

TEKNOLOGI PENGOLAHAN MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) DAN BUNGKILNYA SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGGANTI MINYAK TANAH

Djajeng Sumangat, Wisnu Broto, dan Niken Harimurti
Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Bogor

ABSTRAK

Melonjaknya harga bahan bakar minyak termasuk minyak tanah serta dampak buruk penggunaan kayu bakar terhadap degradasi lingkungan, menyebabkan timbulnya kebutuhan untuk mencari bahan bakar alternatif. Salah satu bahan alternatif untuk dapat digunakan adalah minyak nabati yang bahan bakunya tersedia secara lokal, mudah didapat, dan terpulihkan. Salah satu tanaman sumber minyak nabati termasuk jarak pagar. Minyak jarak pagar dihasilkan dengan mengekstrak biji keringnya, baik secara mekanis maupun kimiawi. Ekstraksi mekanis biasanya lebih mudah dan murah karena tidak membutuhkan teknologi proses yang rumit dan mahal, serta rendemen minyak berkisar 19–25%. Hasil sampingnya adalah bungkil yang masih dapat digunakan sebagai bahan bakar tungku (anglo). Minyak jarak pagar yang dihasilkan dapat diolah menjadi metil-ester kasar (biodiesel kasar) melalui proses transesterifikasi tanpa proses pemurnian lanjut, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah pada kompor minyak dan lampu minyak. Pada makalah ulasan ini disajikan *review* beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahun 2006 dan 2007 di Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, mencakup (1) Teknologi ekstraksi minyak jarak pagar dengan cara pengempaan, (2) Teknologi pengolahan minyak jarak pagar menjadi metil-ester (biodiesel) kasar, (3) Teknologi pembuatan briket bungkil minyak jarak pagar. Produk biodiesel kasar telah diuji sebagai bahan bakar kompor tekan dan kompor sumbu, sedangkan briket bungkil biji digunakan sebagai bahan bakar tungku (anglo). Hasil pengujian menunjukkan bahwa keragaan kompor (lama nyala, warna api, kontinuitas nyala) hampir sama dengan yang berbahan bakar minyak tanah. Pengujian briket bungkil pada anglo juga menunjukkan lama nyala kontinu (briket terbakar semua) dengan nyala api kuning.

Kata kunci: Jarak pagar, *Jatropha curcas* L., minyak nabati, metil-ester, bungkil biji, briket, kompor

PROCESSING TECHNOLOGY OF PHYSIC NUT (*Jatropha curcas* L.) OIL AND ITS OIL-CAKES AS ENERGY SOURCES FOR KEROSENE SUBSTITUTION

ABSTRACT

Kerosene and also woods are considered as main energy sources for cooking in rural and urban house-hold in Indonesia. Nowadays, there is a need to find alternative energy resources due to increasing price of kerosene. One of the resources is physic nut (*jatropha*) oils and its product i.e. methyl-ester which could be used for kerosene stove and also *jatropha* oil cakes for traditional stove in rural areas. *Jatropha* oil is produced by mostly mechanical extraction process using either simple batch pressing or screw expeller which produced oil's yield 19–25%. Oil cakes which are still contain residual oil are considered as by product of this process. The *jatropha* oil could be processed into crude methyl-ester through transesterification process without further purification. The crude methyl-ester is a liquid which could be used for kerosene stoves and lamps. This review paper describe concisely some experimental results of processing of *jatropha* oil and its utilization, conducted by Indonesian Center for Agricultural Postharvest Research and Development (ICAPRD) during the periods of 2006–2007. These results comprise of (1) technology of *jatropha* oil extraction using batch pressing method, (2) technology of producing crude methyl-ester, and (3) technology of producing biomass bri-

quette using jatropha oil cakes as a raw materials. The crude methyl-ester had been tested as energy resources for kerosene stoves and lamps while the briquettes had been tested for traditional stoves. The test results showed that the stoves performances in term of flame duration, color, and continuation were similar to that kerosene, while the briquettes showed continuing flame with yellow color until all briquettes were burned into ashes.

Key words: Physic nut, *Jatropha curcas* L., oil methyl-ester, oil cakes, briquettes, kerosene stove

PENDAHULUAN

Di daerah pedesaan dan perkotaan di Indonesia, sebagian besar bahan bakar yang digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah minyak tanah dan biomassa (terutama kayu bakar). Melonjaknya harga bahan bakar minyak termasuk minyak tanah serta dampak buruk penggunaan kayu bakar terhadap degradasi lingkungan, menyebabkan timbulnya kebutuhan untuk mencari bahan bakar alternatif yang lebih murah dan dapat tersedia dengan mudah. Salah satu bahan alternatif untuk dapat digunakan adalah minyak nabati yang bahan bakunya tersedia secara lokal, mudah didapat, dan terbarukan, antara lain minyak kelapa, kelapa sawit, kemiri, jarak, kacang tanah, jarak pagar, dan minyak nabati tropik lainnya yang berpotensi (minyak biji karet, kapuk, biji sirsak, biji rambutan, biji mimba, biji mahoni, dsb.). Salah satu tanaman sumber minyak nabati yang telah mendapat perhatian untuk diteliti dan dikembangkan di daerah tropika adalah tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.).

