

**MODIFIKASI DAN UJI KINERJA KOMPOR BERTEKANAN TIPE
TABUNG DENGAN BAHAN BAKAR MINYAK JARAK PAGAR
(*Jatropha curcas* L.)**

*Modification and Performance Test of A Tube Type Pressure Stove using
Jatropha curcas Oil Fuel*

Gatot S.A. Fatah*, Abi D. Hastono, Soebandi

Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jl. Raya Karangploso Km. 4 - Malang
*Penulis Korespondensi: email gsafatah@gmail.com

ABSTRAK

Krisis energi masih menjadi masalah yang belum sepenuhnya teratasi. Minyak tanah yang merupakan sumber energi utama untuk kebutuhan memasak sehari-hari harganya sangat mahal, bisa mencapai Rp. 8000,-/L. Meskipun telah dilaksanakan konversi energi dari minyak tanah ke LPG (liquid petroleum gas), namun beberapa pengguna masih tetap menggunakan minyak tanah karena alasan keamanan. Sampai saat ini, kompor bertekanan berbahan bakar minyak tanah atau biasa disebut tipe tabung masih digunakan oleh pengguna atau pedagang kaki lima untuk menjual makanan gorengan. Dengan memodifikasi cawan tempat spiritus dan penambahan pipa pelindung panas, diharapkan kompor tersebut dapat digunakan dengan bahan bakar minyak nabati. Beberapa minyak nabati yang dapat dipergunakan sebagai bahan bakar misalnya minyak dari biji jarak pagar, kapas dan kapuk mempunyai potensi untuk digunakan pengganti minyak tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan prototipe kompor bertekanan tipe tabung yang berbahan bakar minyak jarak pagar dengan memodifikasi kompor bertekanan yang sudah ada, dari berbahan bakar minyak tanah menjadi berbahan bakar minyak nabati. Hasil modifikasi dan uji kinerja diperoleh prototipe kompor tipe tabung yang berbahan bakar minyak jarak pagar. Uji kinerja dilakukan dengan hasil sebagai berikut: konsumsi bahan bakar 1250 mL/jam; pemanasan awal 17 menit; waktu yang diperlukan untuk mendidihkan 2 liter air adalah 5 menit; tingkat kebisingan 88.2 dB dan warna nyala api biru kemerahan.

Kata kunci: modifikasi, kompor bertekanan, bahan bakar, minyak jarak pagar.

ABSTRACT

*Energy crisis is a problem that still has not been fully resolved. Kerosene as one of the main source of energy for daily cooking is relatively expensive. It can cost up to Rp. 8000,-/L. Although energy conversion from kerosene to LPG has been carried out by the government of Indonesia, but some users still prefer kerosene for security reasons. Until now, pressure stove or kerosene-fueled stoves commonly called tube type are still used by users to fry fried foods. By modifying mainly on the part of the wind shield tube it is expected that pressure stove tube type can be used bio oil. Some bio-oil which come from *jatropha curcas*, cottonseed oil and kapok oil have potential to be used as bio fuel. The aim of the research and modification was to get pressure stoves prototype by using bio-oil by modification of pressure stoves as a substitution of kerosene pressure stoves. The result of modification and engineering of pressure stoves, could be got some prototypes pressure stoves that was pressure stove tube type. The result performance test is done using *jatropha* oil as follows : fuel consumption 1250 mL/hour; pre-heating 17 minutes; boiling time of 2 litre of water 5 minutes; the noise levels was 88.2 dB and the flame colour was reddish blue.*

*Keywords: modification, pressure stove, *Jatropha curcas*, fuel oil.*

PENDAHULUAN

Krisis energi yang terjadi di dunia, menyebabkan kenaikan harga bahan bakar minyak bumi. Indonesia pengguna bahan bakar minyak (BBM) mencapai 1.3 juta kilo liter per tahun, sedangkan kemampuan kilang BBM Pertamina hanya 0.9 juta kilo liter per tahun (Hida, 2012). Salah satu dari BBM tersebut adalah minyak tanah yang merupakan sumber energi utama untuk kebutuhan memasak sehari-hari. Meskipun Pemerintah telah melaksanakan konversi energi dari minyak tanah ke LPG, namun minyak tanah tetap tidak dapat ditinggalkan karena sulitnya merubah budaya serta alasan keamanan. Menurut Prihandana *et al.* (2007), jenis energi yang digunakan untuk memasak sebesar 70.40% berasal dari minyak tanah, listrik dan LPG masing-masing sebesar 23.71 dan 5.29%.

