambil data sekunder.

1. Observasi lapangan

Dititik beratkan pada inventarisasi tanaman jarak pagar. Tahap ini akan melaporkan tentang daerah atau lokasi yang dapat ditemukan jarak pagar, serta melihat potensi nyata tiap daerah akan kemungkinan pengembangan tanaman jarak pagar pada masa yang akan datang. Pada tahap ini diusahakan untuk menjumpai para pejabat yang dapat mengambil kebijaksanaan dalam penentuan perkembangan jarak pada masa yang akan datang. Diharapkan para respondent adalah Bupati atau Ketua Bappeda, serta instansi yang terkait dengan masalah tanaman dan minyak jarak, antara lain seperti Dinas Pertanian dan Perkebunan, serta Industri dan Perdagangan.

2. Penelitian pendahuluan

Meliputi berat 1000 biji jarak, kandungan minyak dan kadar airnya. Penentuan kandungan minyak menggunakan alat "soxhlet" dan kadar air menggunakan termogravimetri.

3. Pengolahan biji jarak menjadi minyak kasar

Sebelum dikempa dicoba juga dengan pemanasan awal, sehingga pengempaan dilakukan dengan pemanasan dan tanpa pemanasan. Pemanasan dilaksanakan pada suhu 70 - 80 °C. Setelah bahan dikempa, minyak yang tersisa dalam ampas diambil menggunakan pelarut organik. Pada cara ini bahan dimasukkan dalam tabung kemudian dituangkan pelarut. Setelah ampas dibuang, pelarut didistilasi untuk memperoleh minyak kasar.

4. Pemurnian minyak jarak

Pada tahap ini minyak kasar setelah ditentukan kandungan asam lemak bebasnya, lantas dihidratasi untuk membuang getah atau "gum" serta fosfolipida dalam minyak. Proses ini biasanya disebut "degumming".

5. Percobaan pembuatan biodiesel dari minyak jarak

Pada proses ini minyak murni atau trigliserida minyak jarak pagar direaksikan dengan methanol atau ethanol yang telah diberikan senyawa alkali (NaOH) sebagai katalisator. Minyak dipanasi pada suhu 40; 60 dan 80 °C, kemudian dicampur dengan metanol/etanol sebanyak 30 dan 40% dari banyaknya minyak. Metanol dan etanol.

Setelah dilakukan pengumpulan data informasi, semua hasil diseleksi untuk mengambil data dan informasi yang relevan dengan masalah yang dikaji.

Untuk menyajikan masalah yang akan dibahas, maka dalam tulisan ini penyajian dibagi atas tiga pokok bahasan, yaitu:

1. Analisis sistem pengolahan biji jarak pagar untuk menghasilkan biodiesel sebagai sumber energi alternatif.
2. Pemanfaatan biodiesel yang dihasilkan oleh tanaman jarak pada aspek kehidupan masyarakat.
3. Analisis keunggulan yang dimiliki tanaman jarak dibandingkan dengan sumber energi alternatif biodiesel lainnya. Pada bagian ini dibagi dalam dua sub pokok bahasan yaitu tinjauan ekonomi dan tinjauan lingkungan dan kaitannya dengan kesehatan.

ANALISIS DAN SINTESIS

A. Pengolahan biji jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) menjadi Biodiesel

Biji jarak memiliki kadar minyak yang sangat tinggi sehingga mudah untuk diekstraksi. Minyak jarak dapat berfungsi sebagai bahan bakar diesel karena beberapa kandungan yaitu tersusun dari unsur-unsur C, H, dan O. Pada dasarnya proses pengolahan biji jarak menjadi minyak jarak dapat dilaksanakan secara manual maupun dengan memanfaatkan teknologi terapan yang lebih kompleks.

