

PENGEMBANGAN RANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN BIJI JARAK PAGAR DAN TEKNOLOGI PEMANFAATAN MINYAK JARAK

Bambang Heruhadi dan M. Sumarsono

Balai Besar Teknologi Energi (B2TE), BPPT, Cisauk, Tangerang 15314, Banten, Indonesia
E-mail: msumarsono@yahoo.com

ABSTRAK

Kegiatan penelitian dan pengembangan sistem pengolahan minyak jarak pagar menjadi bahan bakar alternatif pengganti BBM telah dilaksanakan secara intensif di Balai Besar Teknologi Energi (B2TE). Makalah ini menampilkan kegiatan penelitian dan pengembangan suatu mesin pengolah minyak jarak berkapasitas 40 kg/jam yang bisa dengan mudah dipindah-pindahkan, kompor MPS, arang briket limbah jarak pagar, kompor biomassa PORMASA. Hasil pengujian yang telah dicapai juga ditampilkan.

Kata kunci: Jarak pagar; ekstraksi minyak; energi; arang briket terkarbonisasi

ABSTRACT

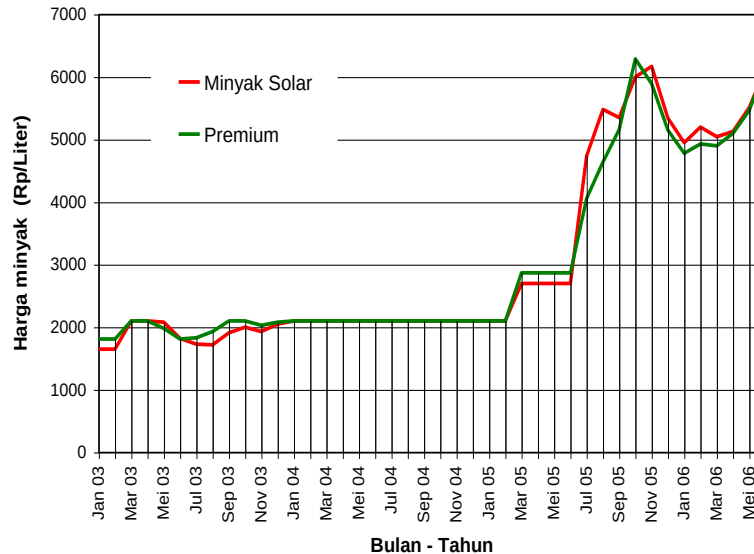
Research and Development activity on a processing system of jatropha curcas oil having been carried out intensively in the Energy Technology Center (B2TE) to become an alternative fuel for substituting fossil fuel. This paper describes the R&D of a mobile masterpieces of jatropha oil processing machine having capacity of 40 kg/hour. MPS stove briquette, briquette of jatropha waste and a PORMASA biomass stove are described. The test result are also described.

Keywords: *jatropha curcas, expeller, energy, carbonized briquette.*

1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat berdampak pada makin meningkatnya kebutuhan akan energi untuk memenuhi seluruh aktivitas kehidupan dan pertumbuhan ekonomi di seluruh Indonesia. Hal ini tentu saja menyebabkan kebutuhan bahan bakar cair juga meningkat. Mengingat jumlah pasokan dan cadangan minyak bumi Indonesia yang makin berkurang sehingga diperkirakan sebelum tahun 2015 Indonesia akan menjadi negara *net-importir* bahan baku minyak mentah. Saat ini Indonesia mengimpor hampir 5 – 6 milyar liter bahan bakar diesel, yang merupakan hampir 30% kebutuhan solar dalam negeri. Harga minyak bumi dunia meningkat tajam mencapai level USD 75/barrel pada bulan November 2005, menyebabkan harga bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia, termasuk solar industri, merangkak naik dengan pesat dari Rp. 2700/Liter hingga menjadi sedikit di atas Rp. 6000/Liter pada bulan November 2005 (Gambar 1). Kenaikan harga BBM ini memukul berbagai sektor termasuk sektor industri karena menimbulkan ekonomi biaya tinggi.

Semakin terbatasnya sumber energi konvensional (minyak bumi dan gas), mengharuskan kita untuk mencari sumber energi alternatif yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif sumber daya energi terbarukan sebagai substitusi bahan bakar minyak bumi adalah minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas L*).