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan salah satu tanaman sumber minyak nabati yang mendapat perhatian untuk dikembangkan di daerah tropika. Minyak jarak pagar dapat dihasilkan dari ekstraksi biji kering baik secara mekanis maupun kimiawi. Kandungan minyak dalam biji utuh berkisar 30 - 40%, sedangkan dalam *kernel* berkisar 40-50% basis kering (Soerawidjaja *et al.*, 2005; Kandpal dan Madan, 1995). Hasil ekstraksi mekanis berupa minyak mentah (*crude oil*) yang jika dijernihkan dengan pengendapan, dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor bertekanan. Nilai kalor minyak jarak pagar sebesar 39.65 MJ/kg tidak berbeda jauh dengan minyak tanah yaitu sebesar 43.50 MJ/kg sehingga minyak nabati ini dapat digunakan sebagai pengganti minyak tanah sebagai bahan bakar (Stumpf dan Muhlbauer, 2002). Namun karena titik nyala minyak jarak pagar mencapai 340 °C sehingga tidak mudah terbakar, maka diperlukan penyalaan awal lebih lama untuk operasional kompor bertekanan.

Minyak nabati yang diperoleh langsung dari pengepresan tanpa mengalami proses fisik dan kimiawi lebih lanjut biasanya masih mempunyai viskositas dan kandungan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki seperti gum yang tinggi. Minyak tersebut sulit digunakan untuk bahan bakar baik untuk keperluan rumah tangga seperti lampu

penerangan maupun kompor masak, karena jika dibakar akan menghasilkan atomisasi bahan bakar yang rendah dan pembakaran yang tidak sempurna serta terbentuknya deposit karbon dan residu polimerisasi asam lemak hasil pembakaran. Dalam lampu sumbu, terbentuknya deposit karbon akan mengurangi suplai minyak dalam sumbu yang mempengaruhi nyala api (Prastowo, 2008).

Kandungan minyak dalam biji jarak pagar utuh berkisar 30-40%, sedangkan dalam *kernel* berkisar 40-50% (basis kering). Secara kimiawi, minyak jarak pagar merupakan trigliserida yang tersusun oleh asam lemak palmitat, stearat, oleat, linoleat, dan asam lemak lainnya dengan asam lemak yang dominan yaitu oleat 44.8% dan linoleat 34% (Kandpal dan Madan, 1995).

Beberapa Kementerian telah melaksanakan Program Desa Mandiri Energi guna meningkatkan ketahanan energi di pedesaan dengan menggunakan potensi energi setempat meliputi bahan bakar nabati dan non bahan bakar nabati untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga maupun kegiatan produktif (Ariati, 2008). Kompor bertekanan pada umumnya adalah kompor berbahan bakar minyak tanah yang mengoperasikannya dengan merubah fase cair minyak tanah menjadi fase gas melalui pemanasan dan pemberian tekanan sehingga bahan bakar yang keluar dari nosel sudah berwujud gas. Kompor-kompor tipe tekan ini banyak dijumpai di pasaran untuk keperluan usaha penggorengan baik jajanan maupun masakan. Selain itu juga digunakan untuk keperluan industri seperti: pengovenan tembakau virginia, keramik, pencairan aspal, dan lain-lain.

Mahalnya harga minyak tanah menyebabkan kompor-kompor bertekanan yang sudah tersedia menjadi tidak digunakan lagi. Kompor bertekanan yang dipergunakan dalam penelitian adalah tipe tabung. Kompor tersebut dapat dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar nabati antara lain: minyak dari biji-biji kapas, kapuk dan jarak pagar, tetapi harus dimodifikasi terlebih dahulu dengan sedikit menambah pelindung panas dan memperbesar tempat spiritus sehingga penyalaan awal (*preheating*) menjadi lebih lama. Modifikasi tersebut diperlukan agar

fase cair dari minyak nabati dapat berubah menjadi fase gas dengan sempurna dan stabil selama operasional. Modifikasi perlu dilakukan agar nyala api tetap stabil selama operasional. Dengan memodifikasi kompor bertekanan maka diperoleh kompor yang dapat dioperasikan dengan menggunakan bahan bakar nabati sehingga alternatif penggunaan kompor bertekanan dapat menjadi pilihan para pengguna.