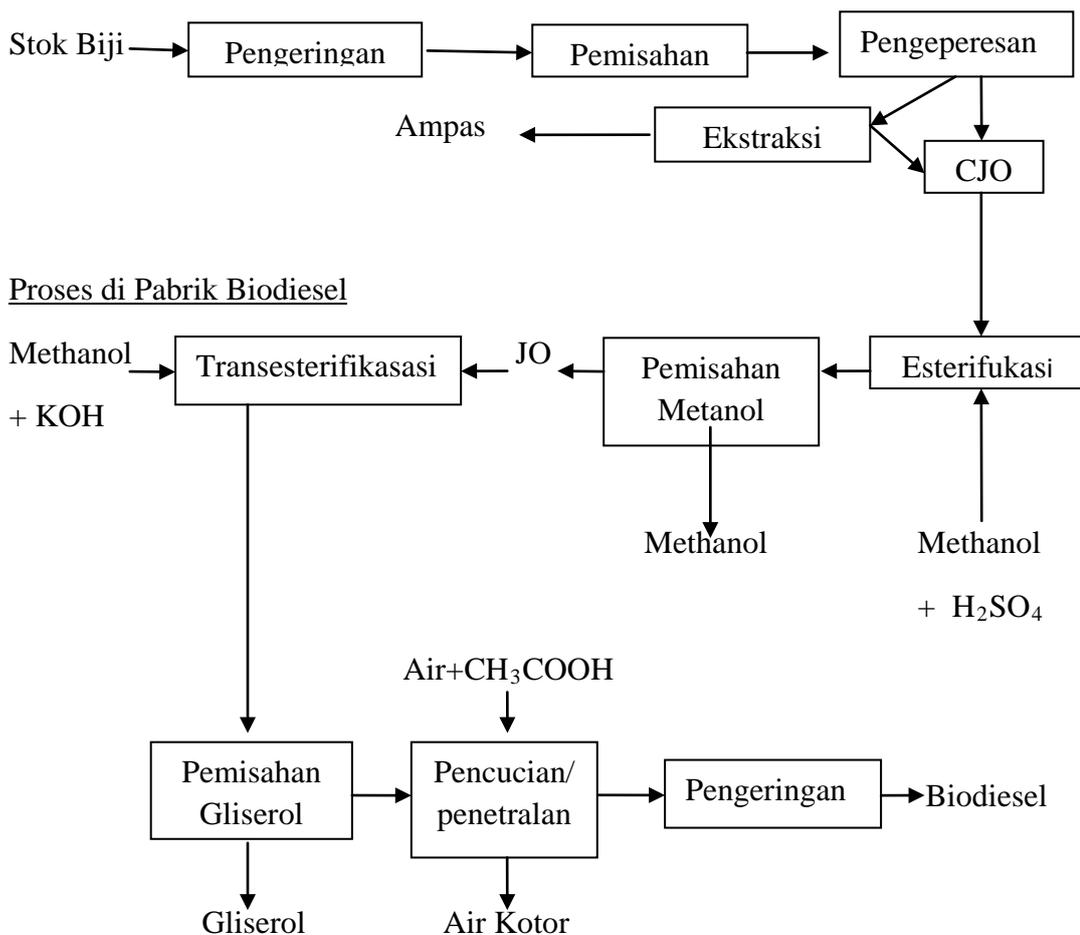
Buah jarak yang sudah dipetik, kemudian dikeringkan dan dipisahkan antara biji dengan kulit buah. Kemudian, dilakukan langkah penghalusan untuk mempermudah proses pada langkah selanjutnya, kemudian biji-biji jarak yang telah dihaluskan diperas (proses pengepresan). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan cairan minyak jarak yang belum murni. Selanjutnya hasil pemerasan itu dipisahkan dengan air. Pada langkah ini dilakukan pemanasan. Pemanasan merupakan salah satu cara mempercepat proses penguapan, dengan demikian akan mempercepat proses pemisahan minyak jarak dengan air.

Setelah mengalami beberapa proses, sebagai hasil maka diperoleh minyak jarak sebagai bahan mentah biodiesel. Minyak jarak boleh langsung digunakan maupun dengan pengolahan lebih lanjut. Minyak mentah dari jarak harus disaring dengan pemeras atau filter minyak. Bahan bakar harus bebas dari air dan partikel asing lainnya. Suhu menyebabkan minyak nabati menjadi gel atau padat, maka harus dicairkan dengan pemanasan sampai pada suhu 40C pada tangki reaktor. Metanol, metil alkohol tidak mengandung air dan minimal 98% murni diletakkan pada dasar penampung untuk melindungi dari percikan api.

Sistem pengolahan minyak jarak menjadi minyak biodiesel (Proses Kerja):

Untuk dapat memproduksi 1 kilo liter biodiesel dibutuhkan 150 liter metil alkohol, 1050 liter minyak jarak mentah, dan 3,8 Kg *caustic potash*. Minyak jarak diolah dengan menggunakan beberapa tahapan yaitu trans esterifikasi, pemisahan dan penyulingan untuk menghasilkan biodiesel dengan cara pemanasan dan penambahan katalisator metil alkohol dan KOH.

DIAGRAM ALIR PROSES PEMBUATAN BIODIESEL



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Biodiesel

Dalam proses pengolahan biji jarak menjadi biodiesel, dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu :

1. Proses Pembuatan *Crude Jatropha Oil* (CJO)

Biji jarak yang telah dipisahkan dengan cangkangnya, kemudian dibersihkan dari kotoran dengan cara dicuci secara manual atau masinal (dengan mesin). Biji direndam sekitar 5 menit di dalam air mendidih, kemudian ditiriskan sampai air tidak menetes lagi. Setelah itu, Biji dikeringkan dengan menggunakan alat pengering atau dijemur di bawah matahari sampai cukup kering, kemudian biji tersebut dimasukkan ke dalam mesin pemisah untuk memisahkan daging biji dari kulit bijinya. Daging biji yang telah terpisah dari kulitnya, digiling dan siap untuk dipres. Lama tenggang waktu dari penggilingan ke pengepresan diupayakan sesingkat mungkin untuk menghindari oksidasi.