Minyak jarak pagar dihasilkan dengan mengekstrak biji keringnya, baik secara mekanis maupun kimiawi. Ekstraksi mekanis biasanya lebih mudah dan murah karena tidak membutuhkan teknologi proses yang rumit dan mahal. Kadar minyak jarak pagar potensial yang terkandung dalam biji utuhnya adalah 30–40% (basis kering) sedangkan dari daging bijinya (kernel) 40–50% (basis kering) dengan potensi produksi 1.590 kg minyak/ha/tahun (Soerawidjaja *et al.*, 2005; Kandpal dan Madan, 1995), lebih rendah dibandingkan minyak kelapa atau sawit.

Secara kimiawi, minyak jarak pagar adalah trigliserida yang tersusun oleh asam lemak palmitat, stearat, oleat (44,8%), linoleat (34,0%), dan asam-asam lemak lainnya. Jenis asam lemak yang dominan adalah asam lemak oleat dan linoleat yang merupakan asam lemak tidak jenuh. Banyaknya ikatan rangkap pada asam lemaknya, berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan kimia minyaknya dan berdasarkan karakteristik itu, minyak jarak pagar digolongkan sebagai minyak semi-mengering (*semi-drying oil*) seperti halnya minyak kapuk dan kemiri.

Berdasarkan karakteristiknya, minyak petroleum (minyak tanah, minyak diesel/solar) mempunyai suhu nyala yang rendah (50–55°C) sehingga mudah terbakar dengan bantuan api kecil (korek api), sedangkan suhu nyala minyak jarak dan nabati lainnya lebih tinggi yaitu 270–340°C sehingga tidak mudah terbakar. Kekentalan (viskositas) minyak nabati lebih tinggi dibandingkan minyak petroleum, yaitu masing-masing 51,9–97,7 dan 2,2–8 (10^{-6} m²/detik) sehingga proses perambatan dalam sumbu kompor lebih lambat dan juga penguapannya lebih lama. Diperlukan perlakuan pemanasan tambahan pada peralatan kompor yaitu dengan *vaporizer* yang juga dapat berfungsi menurunkan kekentalan minyak nabati. Dilihat dari nilai kalor totalnya (37,5–39,6 MJ/kg) yang tidak berbeda jauh dengan minyak petroleum (43,5–45,1 MJ/kg), minyak jarak memang dapat digunakan sebagai substitusi minyak diesel atau minyak tanah sebagai bahan bakar (Stumpf dan Muhlbauer, 2002). Salah satu kendala yang harus diatasi pada hasil pembakaran minyak jarak adalah terbentuknya residu hasil proses polimerisasi karena pemanasan yang

dapat menyumbat pipa minyak pada kompor tekan dan membentuk kerak arang pada kompor sumbu. Cara untuk menguranginya antara lain dengan pembersihan komponen-komponen kompor (pipa dan sumbu) secara teratur.

Pada makalah ini akan diuraikan beberapa komponen teknologi yang merupakan hasil kegiatan penelitian pascapanen di Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian pada tahun 2006–2007, yaitu: (1) Teknologi ekstraksi minyak jarak pagar dengan cara pengempaan, (2) Teknologi pengolahan minyak jarak menjadi metil-ester (biodiesel) kasar, (3) Teknologi pembuatan briket bungkil biji jarak pagar. Produk biodiesel kasar telah diuji sebagai bahan bakar kompor tekan dan kompor sumbu, sedangkan briket bungkil biji digunakan sebagai bahan bakar tungku (anglo). Hasil pengujian menunjukkan bahwa keragaan kompor (lama nyala, warna api, kontinuitas nyala) hampir sama dengan yang berbahan bakar minyak tanah. Pengujian briket bungkil pada anglo juga menunjukkan lama nyala kontinu (briket terbakar semua) dengan nyala api kuning dengan asap sedikit.