Gambar 1. Perkembangan harga minyak Solar dan Premium untuk industri didalam negeri (Pertamina, 2006)

Peluang pemanfaatan jarak pagar sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN) adalah besar karena minyak jarak pagar tidak termasuk dalam kategori minyak yang dapat dimakan (*edible oil*),



sehingga tidak perlu bersaing dengan kebutuhan pangan. Dapat ditanam di daerah pedesaan baik sebagai monokulture maupun sebagai tanaman tumpangsari. Didasari aspek-aspek tersebut, industri minyak jarak pagar perlu dikembangkan di Indonesia melalui pembangunan pabrik minyak jarak skala perkebunan rakyat yang dapat di bangun di setiap kelurahan atau kecamatan yang menghasilkan biji jarak pagar. Untuk mendukung kegiatan ini, Balai Besar Teknologi Energi (B2TE) berperan aktif dalam riset dan pengembangan sistem pengolahan minyak jarak pagar menjadi bahan substitusi minyak konvensional. Disebelah kiri adalah foto biji jarak pagar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Minyak Jarak Pagar

Dari hasil penelusuran berbagai sumber diperoleh hal yang menarik bahwa minyak jarak pagar mempunyai sifat yang mendekati sifat minyak diesel terutama pada kerapatan jenisnya, bilangan setana, nilai kalor, dan nilai iodium. Kelemahan utama minyak jarak pagar sebagai bahan bakar pada mesin diesel stasioner adalah viskositasnya dan *flash point*-nya yang tinggi sehingga sulit untuk dinyalakan tanpa pemanasan awal. Kekentalannya dapat diturunkan dengan pencampuran minyak diesel (solar). Hal yang perlu diwaspadai adalah kadar keasamannya sehingga minyak ini sangat mudah tengik/rusak. Bilangan asam bisa menjadi tinggi sehingga dapat merusak mesin. Namun demikian terdapat beberapa teknologi untuk mengurangi kadar keasaman. ASTM PS-121 menyebutkan bahwa angka keasaman sebesar 0,6 adalah persyaratan maksimum yang diijinkan untuk otomotif (Sudrajat, 2006).

Tabel 1. Karakteristik Minyak Jarak Murni (MJM)

Parameter	MJM ^a	Biodiesel ^b	Minyak Diesel ^c
Densitas pada 15°C (g/cm ³)	0,917	0,87	0,84
Bilangan Setana	51	64	≥ 50
Nilai Kalor (kcal/kg)	9443,1 ^d	t.a.	10170
Nilai Iodium	97 ^c	96 – 105	Max. 115
Viskositas pada 30°C (cSt)	50,73	4,8	≥ 2,7
Flash Point (°C)	240	182	50
Kandungan Sulfur (ppm)	0,13	0,0068	≤ 1,2

Keterangan: ^a <http://jatropha.de>;^b Biodiesel BPPT, bahan baku CPO (Soni S. Wirawan, 2005);^c <http://journeytoforever.org/biodieselyield.html#ascend>;^d Minyak Jarak Murni B2TE

2.2. Kandungan Asam Lemak

Minyak jarak pagar merupakan salah satu trigliserida yang mendekati senyawa murni, karena mengandung sekitar 35-64% asam *oleat*, 19-42% asam *linoleat*, dan 2-4% asam *linolenat* (kelompok asam hidroksi). Sehingga minyak jarak merupakan satu-satunya minyak yang kandungan asam lemak terbesarnya adalah asam hidroksi. Komposisi asam lemak pada minyak jarak dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Kandungan Asam Lemak Minyak Jarak Pagar (Sudrajat, 2006)

Jenis Asam Lemak	Sifat dan Komponen	Komposisi (%)
Asam Oleat	Tidak jenuh, C18 : 1	35 – 64
Asam Linoleat	Tidak jenuh, C18 : 2	19 – 42
Asam Linolenat	Tidak jenuh, C18 : 3	2 – 4
Asam Palmitat	Jenuh, C16 : 0	12 – 17
Asam Stearat	Jenuh, C18 : 0	5 – 10

Minyak jarak pagar didominasi asam lemak tidak jenuh yang memiliki ikatan rangkap 1, 2 dan 3, yaitu: *oleat*, *linoleat* dan *linolenat* yaitu asam lemak. Proses oksidasi pada ikatan

rangkap tersebut menyebabkan bilangan asam minyak jarak pagar mudah menjadi tinggi mencapai kisaran 10 sampai 40.