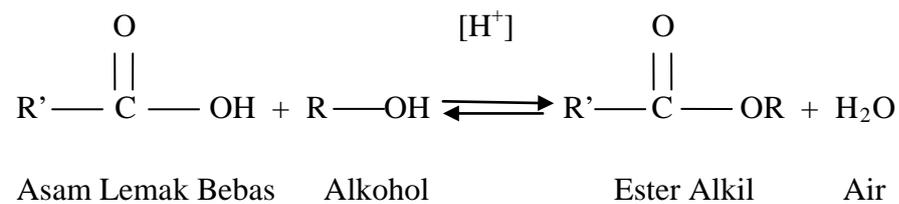
Proses pengepresan biasanya meninggalkan ampas yang masih mengandung 7 – 10 % minyak. Oleh sebab itu, ampas dari proses pengepresan dilakukan proses ekstraksi pelarut, sehingga ampasnya hanya mengandung minyak kurang dari 0,1% dari berat keringnya. Pelarut yang biasa digunakan adalah pelarut n – heksan dengan rentang didih 60 – 70 °C.

Tahap ini menghasilkan *Crude Jatropha Oil* (CJO), yang selanjutnya akan diproses menjadi *Jatropha Oil* (JO).

2. Proses Pembuatan Biodiesel

a. Reaksi Esterifikasi

CJO mempunyai komponen utama berupa trigliserida dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas harus dihilangkan terlebih dahulu agar tidak mengganggu reaksi pembuatan biodiesel (reaksi transesterifikasi). Penghilangan asam lemak bebas ini dapat dilakukan melalui reaksi esterifikasi. Secara umum reaksi esterifikasi adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Reaksi Esterifikasi

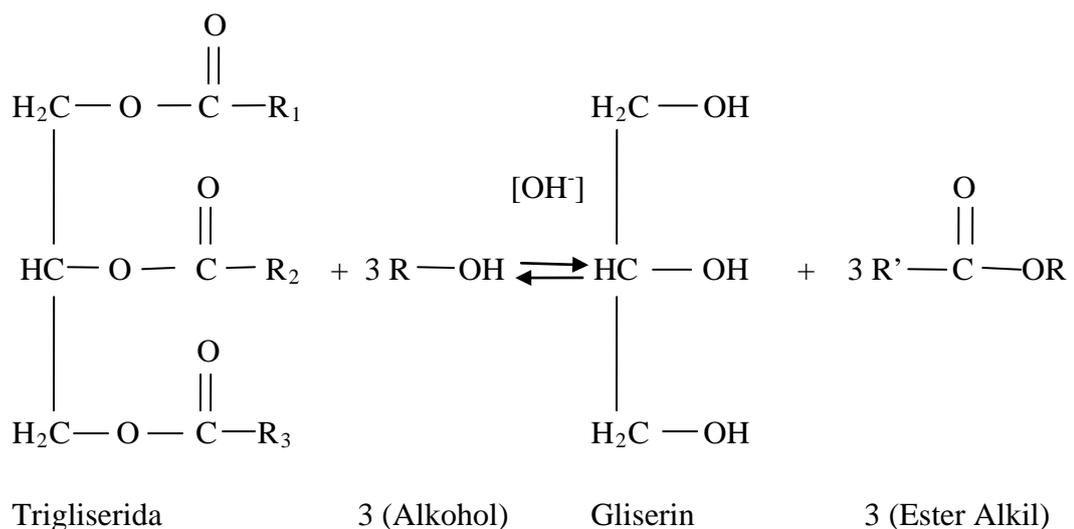
Pada reaksi ini asam lemak bebas direaksikan dengan metanol menjadi biodiesel sehingga tidak mengurangi perolehan biodiesel.

Tahap ini menghasilkan *Jatropha Oil* (JO) yang sudah tidak mengandung asam lemak bebas, sehingga dapat dikonversi menjadi biodiesel melalui reaksi transesterifikasi.

b. Reaksi Transesterifikasi

Dalam proses trans-estrikasi dibutuhkan sejumlah metil alkohol dan KOH yang dicampur pada tangki reaktor kurang lebih 10 menit hingga KOH terlarut dengan sempurna. Larutan kemudian menjadi Potasium metoksida. Minyak nabati kemudian dialirkan atau ditransfer ke reaktor utama untuk menghasilkan minyak nabati atau biodiesel yang diinginkan. Tangki reaktor harus disesuaikan untuk mempercepat determinasi volume. Metoksida kemudian dialirkan kedalam reaktor dan proses pencampuran pun dimulai. Dalam proses esterifikasi ini dibutuhkan waktu kira-kira 60 menit. Ester kemudian ditransfer dengan pompa atau secara grafitasi kedalam tangki penampungan. Setiap bak memproduksi kurang lebih 500 liter per hari oleh sebab itu harus disiapkan dua bak dalam sehari.