TEKNOLOGI EKSTRAKSI MINYAK JARAK PAGAR

Ada dua metode dasar untuk mengekstrak minyak jarak pagar dari biji jarak pagar, yaitu pengepresan/pengempaan, dan ekstraksi dengan pelarut. Proses pengempaan biasanya dilakukan dengan peralatan pengempa hidrolis atau ulir yang digerakkan secara manual ataupun dengan mesin/motor. Pengempaan dengan kempa hidrolis manual lebih sederhana dan murah dibanding pengempa ulir (*screw press*).

Diagram pengolahan biji jarak pagar kering menjadi minyak, metil-ester(ME)/biodiesel kasar dan briket bungkil disajikan pada Gambar 1. Hasil samping dari pengolahan metil-ester/biodiesel kasar melalui proses transesterifikasi adalah gliserin

(kurang lebih 20%) yang merupakan bahan baku industri farmasi, sabun, dsb. (Kandpal dan Madan, 1995). Hasil samping proses pengempaan biji jarak pagar yang berupa bungkil (*oil cake*), selain dapat digunakan sebagai briket biomasa, juga berpeluang digunakan sebagai pestisida/moluskasida nabati karena masih mengandung senyawa-senyawa toksik (forbol ester, curcine, dsb.).

Rendemen minyak jarak pagar (setelah disaring) berkisar 23–25% pada kondisi dilakukan pemanasan 55–60°C, sedangkan rendemen pada pengempaan tanpa pemanasan 17–19%. Penyaringan minyak dilakukan secara gravitasi dengan kertas saring kasar. Kapasitas kempa 5 kg/proses, sehingga dalam 1 hari (8 jam) dapat dilakukan 6–7 kali pengempaan, setara 30–35 kg biji/hari. Biji jarak pagar yang digunakan berasal dari pedagang pengumpul di Lampung (Kabupaten Kalianda), dengan kadar air rata-rata 9%. Gambar dan kinerja alat pengempa disajikan pada Gambar 2.

Karakteristik fisiko-kimia minyak jarak pagar hasil pengempaan tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik fisiko-kimia minyak jarak pagar hasil pengempaan hidrolis

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kadar air (%)	0,47
2.	Bilangan asam (mg KOH/g minyak)	0,82
3.	Viskositas (cSt)	103,9
4.	Densitas (g/cm ³)	0,897
5.	Nilai kalor (kcal/kg)	3 665
6.	Titik nyala/flash point (°C)	276

TEKNOLOGI PENGOLAHAN MINYAK JARAK PAGAR MENJADI METIL-ESTER/BIODIESEL KASAR

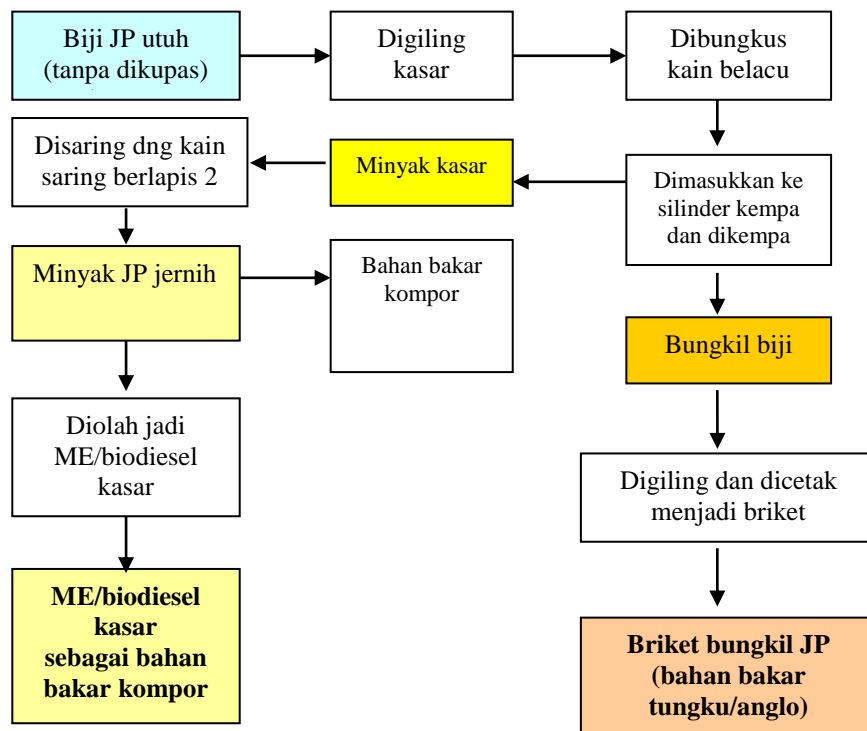
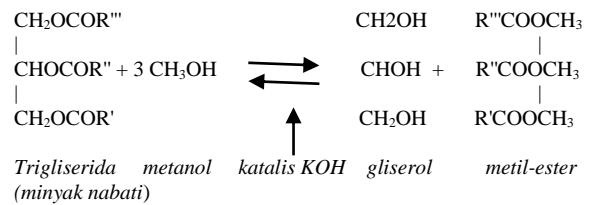
Metil-ester/biodiesel kasar adalah produk/hasil olahan minyak nabati/jarak pagar melalui proses transesterifikasi, tanpa dilakukan pemurnian (pencucian dan pengurangan kadar air) pada