3. PENGEMBANGAN SISTEM PENGOLAHAN MINYAK JARAK DI B2TE

3.1. R&D Minyak Jarak Pagar

Kegiatan penelitian dan pengembangan (litbang) di B2TE diawali tahun 2004 dengan adanya *gentleman agreement* antara B2TE, NEDO dan MiRI (*Mitsubishi Research Institute*) untuk memulai R&D bersama di bidang minyak jarak pagar sebagai substitusi BBM. Pada kunjungan pertama ke Nusa Tenggara Barat (NTB) oleh wakil-wakil dari ketiga institusi itu diperoleh gambaran bahwa NTB memiliki potensi tinggi sebagai wilayah untuk penanaman jarak pagar. Selanjutnya, kunjungan dilakukan juga ke Nusa Tenggara Timur (NTT). Pada perjalanan perkembangannya, NEDO dan MiRI mengajak ITB untuk bermitra dan meninggalkan B2TE.

Studi potensi keenergian di propinsi NTT sebagai dasar kelayakan pengembangan tanaman jarak pagar sebagai sumber energi alternatif dilaporkan B2TE (2004) dalam buku berjudul “*Application of Jatropha Oil for Fossil Fuel Substitution for Power Electric Generation Systems in NTT Province*”.

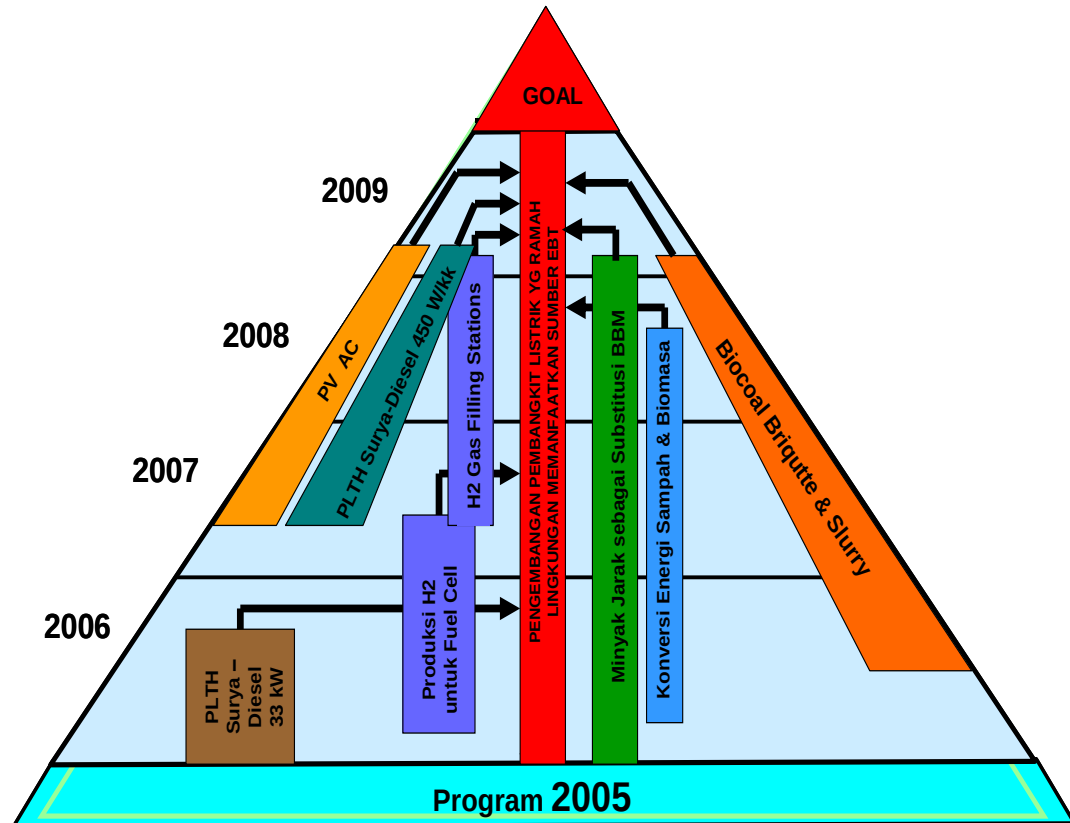
Selanjutnya sejak tahun anggaran 2005 berbarengan dengan kegiatan litbang lainnya di bidang sumber energi terbarukan, kegiatan terkait dengan *biofuel* diarahkan pada pengembangan peralatan ekstraksi minyak jarak pagar.