Pada reaksi ini, trigliserida (minyak) bereaksi dengan metanol dalam katalis basa untuk menghasilkan biodiesel dan gliserol (gliserin). Berikut persamaan reaksinya:



Gambar 3. Reaksi Transesterifikasi

c. Tahap Pemisahan

Pencampuran membutuhkan waktu 6-8 jam, tangki penampungan harus tembus pandang bisa dari selang bening. Pada tahap bagian bawah gliserin mentah dikeluarkan dan disalurkan pada kontainer gliserin untuk dimurnikan dan dibebaskan dari kelebihan metil alkohol. Pada tahap bagian atas, biodiesel di transfer ke dalam wadah pencucian.

d. Tahap Pemurnian.

Metil alkohol yang berlebihan dalam biodiesel dilepaskan dengan pemanasan. Biodiesel dapat dimurnikan dengan menggunakan air yang mengandung zat asam. Larutan ini dapat diperoleh dengan mencampur asam asetat (CO_3COOH) dengan air (H_2O). Perbandingan campuran adalah 40% dari biodiesel. Air dengan kandungan asam berfungsi untuk mengeluarkan angin dekat dasar tangki kemudian gelembung-gelembung dan udara terangkat dari biodiesel. Setelah melalui tahapan pada proses tersebut maka akan dihasilkan biodiesel murni dan gliserin. Wujud BBM dari biji jarak ini seperti minyak goreng, kental, licin dan baunya tidak mencolok. Biodiesel jarak pagar memiliki titik didih : $> 760 \text{ mm Hg}$ pada suhu 200°C , spesifikasi gravitasi 0,87 pada suhu 250°C , tekanan uap : $< 2 \text{ mm Hg}$.

Sampai tahap ini, pembuatan biodiesel telah selesai dan dapat digunakan sebagai bahan bakar yang mengurangi pemakaian solar.

Minyak jarak pagar yang dihasilkan memiliki cetane number 51. ini lebih tinggi dibanding yang dimiliki solar yang 45. Selain itu titik pengabutan (*pour point*) minyak jarak berada pada suhu 8 derajat Celsius, sedangkan solar 10 derajat Celsius. Meskipun nilai kalori minyak jarak lebih rendah dari solar, namun karena proses pembakarannya lebih sempurna, maka kekuatannya sama besar.. Gliserin merupakan salah satu yang dihasilkan pada proses pengolahan minyak jarak disamping biodiesel. Gliserin merupakan hasil pemisahan asam lemak pada fat-split. Dipasaran, Gliserin yang beredar umumnya berasal dari pemecahan lemak dan gliserin sintesis. Kurang lebih hanya 10% Gliserin yang dapat dihasilkan pada proses fat-split dari sejumlah CPO yang diolah.

Gliserin tersebut dimurnikan (lebih dari 95%) dengan cara penguapan berganda, dilanjutkan dengan destilasi dan deionisasi. Gliserin berfungsi sebagai Hemaktan pada industri rokok, permen karet, cat, adesif, plester dan sabun.

Bahan bakar dari jarak tidak hanya didapatkan dari biji saja tetapi minyak jarak dapat diperoleh dari kulit buah, cangkang dan biji cara ini dapat ditempuh dengan mengukus 50 kilogram buah jarak selama satu jam. Lalu daging dihancurkan dengan Mesin blender. Setelah itu, daging buah dan biji yang sudah dihancurkan dimasukkan kedalam mesin tanpa minyak. Dengan penekanan dongkrak hidrolis, ampas diperas hingga menghasilkan minyak.

B. Pemanfaatan Biodiesel dari Biji Jarak

Hasil dari pengolahan biji jarak menjadi biodiesel dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan terutama sebagai sumber energi pembangkit listrik. Minyak jarak juga sebagai biodiesel dapat menggerakkan generator pembangkit listrik. Hal

ini juga diterapkan pada daerah-daerah terpencil yang jauh dari jangkauan listrik maka akan mampu menutupi kebutuhan listrik pada daerah itu sendiri. Pembangkit listrik itu memanfaatkan minyak jarak pagar yang dihasilkannya dan sebagian besar lainnya atau 70-80 persen berasal dari biomassa hasil gasifikasi limbah kulit buah jarak. Berdasarkan data ini dapat diketahui bahwa pembangkit listrik dengan menggunakan biodiesel dari jarak hampir tidak menggunakan bahan bakar dari luar.

Pemanfaatan energi terbaru sebagai sumber energi pembangkit listrik sangat diperlukan dalam upaya mensejahterakan rakyat Indonesia. Hal ini disebabkan karena pemanfaatan energi terbarukan selama ini terfokus pada penyediaan listrik dan dalam jumlah yang relatif kecil. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE), pemanfaatan energi terbarukan bagi penyediaan listrik saat ini baru mencapai 3% dari total kapasitas terpasang pembangkit listrik nasional. Angka tersebut sangatlah kecil (1,5%) jika dibandingkan terhadap total potensi listrik yang berasal dari energi terbarukan, yaitu sekitar 80 GW (tampa potensi energi surya sebesar 1.230 TW yang dihitung berdasarkan potensi rata-rata produksi listriknya sebesar 4,8 kWh/m²/hari).