ME/biodiesel yang dihasilkan. Transesterifikasi adalah reaksi ester untuk menghasilkan ester baru yang mengalami penukaran posisi asam lemak (Swern, 1982). Transesterifikasi dapat menghasilkan biodiesel yang lebih baik dari proses mikro-emulsifikasi, pencampuran dengan petrodiesel atau pirolisis (Ma dan Hanna, 2001).

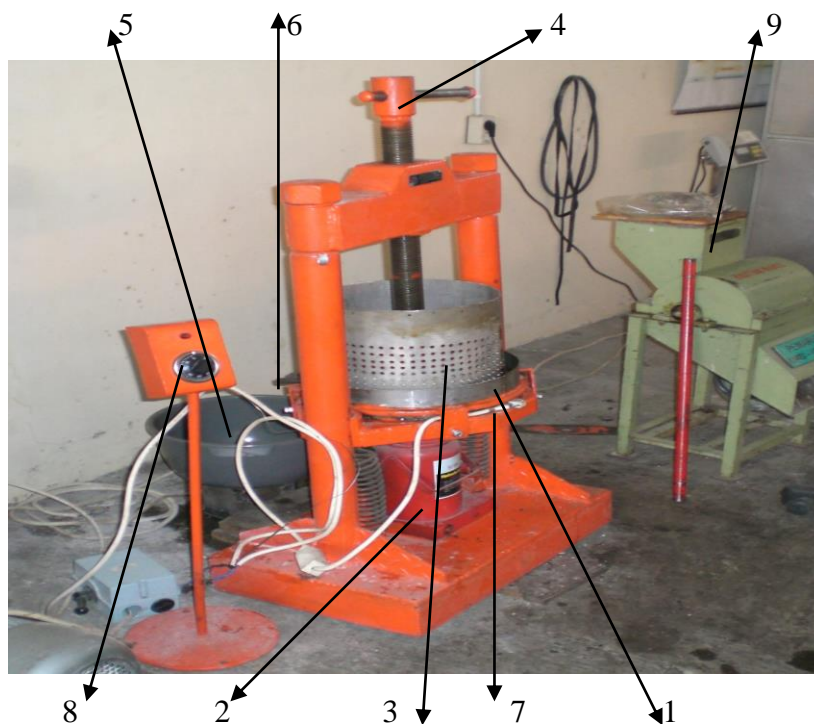
Reaksi transesterifikasi untuk memproduksi biodiesel tidak lain adalah reaksi alkoholisis, reaksi ini hampir sama dengan reaksi hidrolisis tetapi menggunakan alkohol. Reaksi ini bersifat *reversible* dan menghasilkan alkil ester dan gliserol. Al-

kohol berlebih digunakan untuk memicu reaksi pembentukan produk (Khan, 2002).

Proses transesterifikasi didasarkan atas reaksi sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram pengolahan biji jarak pagar menjadi minyak, metil-ester/biodiesel kasar, dan briket bungkil



Gambar 2. Alat pengempa biji jarak pagar dengan atau tanpa pemanas dan alat penggiling biji