3.2. Piramida program bidang energi terbarukan

Untuk memantapkan kesinambungan kegiatan penelitian dan pengembangan minyak jarak pagar sebagai substitusi BBM, maka disusunlah kegiatan ini sebagai bagian rencana kegiatan penelitian dan pengembangan program bidang energi terbarukan dari tahun anggaran 2006 sampai dengan 2009 sebagaimana diberikan pada Gambar 2. Adapun maksud dan tujuan penelitian dan pengembangan minyak jarak pagar sebagai substitusi BBM adalah:

- 1) Memperbesar basis sumber daya bahan bakar cair berbahan baku minyak nabati di Indonesia
- 2) Mengurangi impor BBM dan memperkuat suplai bahan bakar dalam negeri
- 3) Meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat di pedesaan sehingga merupakan salah satu upaya penanggulangan kemiskinan dan dapat mengurangi urbanisasi
- 4) Meningkatkan kemampuan nasional dalam teknologi pertanian dan industri penyediaan minyak bakar yang ramah lingkungan.

PIRAMIDA PROGRAM BIDANG ENERGI TERBARUKAN



Gambar 2. Piramida Program Bidang Sumber Energi Terbarukan B2TE

4. KONSEP PABRIK MINYAK JARAK TERINTEGRASI

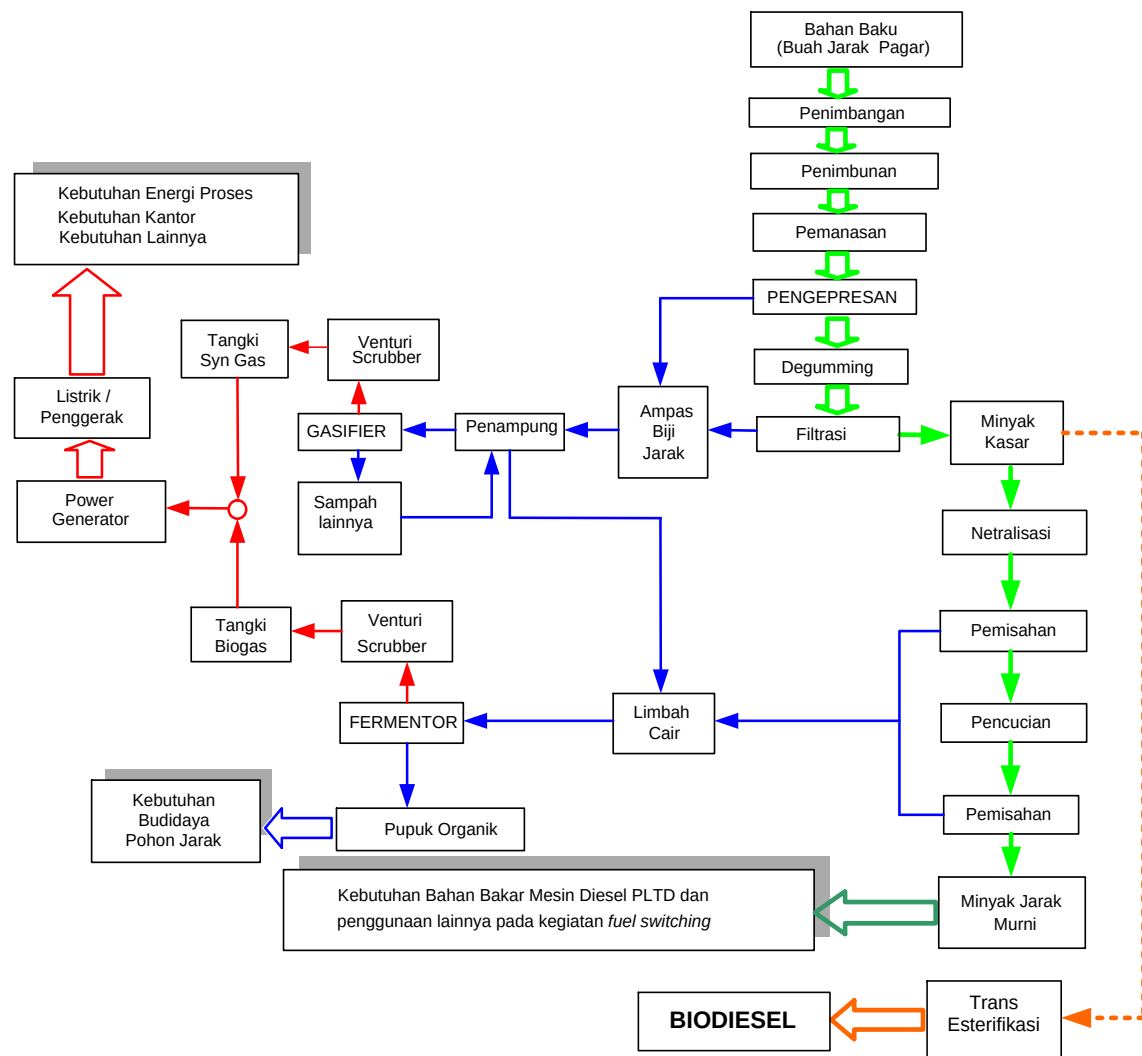
Pengepresan biji jarak untuk mengekstraksi minyaknya merupakan salah satu komponen dalam rangkaian proses suatu pabrik minyak jarak. Sumarsono (2005) mengusulkan suatu “Konsep Pabrik Minyak Jarak Terintegrasi”, untuk mempermudah pemahaman diagram alur proses pembuatan minyak jarak pagar. Diagram kemudian dimodifikasi dan disajikan dalam Gambar 3. Terdapat dua fungsi utama yang dikemukakan dalam konsep, yaitu:

- 1) FUNGSI-1: Menghasilkan minyak jarak murni sekaligus memanfaatkan limbahnya.
- 2) FUNGSI-2: Limbah diolah menjadi sumber energi untuk kebutuhan pengoperasian pabrik (*waste to energy*)

Dalam konsep ini tidak ada limbah yang terbuang percuma karena semua dimanfaatkan dengan mengkonversikannya menjadi gas yang dapat dibakar (*combustible gas*). Limbah padat diubah menjadi gas menggunakan *gas producer* atau *gasifier*, dan limbah cair diubah menjadi biogas menggunakan *fermentor*. Gas-gas ini kemudian diumpankan ke dalam ruang bakar mesin pembakaran-dalam (*internal-combustion engine*) untuk menghasilkan

daya mekanik guna memutar poros generator pembangkit listrik. Dengan konsep ini diharapkan biaya produksi dapat ditekan. Selain itu pabrik dapat didirikan di daerah yang tidak terjangkau jaringan PLN. Kelebihan limbah bila masih cukup banyak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket biomassa atau untuk bahan baku makanan ternak setelah dihilangkan kandungan racunnya (*waste to products*). Ringkasnya, konsep ini diarahkan untuk mewujudkan suatu sistem pembuatan minyak jarak multifungsi yang ramah lingkungan dan berbasis sumber energi terbarukan.

Impak positif yang dapat ditumbuhkan adalah mengangkat pertumbuhan ekonomi di pedesaan-pedesaan yang menjadi sentra perkebunan jarak rakyat, membuka lebar lapangan pekerjaan baru, mengurangi urbanisasi serta kemiskinan.



Gambar 3. Konsep Pabrik Minyak Jarak Terintegrasi

Diagram pada Gambar 3 menunjukkan bahwa Minyak Jarak Kasar dari hasil pengepresan dan filtrasi selanjutnya dapat diolah menjadi dua jenis produk yaitu:

- Minyak Jarak Murni (MJM) dan
- Biodiesel.

MJM dapat dipakai untuk berbagai keperluan misalnya untuk minyak bakar, minyak kompor dan campuran bahan bakar PLTD. Perihal yang tersebut terakhir membutuhkan penelitian jangka panjang untuk mengetahui kelaikan penggunaannya pada mesin diesel.

5. HASIL PENELITIAN

Beberapa pengembangan desain teknologi pengolahan pasca-panen perkebunan jarak rakyat telah diwujudkan dan diuraikan berikut ini.

5.1. Mesin Pengolah Minyak Jarak dengan Kapasitas 40 kg/jam

Mesin pengolah minyak jarak ini dirancang khusus untuk digunakan di daerah-daerah sentra penanaman jarak di perdesaan dan diperkebunan. Diletakkan di atas landasan yang beroda sehingga mudah menariknya untuk dipindah-pindahkan (*mobile*). Untuk lokasi yang jauh bisa digunakan mobil untuk menariknya, lihat Gambar 4.