Potensi tersebut akan bertambah besar jika pemanfaatan energi terbarukan juga ditujukan untuk mengganti bahan bakar cair berbasis fosil seperti bio-diesel, bio-ethanol, bio-kerosene, bio-gas, dan lain-lain. Pemanfaatan energi secara nasional yang masih terfokus kepada penyediaan listrik mengakibatkan tersentralisasinya pembangunan nasional di perkotaan dan terlupakannya perencanaan energi bagi masyarakat pedesaan. Sebaliknya pemanfaatan energi yang komprehensif dan terdesentralisasi dengan baik akan memberikan manfaat bagi pembangunan berkelanjutan di Indonesia secara menyeluruh, di perkotaan dan pedesaan.

Biodiesel dari minyak jarak dapat digunakan pada pabrik-pabrik penggilingan padi di daerah pedesaan. Hal ini sesuai dengan fungsinya sebagai bahan bakar pengganti minyak diesel atau solar. Dengan menggunakan minyak dari jarak maka dapat mengurangi ketergantungan masyarakat pedesaan terhadap minyak diesel yang sering langka dijumpai pada pasaran dengan demikian akan menghemat biaya dan energi untuk keperluan penggilingan padi menjadi beras. Minyak jarak dapat diproduksi oleh komunitas pada masyarakat itu sendiri. Sehingga minyak biodiesel yang dihasilkan oleh masyarakat dapat dijual langsung kepada pemilik pabrik. Hal ini sesuai dengan sifat dari minyak yang dihasilkan oleh jarak yaitu dapat dipergunakan langsung tanpa mencampur dengan bahan lain dan tanpa merubah setting mesin diesel.

Tabel 2: Sifat fisika dan kimia dari minyak diesel dan minyak jarak

(Sumber: Emmanuel K Ackom, Jurgen Ertell. 2005).

Parameter	Diesel	Jatropha oil
Energy Content (MJ/kg)	42.6-45.0	39.6-41.8
Specific weight (15/40°C)	0.84-0.85	0.91-0.92
Solidifying point (°C)	-14.0	2.0
Flash Point (°C)	80	110-240
Cetane Value	47.8	51.0
Sulphur (%)	1.0-1.2	0.13

Keistimewaan minyak jarak, tidak berubah sifat (akan tetap dalam bentuk cair) dalam suhu panas maupun dingin bahkan hingga -17 derajat celcius. Keistimewaan lainnya yaitu, sebagian besar asam lemaknya tidak jenuh. Asam lemak yang ikut menyusun trigliserida minyak jarak adalah palmitat (2%), stearat (1%), oleat (7%), linoleat (4,5-5%), risinoleat (85-95%) dan minyak ini tergolong minyak hidroksi.

C. Keunggulan Tanaman Jarak

1. Tinjauan Ekonomi

Minyak jarak dapat meningkatkan kesejahteraan rakyat, khususnya bagi daerah dengan sumber daya alam yang marjinal. Hal ini jika diterapkan pada daerah-daerah terpencil yang jauh dari jangkauan listrik maka akan mampu menutupi kebutuhan listrik pada daerah itu sendiri. Analisis keekonomian ini diambil waktu produksi 312 hari pertahun dan 24 jam per hari, dengan rendaman minyak diasumsikan 30-45 persen. Jadi diperoleh minyak 2.623-3.919 liter/hari atau setara dengan 749-1.123 ton per tahun (E. Chivandi, K.H. Erlwenger,2006).

Industri minyak jarak ini juga akan menguntungkan petani yang menanamnya. Untuk itu, diperlukan adanya penetapan harga biji jarak. Sebagai contoh hitungan, jika harga biji jarak Rp 500/kg, harga minyak jaraknya berkisar Rp. 2.100 hingga Rp. 1.400 (optimistis). Bila Harga biji jarak Rp 800/kg, harga net minyak jarak Rp 3.000 hingga Rp 2.000.

Penanaman satu juta hektar pada tanah marjinal akan menghasilkan 4,3 milyar liter minyak jarak pertahun dan berarti akan menghemat devisa lebih dari Rp 12

trilyun, lebih dari penghentian ekspor solar senilai Rp 2.800 per liter pada pasaran dunia.

Keistimewaan lain dari tanaman jarak dapat dikemukakan sebagai berikut:

- a. Teknologi yang lebih murah.

Teknologi yang digunakan pada proses pembuatan minyak jarak lebih murah jika dibandingkan dengan eksplorasi minyak bumi maupun pada biodiesel lainnya. Hal ini disebabkan karena minyak jarak dapat diperoleh melalui proses pemerasan langsung secara sederhana sehingga akan menghemat biaya.