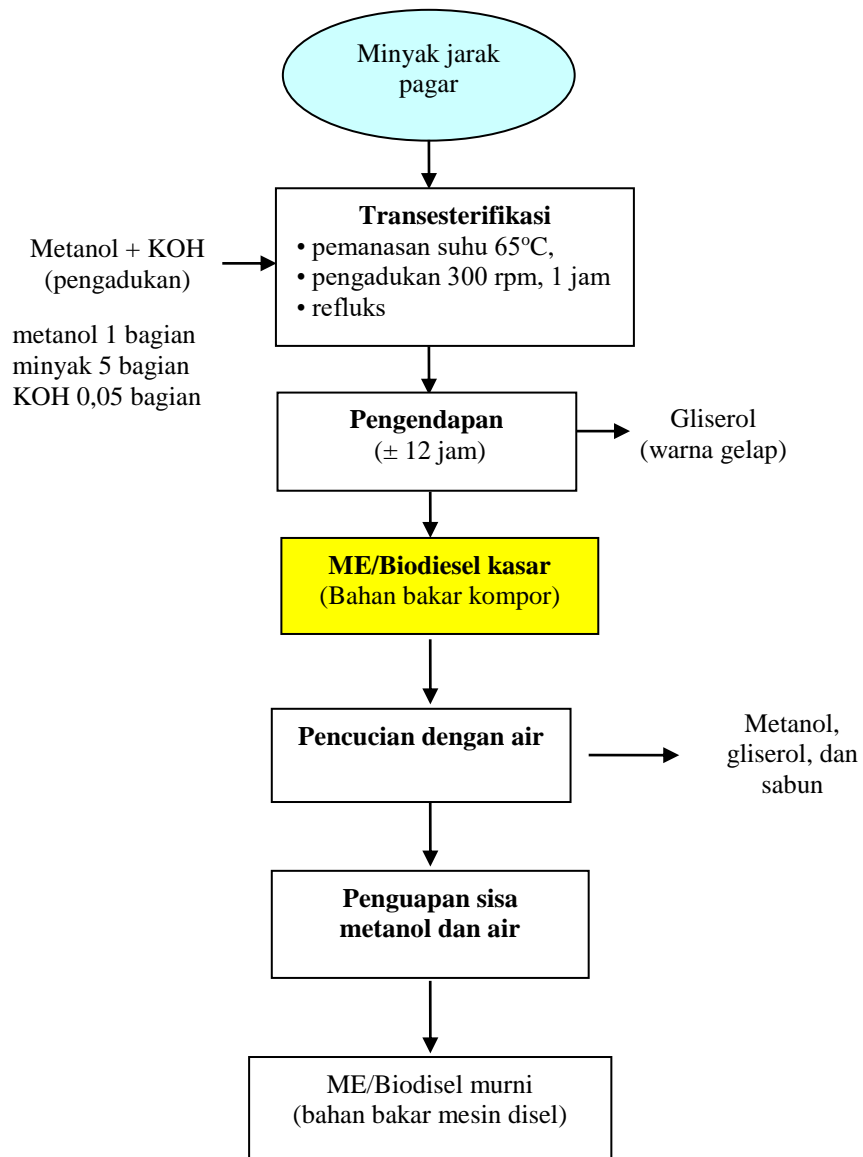
1. Nampan penampung minyak
2. Dongkrak 50 ton
3. Silinder kempa tempat biji dikempa ($t=25$ cm, $d=30$ cm, $v= 14,2$ l)
4. Poros ulir (bagian bawahnya terdapat plat kempa (atas)
5. Wadah penampung minyak
6. Saluran minyak dari nampan ke wadah
7. Elemen pemanas yang memanasi plat kempa (bawah)
8. Pengatur suhu elemen pemanas plat kempa.
9. Alat penggiling biji jarak pagar

Keterangan:

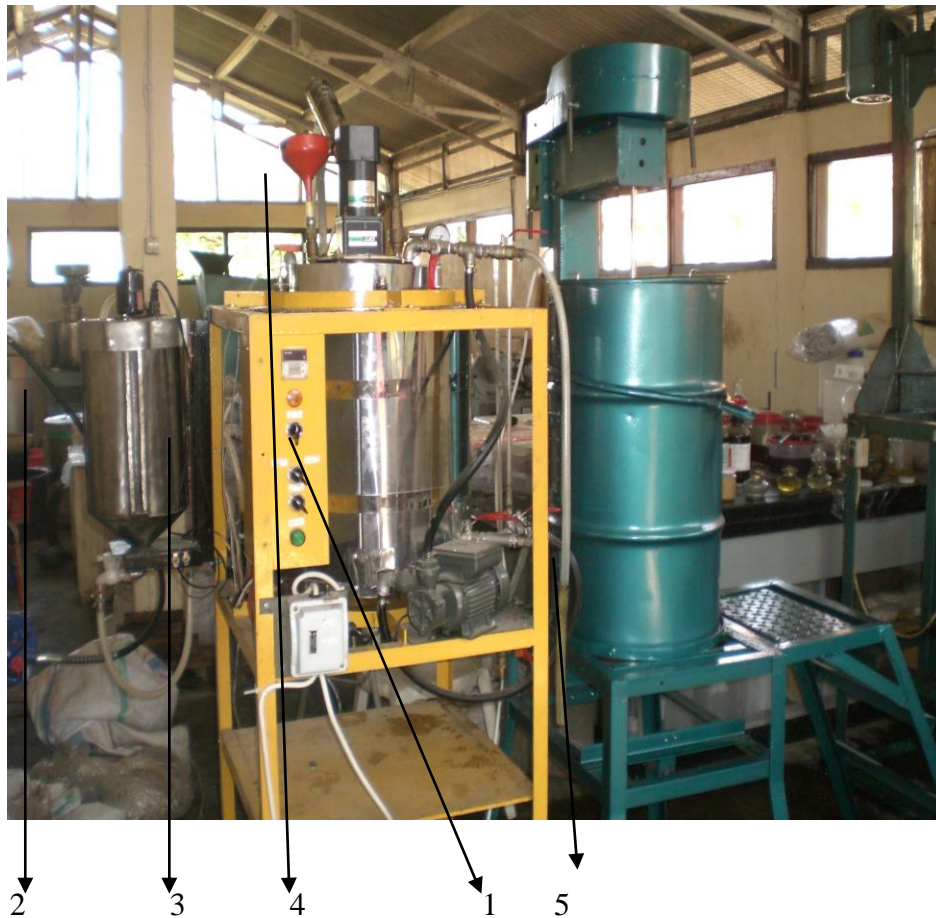
- a. Kapasitas kempa 5 kg/proses, dalam 1 hari (8 jam) dapat dilakukan 6–7 kali pengempaan, setara 30–35 kg biji/hari.
- b. Rendemen minyak 23–25% (dengan pemanasan 55–60°C); jika tidak ada fasilitas listrik, dapat dilakukan pengempaan dingin/tanpa pemanasan, dengan rendemen minyak 17–19%, sisa minyak dalam bungkil dapat dikempa lagi.
- c. Penggilingan biji jarak tidak perlu halus, cukup asal biji pecah-pecah,