Penelitian dan perancangan ini bertujuan untuk mendapatkan prototipe kompor bertekanan atau tipe tekan dengan cara memodifikasi kompor bertekanan sehingga yang semula dioperasikan dengan bahan bakar minyak tanah menjadi dapat dioperasikan dengan bahan bakar minyak nabati.

Kompor bertekanan tidak dapat dioperasikan jika menggunakan bahan bakar minyak jarak pagar karena viskositasnya sebesar 75.7 dan suhu pembakarannya mencapai 340 °C. Agar dapat menyala dengan sempurna, fase cair dari bahan bakar harus diubah menjadi fase gas sehingga diperlukan desain khusus terutama pada bagian pengabut. Muller *et al.* (2007) dari Hohenheim University telah mendesain kompor bertekanan dengan bahan bakar minyak nabati. Kompor tersebut dapat dioperasikan dengan baik menggunakan bahan bakar minyak jarak pagar, minyak kelapa dan kelapa sawit tanpa dicampur dengan minyak tanah. Konsumsi bahan bakar untuk minyak jarak pagar, sawit dan kelapa masing-masing sebesar 296, 307, dan 298 mL/jam, sedangkan berat residu karbon untuk minyak jarak pagar, sawit dan kelapa masing-masing sebesar 0.31, 1.18, dan 0.23 g/kg BBM.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan adalah minyak nabati berupa minyak jarak pagar, sedangkan alat terdiri atas: Tangki bahan bakar untuk menampung bahan bakar, slang tembaga untuk menyalurkan bahan bakar ke kompor, kerangka kompor untuk menyangga kompor, vaporizer berupa tabung untuk mengabutkan bahan bakar, spuyer untuk mengeluarkan bahan bakar, pipa pelindung nyala api untuk

mengarahkan api, pompa untuk memompa tangki bahan bakar, alat laboratorium pendukung lainnya.

Tempat dan waktu

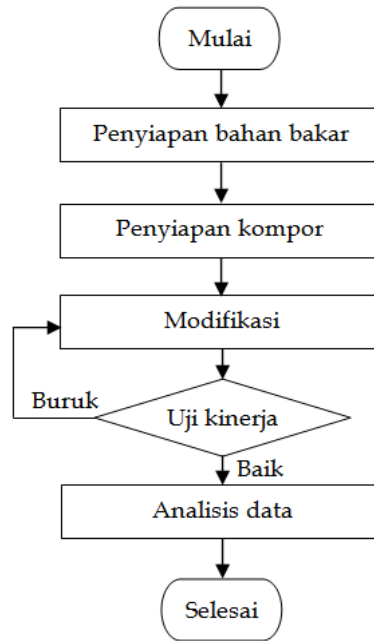
Kegiatan penelitian dan perancangan dilaksanakan di laboratorium dan bengkel Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat di Malang. Kegiatan akan dilaksanakan pada tanggal 1 Maret 2011 sampai dengan tanggal 30 November 2011.

Kegiatan modifikasi dan uji kinerja kompor dilakukan dengan urutan kerja sebagai berikut: Pertama dilakukan modifikasi kompor brose tipe tabung dengan beberapa komponennya, seperti ukuran nosel, diameter dalam dan luar tabung menyesuaikan dengan kompor tipe semawar. Pada bagian pipa pelindung nyala api diberikan pipa pengarah agar api dapat diarahkan ke atas selama operasional. Panjang pipa kompor disesuaikan agar aliran bahan bakar minyak jarak pagar *laminar* atau mengalir dengan halus. Kemudian dilakukan uji kinerja kompor, menggunakan bahan bakar nabati yaitu minyak jarak pagar yang telah mengalami perendaman dan penyaringan.

Metode

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan kegiatan, antara lain yaitu: penyiapan bahan bakar minyak nabati (jarak pagar), penyiapan kompor bertekanan tipe tabung, pelaksanaan modifikasi kompor bertekanan tabung, pelaksanaan uji kinerja menggunakan bahan bakar minyak jarak pagar, analisa data dan pelaporan. Adapun bagan alir penelitian modifikasi dan uji kinerja kompor bertekanan tipe tabung dapat dilihat pada Gambar 1. Apabila hasil uji kinerja menunjukkan hasil yang kurang baik (buruk) maka modifikasi akan dilakukan kembali sampai menghasilkan hasil uji kinerja yang baik.