- b. Tidak bergantung pada pasar global.

Berbeda dengan minyak diesel pada pasaran, minyak jarak tidak sepenuhnya bergantung pada harga pasaran global. Karena minyak jarak diprioritaskan pada konsumsi lokal sehingga tidak bergantung pada subsidi. Hal ini adalah tidak terlalu terpengaruh dengan keputusan pemerintah tentang kenaikan harga BBM. Sementara harga minyak bumi khususnya BBM harganya kurang stabil pada pasaran dunia sekarang ini.

- c. Cepat menghasilkan dan produktif.

Tanaman jarak dapat cepat berbuah dalam jangka waktu 5 bulan. Masa produktivitas tanaman jarak sangat tinggi yaitu mencapai 50 tahun. Para ahli

sementara melakukan penelitian untuk pengembangan tanaman jarak varietas baru dengan menggunakan radiasi.

d. Penggunaan minyak jarak bersifat langsung.

Minyak jarak dapat digunakan secara langsung. Penggunaannya tidak memerlukan ethanol ataupun methanol. Berbeda dengan biodiesel lainnya, minyak jarak dapat digunakan tanpa pencampuran minyak diesel lagi. Minyak nabati yang dihasilkan oleh tanaman lain dalam proses pemakaiannya diperlukan pencampuran dengan minyak diesel dengan konsentrasi tertentu.

e. Pada umumnya semua bagian dari tanaman jarak berguna.

Menurut Kohler et al (2002) tanaman jarak jenis tertentu (Spesies Ricinus Communis) dapat di gunakan untuk bahan kosmetik dan minyak pelumas. Selain sebagai penghasil biodiesel tanamam jarak memiliki banyak keunggulan yaitu hampir seluruh bagian tanaman jarak memiliki kegunaan.

2. Tinjauan Kesehatan

Bagian dari tanaman jarak dan kegunaannya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Biji

Biji jarak sebagai sebagai penghasil minyak memiliki kegunaan lain yaitu dalam dunia medis. Biji jarak dapat digunakan untuk mengobati penyakit seperti

Koreng, Prolapsus uterus dan rectum, kesulitan melahirkan dan retensi plasenta, kelumpuhan otot wajah, kanker cervix.

2. Daun

Dalam dunia medis daun jarak dapat digunakan sebagai obat koreng, eczema, gatal(prutirus), batuk sesak, hernia. Daun jarak dapat digunakan sebagai makanan untuk ulat sutera. Sejalan dengan peluang ekonomi menanam jarak dapat dilakukan sambil beternak ulat sutera.

3. Akar

Manfaat dari akar tanaman jarak adalah sebagai pengobatan pada beberapa penyakit seperti : Rheumatik sendi, tetanus, epilepsi, brinkhitis pada anak-anak, luka terpukul, TBC kelenjar, schizophrenia (gangguan jiwa).

4. Daging buah

Daging buah dari jarak dapat digunakan sebagai pupuk hijau dan untuk produksi gas. Potensi daging buah sebagai penyubur tanaman sangat besar sesuai dengan kemampuannya dalam memproduksi gas yang dibutuhkan oleh tanaman. Biomassa hasil gasifikasi limbah kulit buah jarak dapat digunakan sebagai pembangkit listrik disamping biodiesel yang dihasilkan dari biji jarak.

5. Getah

Getah jarak dapat digunakan sebagai obat luka luar. Masyarakat tradisional sering menggunakannya untuk menyembuhkan luka luar secara langsung.

3. Tinjauan lingkungan

Pada umumnya semua bahan bakar biodiesel bersifat ramah dan bisa didaur ulang (renewable) tetapi minyak jarak memiliki keistimewaan dari biodiesel lainnya. Penggunaan biodiesel dari jarak pagar sangat mendukung dari cita-cita perdagangan karbon antar negara sesuai dengan kesepakatan dari beberapa negara dalam Protokol Kyoto.

Keunggulan biodiesel dari jarak dalam hubungannya dengan konservasi lingkungan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Merehabilitasi lahan kritis

Tumbuhan jarak adalah tumbuhan yang dapat tumbuh dan bertahan pada lahan kering. Dengan demikian hal ini dapat memanfaatkan lahan yang tidak produktif sebagai habitat pengembangan. Tanaman jarak dapat digunakan untuk reboisasi dan penghijauan.

b. Sisa olahan dimanfaatkan sebagai pupuk organik

Limbah dari hasil pengolahan biji jarak menjadi minyak jarak yang berupa kulit dan daging buah. Sisa pengolahan tersebut dapat digunakan sebagai pupuk organik. Potensi ini dapat tercapai karena kulit dan daging buah

c. Gas buangan BBM jarak dapat diserap kembali oleh tumbuhan.

Gas buangan pada minyak tanaman jarak merupakan gas nabati. Minyak jarak memiliki kandungan yang rendah pada kadar emisi gas sulfur (SO_x), nitrogen (NO_x) dan karbon. Pada minyak jarak, terdapat banyak oksigen sehingga pembakaran sempurna.

SIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bagian pembahasan dari tulisan ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tanaman jarak sangat potensial dalam menghasilkan sumber energi berupa biodiesel berdasarkan dengan zat-zat kimia yang dikandungnya berupa asam lemak tak jenuh yang mencapai 90%. Jarak mengandung unsur C, H, dan O. Pada proses pengolahan minyak jarak dapat diperoleh langsung sedangkan untuk menghasilkan biodiesel yang murni dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu trans-esterifikasi, pemisahan dan pemurnian melalui pemanasan dan penambahan katalisator.
2. Biodiesel yang dihasilkan oleh tanaman jarak dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit energi listrik untuk suplay kebutuhan listrik dan pengganti solar pada mesin penggilingan padi terutama pada daerah pedesaan. Minyak jarak digunakan pada dunia pengobatan.
3. Tanaman jarak memiliki keunggulan dibandingkan dengan tanaman penghasil biodiesel lainnya dari kaitannya dengan pembangunan ekonomi, dapat mensejahterakan para petani terutama pada daerah dengan potensi alam yang termarjinalkan. Dalam kaitannya dengan lingkungan hidup, biodiesel yang dihasilkan tanaman jarak sifatnya ramah lingkungan karena hasil dari

pembakaran rendah dari kadar emisi karbon dan diserap kembali oleh tumbuhan.

SARAN

Adapun saran yang akan mendukung dari penulisan gagasan ini adalah :

1. Supaya tanaman jarak cepat berkembang perlu adanya tim pada setiap jenjang di provinsi kabupaten.
2. Hendaknya penyuluhan tanaman jarak disertai dengan bahaya keracunan, serta cara mengatasinya.

DAFTAR PUSTAKA

Ackom E. K, dan Jürgen Ertel. 2005. *An Alternative Energy Approach to Desertification and Promoting of Sustainable Development in Drought Regions*. Forum der Forschung 18: 74-78.

Adebowale, K. O, dan Adedire, C. O. 2006. *Chemical Composition and Insecticidal Properties of The Underutilized Jatropha curcas Seed Oil*. African Journal of Biotechnology vol. 5 (10): 901-906.

Anonim. 2005. *Minyak Jarak Pengganti Solar*. (online).

(<http://www.bppt.go.id/berita/news2.php?id=7681>, diakses 15 desember 2005).

Aregheore E. M, Makkar H. P. S, dan Becker K. 1998. *Assessment of Lectin Activity in a Toxic and a Non-Toxic Variety of Jatropha curcas Using Latex Agglutination and Haemagglutination Methods and Inactivation of Lectin by Heat Treatments*. Institute for Animal Production in The Tropics and Subtropics (480), Department of Animal Nutrition and Aquaculture, University of Hohenheim, Srtuttgart, Germany.

Asselbergs B, Bokhorst J, Harms R, Jupijn Van Hemert, Laura Van Der Noort, Corine Ten Velden, Richard vervuurt, Loes Wijnen, dan Levien Van Zon. 2006. *The Possibilities of Cultivating Jatropha curcas for Biofuel Production in Cambodia*. Revision 2. Universiteit van Amsterdam.

- Baur H, Meadu V, M. Van Noordwijk, dan Swallow B. 2007. *Biofuel from Jatropha curcas: Opportunities , Challenges and Development Perspectives*. World Agroforestry Center.
- Chivandi E, Erwanger K. H, Makuza S. M, Read J. S dan Mtimuni J. P. 2006. *Effects of Dietary Jatropha curcas Meal on Percent Packed Cell Volume, Serum Glucose, Cholesterol and Triglyceride Concentration and Alpha-Amylase Activity of Pigs W. F.* Research Journal and Veterinary Sciences 1 (1): 18-24. Insinet Publication.
- Data M. M, Mukherjee P, dan Jha B. G. T. B. 2007. *In Vitro Clonal Propagation of Biodiesel Plant (Jatropha curcas L.)*. Current Science Vol. 93 (10).
- Ebun O, Peace O, dan Aladesanmi O. 2008. *Effect of Fermentation on Some Chemical and Nutritive Properties of Berlandier Nettle Spurge (Jatropha cathartica) and Physic Nut (Jatropha curcas) Seeds*. Pakistan Journal of Nutrition 7 (2): 292-296. Department of Chemistry, Federal University of Technology, Akuge, Nigeria.
- Feikea T, Weisb K, Claupeina W dan Mueller J. 2007. *Propagation of Physic Nut (Jatropha curcas L) on Leyte Island, Philippines*. Conference on International Agricultural Research for Development. University of Kassel-Witzenhausen and University of Göttingen.

Humas. 2005. *Bus Mudik Gunakan Biodiesel*. (online).

(<http://www.bppt.go.id/berita/news2.php?id=814>, diakses 20 desember 2005).