Diagram proses transesterifikasi minyak jarak pagar disajikan pada Gambar 3, sedangkan unit peralatan yang dirancang bangun untuk

mengolah minyak jarak pagar menjadi metil-ester disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram alir proses transesterifikasi minyak jarak pagar



Keterangan:

1. Ketel reaksi/pengadukan
2. Ketel reaksi/pengadukan metanol dengan KOH
3. Kontrol panel
4. Motor pengaduk (motor listrik)
5. Ketel pemisah ME/biodiesel. Ketel dapat digunakan untuk mencuci biodiesel kasar jika diperlukan.
6. Kapasitas 20 l minyak/proses setara 60 l minyak per hari.

Gambar 4. Alat pengolahan minyak jarak menjadi metil-ester/biodiesel (kasar)

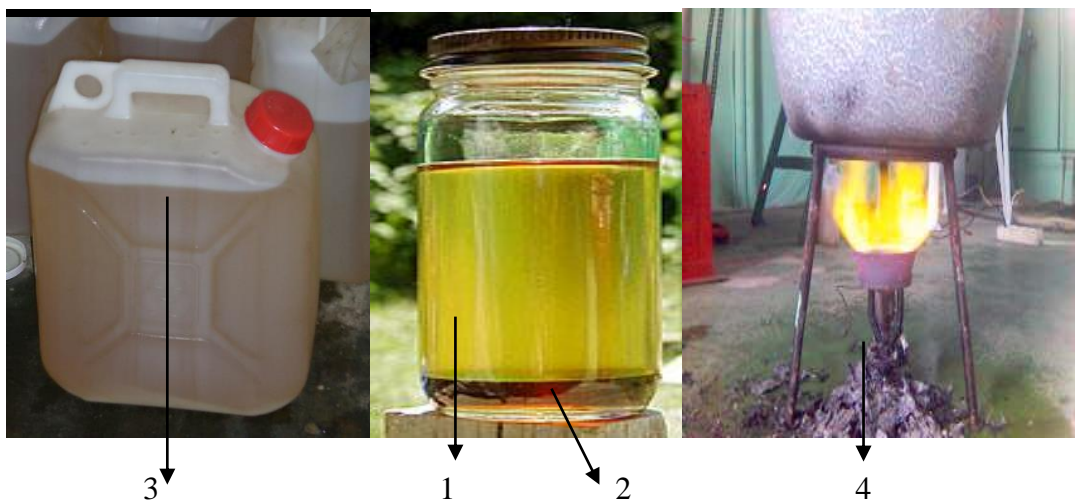
Cara pengolahan:

- Campurkan 1 bagian (volume) metanol teknis dengan 0,05 bagian KOH teknis di dalam ketel No. 2, diaduk selama 30 menit sampai KOH dan metanol terlarut (menjadi larutan metoksida).
- Isi ketel No. 1 dengan 5 bagian (volume) minyak jarak bersih, kemudian panaskan ketel pada suhu 60–65°C dengan mengatur kontrol suhu, selanjutnya pindahkan larutan metoksida ke dalam ketel No.1 (dengan pompa atau dituangkan).