Sebelum dilakukan penyaluran bahan bakar minyak jarak pagar dianalisis terlebih dahulu kadar angka asam dan asam lemak bebasnya. Selama pengujian dilakukan pengamatan terhadap: warna nyala api, suhu tertinggi nyala api, waktu yang diperlukan untuk mendidihkan 2 liter air, konsumsi bahan bakar, dan angka kebisingan.



Gambar 1. Bagan alir pelaksanaan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi dan uji kinerja kompor tipe tabung

Modifikasi kompor bertekanan tipe tabung yang dapat dioperasikan menggunakan bahan bakar minyak jarak pagar telah dilakukan. Modifikasi pada bagian tabung dilakukan dengan cara melakukan pengukuran diameter kompor semawar yang telah ada dipasaran. Hal demikian dilakukan agar pemanasan minyak jarak pagar lebih sempurna. Modifikasi lainnya adalah dengan memperbesar diameter nosel dari 0.07 cm menjadi 0.10 cm. Panjang kompor 105 cm, bertujuan untuk mengatur aliran bahan bakar menuju tabung agar alirannya *laminar* atau lebih stabil. Kompor tipe tabung ini dilengkapi dengan pipa pelindung dan penerus nyala api. Tujuannya adalah untuk mengarahkan agar nyala api dapat diarahkan ke atas. Dimensi kompor brok tipe tabung dapat dilihat pada Tabel 1. Adapun gambar kompor bertekanan tipe tabung hasil modifikasi pada saat dinyalakan dapat dilihat pada Gambar 2 dan sebagai pembandingan adalah kompor bertekanan ITB dan Protos (Gambar 3a dan 3b)

Analisis Sifat Fisik dan Kimia Bahan Bakar Minyak Nabati

Untuk tahapan pengujian prototipe kompor bertekanan tipe tabung digunakan minyak nabati berasal dari biji jarak pagar. Biji dari tanaman tersebut di-pres menggunakan *screw press* yang sesuai sehingga diperoleh minyak kasar (*crude oil*) yang masih tercampur dengan *sludge*. Selanjutnya minyak kasar diendapkan selama dua hari sampai terlihat jelas adanya perbedaan tingkat kejernihan, yaitu minyak bagian atas lebih jernih dibanding bagian bawah. Minyak bagian atas kemudian dipisahkan tersendiri dan digunakan sebagai bahan bakar kompor bertekanan. Sedang bagian bawah yang banyak mengandung *sludge* tidak digunakan sebagai bahan bakar kompor bertekanan (Prastowo, 2008).

Sebelum digunakan sebagai bahan bakar kompor untuk penelitian ini, minyak kasar dari ketiga jenis tersebut dianalisa kadar asam lemak bebas, angka asam, nilai kalor, viskositas, densitas dan *flash point*, sebagai pembandingan analisa maka dilakukan pada minyak nabati kapas dan kapuk. Hasil analisa dari ketiga minyak nabati dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Dimensi kompor tipe tabung

Dimensi	Satuan (cm)
Panjang kompor	105.0
Panjang tabung	10.0
Panjang pipa penahan panas	34.0
Tinggi pipa penahan panas	31.5
Diameter tabung dalam	7.0
Diameter tabung luar	10.0
Diameter pipa penahan panas	13.0
Diameter nosel	0.1

Tabel 2. Hasil analisis kadar air, asam lemak bebas (ALB), angka asam, nilai kalor, viskositas, densitas dan *flash point* dari ketiga macam minyak nabati.

Jenis minyak	Kadar air (%)	ALB (%)	Angka asam	Nilai kalor (cal/g)	Viskositas (m ² /s)x10 ⁻⁴	Densitas (g/mL)	Flash point (°C)
Jarak pagar	0.05	8.11	16	9493.100	13789	0.909	241
Kapas	0.34	91.69	201	9237.341	14536	0.907	320
Kapuk	0.14	20.23	44	9435.765	13549	0.910	191

Dari hasil analisa kadar asam lemak bebas (ALB) dan angka asam, minyak kapas dan kapuk mempunyai nilai sangat besar dibanding minyak jarak pagar. Kadar ALB di atas 20% akan mengakibatkan kesulitan dalam proses penyalan. Selain itu asam memiliki sifat korosif, jika digunakan sebagai bahan bakar, maka pada suhu yang tinggi asam lemak bebas bereaksi dengan logam seperti besi, seng, timbal, mangan, kobal, dan timah yang dapat menyebabkan kerusakan komponen yang terbuat dari bahan logam (Hidayat *et al.*, 2007).