Heller, Joachim. 1996. *Physic Nut Jatropha curcas L. Promoting The Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops*. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

Henning R. K. 2002. *Using The Indigenous Knowledge of Jatropha*. IK Notes (47).

Hidayat, Dody. *Biodiesel Biji Jarak*. (online).

(<http://cdc.eng.ui.ac.id/article/articleprint/3241/-1/2/>, diakses 20 desember 2005).

Indartono, yuli setyo. 2005. *Krisis Energi di Indonesia: Mengapa dan Harus Bagaimana*. Inovasi, (online), vol. 5, no. XVII, (<http://www.io.ppi-jepang.org/article.php?id=104>, diakses 15 desember 2005).

Irwanto. 2006. *Pengembangan Tanaman Jarak (*Jaropha curcasL*) sebagai Sumber Bahan Bakar Alternative*. <http://www.irwantoshut.com>.

Jarida La Mbegu. 2003. *Mbono Jatropha curcas L. Toleo* (83). Forest and Landscape.

Jongschaap R. E. E, Corre W. J, Bindraban P. S, dan Brandenburg W. A. 2007. *Claims and Fact on Jatropha curcas L.* Plant Research International B. V. Wageningen Stichting Het Groene Woudt, Laren.

Kaushik N, Kumar K, Kumar S. 2007. *Potential of Jatropha curcas for Biodiesel Production in India.* Geophysical Research Abstracts vol. 9: 02117.

Kulkarni M. L, Sreeka H, Keshavamurthy K. S, dan Shenoy N. 2005. *Jatropha curcas – Poisoning.* Indian J Pediatr 72 (1): 75-76.

Kumar, A. 2004. *Bioengineering of Crops for Biofuels and Bioenergy.* Panima Publishing Company. Jaipur, India.

Kumar L, Dhavala P, Goswami A, dan Maithel S. 2006. *Liquids Biofuels in South Asia: Resources and Technologies.* Asian Biotechnology and Development Review Vol. 8 (2): 31-49.

Lin Juan, Yan Fang, Tang Lin, dan Cheng Fang. 2003. *Anti Tumor Effect of Curcin from Seeds of Jatropha curcas.* Acta Pharmacol Sin 24 (3): 241-246. Acta Pharmacologica Sinica Chinese Pharmacological Society Shang Hai Institute of Materia Medica Chinese Academy of Sciences.

- Marlina, Surdia N. M, Radiman C. L, dan Achmad S. 2004. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sulfat pada Proses Hidroksilasi Minyak Jarak (Castor Oil)*. Jurnal Matematika dan Sains Vol. 9(2): 249-253.
- Peredo L. C. 2004. *Description, Biology, and Maternal Care of Pachycoris Klugii (Heteroptera: Scutelleridae)*. Florida Entomologist 85 (3). Instituto de Ecologia, Xalapa, Veracruz, Mexico.
- Raju K. V. 2006. *Biofuels in South Asia: An Overview*. Asian Biotechnology and Development Review Vol. 8 (2): 1-9. Research and Information System for Development Countries.
- Ratree, S. 2004. *A Preliminary Study on Physic Nut (Jatropha curcasL.) in Thailand*. Pakistan Journal of Biological Sciences 7 (9): 1620-1623.
- Singh R. A, Kumar M, dan Haider E. 2007. *Synergistic Cropping of Summer Groundnut with Jatropha curcas – A New Two-Tier Cropping System for Uttar Pradesh*. CS Azad University of Agriculture and Technology, Kanpur, Uttar Pradesh, India.
- Wiesenhütter, Juliane. 2003. *Use of The Physic Nut (Jatropha curcas L.) to Combat Destification and Reduce Poverty*. Convention Project to Combat Desertification (CCD Project). Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ).

DAFTAR RIWAYAT HIDUP**KETUA PELAKSANA**

Nama Lengkap : Adam Sukma Putra
NRP : G74070016
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 08 Desember 1989
Fakultas, Program Studi : MIPA, Fisika
Karya ilmiah yang pernah dibuat : - Laporan Ekspedisi Global UKF IPB
Penghargaan ilmiah yang telah diraih: -
E-mail : adam_sukmaputra@yahoo.com

ANGGOTA PELAKSANA

Nama Lengkap : Johan Iskandar
NRP : G74070068
Tempat, Tanggal Lahir : Pesisok, 08 Juli 1989
Fakultas, Program Studi : MIPA, Fisika
Karya ilmiah yang pernah dibuat : -
Penghargaan ilmiah yang telah diraih: -
E-mail : einstein.j7@gmail.com

ANGGOTA PELAKSANA

Nama Lengkap : Chandra Setiawan
NRP : G74061303
Tempat tanggal lahir : Jakarta, 18 Maret 1988
Fakultas, Program Studi : MIPA, Fisika
Karya ilmiah yang pernah dibuat : -
Penghargaan ilmiah yang telah diraih: -
E-mail : -