- Diaduk dengan pengaduk listrik (300 rpm) selama 60 menit, kemudian pindahkan cairan hasil reaksi transesterifikasi tersebut ke tangki penampung (jeriken atau ember) yang selanjutnya dituangkan ke ketel pemisah. Biarkan 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan cairan yang terpisah.
- Lapisan bagian atas adalah ME/biodiesel kasar, sedangkan lapisan bawah: gliserol. Setelah pemisahan terlihat jelas, keluarkan gliserol dengan membuka keran pengeluaran di bawah ketel (gliserol ditampung dalam jeriken dan ditutup).
- Selanjutnya cairan ME/biodiesel kasar dikeluarkan dan ditampung dengan jeriken dan ditutup. Cairan ini bisa digunakan sebagai bahan bakar kompor atau lampu minyak/petromaks.
- Jika akan dibuat biodiesel murni, cairan tadi dimurnikan dengan pencucian atau menyemprotkan air di bagian atas ketel pencuci sambil di-

lakukan pengadukan perlahan (75–100 rpm) selama 1 jam. Kemudian diamkan sampai terjadi pemisahan cairan (biodiesel di bagian atas, sedangkan bagian bawah adalah campuran air, sisa metanol dan sabun yang terbentuk waktu proses transesterifikasi). Pencucian dapat diulang sampai dihasilkan biodiesel jernih kekinangan. Untuk menghilangkan sisa air, dapat dilakukan pengeringan dengan pemanasan/pengeringan vakum.

Rendemen metil-ester kasar dengan proses dan alat pengolahan tersebut di atas adalah 83–85%. Karakteristik metil-ester kasar hasil proses transesterifikasi dengan unit pengolahan yang telah dirancang bangun, berdasar proses pada Gambar 2, tersaji pada Tabel 2, sedangkan keragaan hasil uji metil-ester tersebut pada kompor tekan, kompor sumbu, dan lampu minyak (teplok) tersaji pada Gambar 6.



Keterangan:

- (1) cairan ME/biodiesel kasar di atas dan gliserol di bawah (hasil pemisahan), (2) cairan gliserol
 (3) cairan ME/biodiesel kasar yang diproduksi unit alat pengolahan, (4) keragaan kompor tekan berbahan bakar ME/biodiesel kasar

Gambar 5. Keragaan kompor tekan dengan bahan bakar metil-ester kasar

Tabel 2. Karakteristik fisiko-kimia metil-ester kasar hasil transesterifikasi minyak jarak pagar pada perlakuan terbaik (nisbah molar 7:1 setara nisbah volume minyak dengan metanol 5:1, dengan waktu reaksi 85 menit)

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kadar air (%)	0,23
2.	Bilangan asam (mg KOH/g minyak)	0,17
3.	Viskositas (cSt)	5,69
4.	Densitas (g/cm ³)	0,876
5.	Nilai kalor (kcal/kg)	5 610
6.	Titik nyala /flash point (°C)	118

Pengujian pada kompor tekan menunjukkan bahwa metil-ester dapat digunakan sebagai alternatif pengganti minyak tanah, dengan kinerja: (a) lama mendidihkan satu liter air 2–3,3 menit, (b) konsumsi bahan bakar (ME) 13,9–22,3 l/menit, (c) nyala api kontinu berwarna kuning kebiruan. Kinerja ini umumnya mendekati kinerja minyak tanah. Pengujian pada kompor sumbu menunjukkan bahwa sumbu pita dapat digunakan dibanding sumbu bundar, namun keduanya menunjukkan kinerja

lebih rendah dibanding minyak tanah dan cenderung menghabiskan komponen sumbunya yang cepat habis terbakar. Pengujian pada lampu minyak sumbu relatif lebih baik dibanding kompor sumbu, dengan lama nyala maksimum 6 jam 30 menit.