Menurut Sudrajat (2007), tingginya keasaman disebabkan karena terjadinya proses oksidasi hasil reaksi antara faktor internal seperti kandungan asam lemak tidak jenuh berantai rangkap, enzim pemecah lemak (lipase, lipoksidase dan lipolitik), mikroba alami dari jenis bakteri, jamur, dan yeast dengan faktor eksternal seperti udara, aerasi, pemanasan, air, kation logam atau bahan kimia. Selain itu tingginya ALB dan bilangan asam diduga karena mutu biji kapas dan kapuk yang digunakan tidak baik serta telah disimpan cukup lama. Saat ini, untuk pengujian kompor bertekanan menggunakan bahan bakar nabati hanya dari minyak kasar jarak pagar. Saat ini, untuk bahan bakar minyak

kapas dan kapuk sedang diproses dari biji kapas dan kapuk yang bermutu baik agar diperoleh minyak dengan kadar ALB dan angka asam yang sesuai untuk bahan bakar kompor bertekanan. Dari hasil analisa ketiga minyak nabati tersebut, minyak kapas mempunyai *flash point* tertinggi yaitu sebesar 320 °C, disusul minyak jarak pagar 241 °C, dan terendah minyak kapuk sebesar 191 °C. Dengan demikian titik nyala dari minyak nabati kapas tertinggi sedangkan minyak kapuk terendah.

Modifikasi dan rekayasa kompor bertekanan.

Modifikasi yang dilakukan pada kompor tipe tabung telah dilakukan, uji kinerja menggunakan bahan bakar minyak jarak pagar. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Konsumsi bahan bakar minyak jarak pagar hasil pengujian pada kompor tipe tabung sebesar 1250 mL/jam, sedangkan kompor bertekanan tipe ITB (Reksowardojo, 2005) sebesar 336 mL/jam. Konsumsi bahan bakar kompor bertekanan tipe tabung lebih tinggi dibandingkan kompor bertekanan sebelumnya. Hal ini dimungkinkan karena konstruksi kompor yang berbeda, pada kompor ITB menggunakan tabung



a. Kompor tipe tabung saat awal dinyalakan



b. Kompor tipe tabung, lengkap dengan besi penahan

Gambar 2. Hasil modifikasi kompor tipe tabung



a. Kompor bertekanan tipe ITB (Reksowardojo, 2005)



b. Kompor bertekanan tipe Protos (Prastowo, 2008)

Gambar 3. Modifikasi kompor bertekanan pada penelitian sebelumnya

Tabel 3. Hasil pengujian kompor tipe tabung.

Jenis kompor bertekanan	Konsumsi bahan bakar (mL/jam)	Pre-heating (menit)	Suhu tertinggi (°C)	Waktu untuk mendidihkan 2 liter air (menit)	Tingkat kebisingan (dB)	Warna nyala api
Tipe tabung	1250	17	409	5	88.2	Biru kemerahan

evaporator dan nosel dimensi yang lebih kecil (Gambar 3a). Selain itu, konsumsi bahan bakar dipengaruhi juga oleh besarnya diameter nosel dan besarnya tekanan udara dalam tangki bahan bakar. Kompor tipe tabung ini menggunakan nosel dengan ukuran diameter 1 mm dengan tekanan udara dalam tangki bahan bakar sebesar 3 bar. Karakter bahan bakar

minyak nabati berbeda dengan bahan bakar minyak tanah pada penyalaan kompor bertekanan. Beberapa karakter tersebut antar lain viskositas, volatilitas, ketidak jenuhan dan kandungan bahan organik yang bila digunakan sebagai bahan bakar akan menghasilkan terbentuknya deposit karbon dan residu polimerisasi asam lemak hasil pembakaran. Deposit

karbon dan residu polimerisasi dapat menyebabkan penyumbatan *vaporizer* dan nosel sehingga bahan bakar minyak tidak bisa lancar keluar dari lubang nosel. Aliran bahan bakar minyak jarak pagar berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Untuk menanggulangi masalah terhambatnya aliran bahan bakar, biasanya dilakukan pembersihan secara berkala selama pengoperasian kompor.

Pemanasan awal atau *pre-heating* dilakukan dengan cara memanaskan ruang *vaporizer* sampai cairan minyak jarak pagar berubah menjadi bentuk uap pada saat keluar dari nosel. Lama *pre-heating* kompor tipe tabung adalah 17 menit. Hal ini merupakan waktu yang diperlukan kompor tipe tabung untuk memanaskan minyak nabati sehingga menjadi uap panas yang dapat dimanfaatkan *vaporizer* agar pemanasannya lebih efektif.

Tingkat kebisingan yang diukur dengan besaran desibel dari kompor tipe tabung pada saat penyalaan adalah 88.2 dB. Suara ini ditimbulkan dari tekanan uap minyak jarak bakar yang terbakar dan mengenai ruang *vaporizer*. Pada tingkat kebisingan tersebut disarankan operator menggunakan pelindung telinga (Soetirto dan Bashiruddin, 2001). Warna nyala api dari lubang nosel berwarna biru kemerahan. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi pembakaran yang cukup sempurna dan hampir sama dengan warna nyala api pada kompor berbahan bakar minyak tanah.

SIMPULAN

Kompor bertekanan tipe tabung dapat digunakan dengan menggunakan bahan bakar minyak nabati jarak pagar dengan melakukan modifikasi pada tempat penampungan spiritus dan penambahan pipa penahan panas. Uji kinerja kompor tipe tabung dihasilkan bahwa konsumsi bahan bakar 1.25 L/jam; *pre-heating* 17 menit; untuk mendidihkan air sebanyak 2 L diperlukan waktu 5 menit; tingkat kebisingan 88.2 dB dan warna nyala api biru kemerahan.

DAFTAR PUSTAKA

Ariati R. 2008. Program dan pengembangan desa mandiri energi di DESDM. *Temu Nasional Pengembangan Desa Mandiri Energi*. Denpasar.

Hidayat T, Sumangat, D, Risfaheri. 2007. Studi Proses Tranesterifikasi Minyak Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Lokakarya-II. Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar*. Bogor.

Hida RE, 2012. Dewan Energi Minta Pertamina Siapkan Stok BBM Untuk Sebulan.

<http://finance.detik.com/read/2012/10/24/140840/2071691/1034/dewan-energi-minta-pertamina-siapkan-stok-bbm-untuk-sebulan> dilihat tanggal 21 Desember 2012.

Kandpal JB and Madan M. 1995. *Jatropha curcas*: a renewable source of energy for meeting future energy needs. *Technical note. Renewable Energy* 6(2):159-160.

Muller J, Kratzeisen M, Weis K, Stumpf E, and Muhlbauer W. 2007. *Jatropha curcas* derivatives as alternative energy source for households. *Prosiding Lokakarya II Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Bogor, h.17-22.

Prastowo B. 2008. Inovasi teknologi pertanian mendukung pengembangan bahan bakar nabati. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Prihandana R, Hambali E, Mujdalipah S, dan Hendroko R. 2007. *Meraup untung dari jarak pagar*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta 108 hlm.

Reksowardojo IK, Surachman A, Tri Sigit P, Ibrahim, Soerawidjaja TH, Brojonegoro TP. 2005. *Pemakaian minyak jarak pagar (Jatropha curcas L.) pada kompor bertekanan*. Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor.

Soerawidjaja TH, Brojonegoro TP, Reksowardojo IK. 2005. *Memobilisasi upaya penegakan Industri Biodiesel di Indonesia*. Pusat Penelitian Pendayagunaan Sumberdaya Alam dan Pelestarian Lingkungan ITB, Bandung.

Soetirto I dan Bashiruddin J. 2001. Gangguan pendengaran akibat bising. *Simposium Penyakit THT Akibat Hubungan Kerja dan Cacat Akibat Kecelakaan Kerja*, Jakarta.

Stumpf E and Muhlbauer W. 2002. Plant oil as cook-ing fuel: Development of a Household Cooking Stove for Tropical and Subtropical Countries, Inst. For Agr. Eng. *In the Tropics and Subtropics*, Hohenheim Univ., Stuttgart, Germany.

Sudradjat HR, Setiawan D, Widyawati Y, Ariatmi R, Sahirman. 2007. Permasalahan dalam teknologi Pengolahan Biodiesel dari minyak jarak pagar. *Lokakarya-II. Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar*. Bogor.