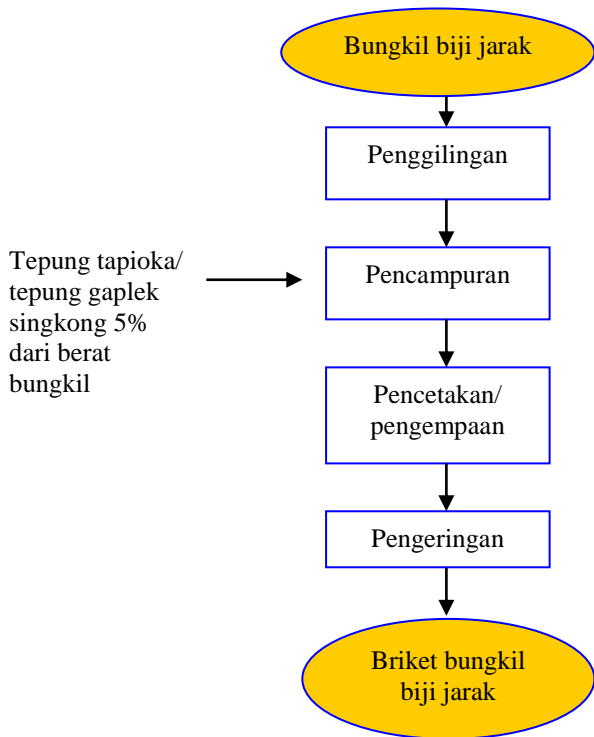
TEKNOLOGI PEMBUATAN BRIKET BUNGKIL JARAK PAGAR

Bungkil jarak pagar yang merupakan ampas biji yang telah diekstrak minyaknya dengan cara pengempaan mekanis, masih mengandung sisa minyak 5–10%, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar biomassa. Pengolahannya menjadi briket akan lebih memudahkan penggunaannya sebagai bahan bakar untuk tungku/anglo. Proses pembuatan briket tersaji pada Gambar 7, sedangkan unit peralatan pencetak briket disajikan pada Gambar 8 dengan kapasitas 90–100 briket/8jam.



Keterangan: (5), (6), dan (7) Keragaan kompor tekan, lampu teplok, dan kompor sumbu berbahan bakar metil-ester/bio-diesel kasar.

Gambar 6. Keragaan kompor sumbu dan lampu teplok dengan bahan bakar metil ester kasar



Gambar 7. Diagram alur pembuatan briket bungkil jarak pagar



Keterangan: (1) Plat alas cetakan, (2) Dongkrak 20 ton, (3) Plat penekan, (4) Pengukur tekanan

Gambar 8. Alat pencetak briket biomassa

Cara pengolahan:

- Bungkil biji jarak digiling agak halus, kemudian diaduk merata dengan perekat tepung tapioka atau tepung gaplek singkong. Untuk membuat perekat, tepung tadi ditimbang sesuai konsentrasi yang diinginkan (5% dari berat bungkil). Campur dengan air sebanyak 40–50% dari berat bungkil. Masukkan tepung sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang berisi air sambil diaduk-aduk di atas pemanas sampai perekat merata sempurna. Perekat siap diguna-

kan apabila campuran air dan tepung sudah mengental.

- Adonan kemudian dimasukkan dalam cetakan (No. 1), kemudian dilakukan pengempaan Briket yang sudah dicetak kemudian dikeringkan dalam oven suhu 60°C selama 24 jam atau dijemur 3 hari (sampai kadar air 5–6%)
- Briket siap digunakan untuk bahan bakar tungku/anglo.
- Pencetakan briket secara sederhana dapat menggunakan cetakan batang bambu ukuran panjang 10 cm. Pengempaan/pemadatan bungkil dilakukan dengan kayu.



Keterangan: (1) Keragaan anglo dengan bahan bakar briket bungkil jarak pagar, (2) Briket yang dihasilkan dengan cetakan dari bambu, (3) Briket yang dicetak dengan mesin, partikelnya lebih halus dan padat/keras.

Gambar 9. Briket bungkil jarak pagar dan keragaannya sebagai bahan bakar tungku/anglo

Keragaan hasil uji pembakaran briket pada tungku tersaji pada Gambar 9.

DAFTAR PUSTAKA

- Kandpal, J.B. and M. Madan. 1995. *Jatropha curcas*: A renewable source of energy for meeting future energy need. *Renewable Energy* 6(2):159–160.
- Khan, A.K. 2002. Research into biodiesel kinetics and development. The University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia.
- Ma, F. and M.A. Hanna. 2001. Biodiesel production: A review. *Bioresource Tech.* 70:77–82.
- Soerawidjaja, T.H., T.P. Brodjonegoro, dan I.K. Reksowardoyo. 2005. Memobilisasi upaya penegakan

industri biodiesel di Indonesia. Pusat Penelitian Pendayagunaan Sumber Daya Alam dan Pelestarian Lingkungan ITB, Bandung.

- Stumpf, E. and W. Muhlbauer. 2002. Plant oil as cooking fuel: Development of a household cooking stove for tropical and sub-tropical countries, Inst. For Agr. Eng. *In the Tropics and Sub-tropics*. Hohenheim Univ., Stuttgart, Germany.
- Swern, D. 1982. *Bailey's industrial oil and fat products*. 4th Ed. Volume II, John Wiley and Sons. New York.

DISKUSI

- Tidak ada pertanyaan.