Gambar 4. Mesin Pengolah Minyak Jarak *Mobile* Kapasitas 40 kg/jam

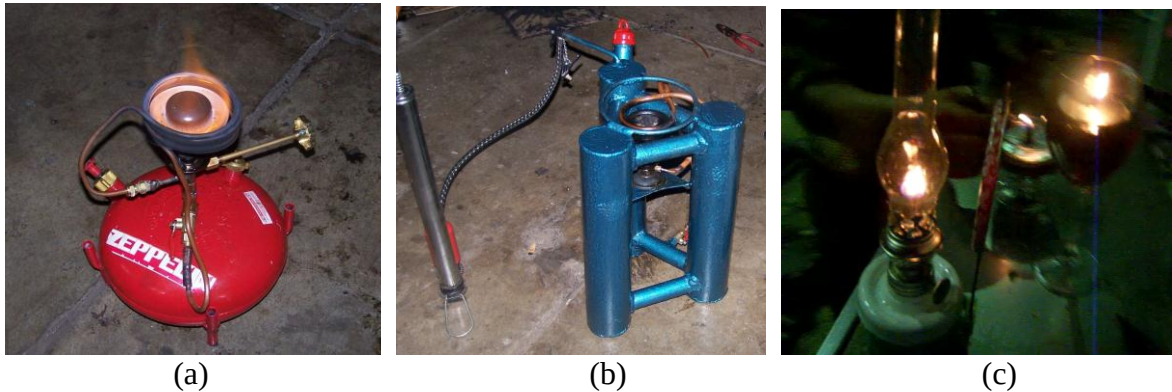
Tenaga penggerak untuk mengoperasikan mesin pengolah minyak jarak ini bisa didapat dari mesin diesel berbahan bakar campuran minyak solar dan minyak jarak hasil olahan. Beberapa keuntungan alat tersebut antara lain sebagai berikut:

- rendemen (*yield*) 27-30% tergantung pada kualitas biji jarak yang diperas.
- dapat dengan mudah ditarik ke pelosok dimana ada tanaman jarak.
- mudah dioperasikan dan mudah perawatannya.
- suku cadang tersedia di dalam negeri
- dengan mengolah biji jarak pada lokasi tanaman akan dapat menurunkan biaya transportasi karena produk menjadi lebih ringkas untuk dibawa ke pabrik pengolah minyak jarak yang lebih besar untuk diproses menjadi biodiesel
- Meningkatkan pendapatan petani jarak

Bila diproduksi masal, harga alat dapat dijangkau oleh pengusaha kecil dan menengah.

5.2. Penggunaan Minyak Jarak Pagar

Penelitian penggunaan minyak jarak pagar skala domestik / rumah tangga dilakukan dengan membuat beberapa prototipe lampu penerangan dan kompor bertekanan, lihat Gambar 5. Kompor minyak bertekanan, salah satunya disebut kompor *MPS* (*Medium Pressurized Stove*). Hasil pengujian yang telah dilakukan adalah dengan menggunakan campuran 80% minyak jarak kasar dan 20% minyak tanah. Masih memerlukan penyempurnaan agar dapat menggunakan 100% minyak jarak kasar.



Gambar 5. Penggunaan Minyak Jarak Kasar bagi rumah tangga

(a) Kompor *MPS* berbahan bakar minyak jarak

(b) Kompor minyak jarak hasil modifikasi kompor tekan minyak tanah

(c) Lampu penerangan berbahan bakar minyak jarak

5.3. Pemanfaatan Limbah Ekstraksi Minyak Jarak

5.3.1. Arang briket biomassa.

Pembuatan arang briket limbah ekstraksi minyak jarak sudah membuahkan hasil yang menggembirakan. Jenis briket adalah briket terkarbonisasi tanpa campuran bahan lain dengan bentuk “kue donat” dan “telur”, lihat Gambar 6.



bentuk donat



bentuk telur

Gambar 6. Arang Briket Biomassa Terkarbonisasi

Pada titik api, panas arang briket memiliki temperatur 600-700 °C, sedang temperatur panas pembakaran minyak tanah hanya sekitar 300-400 °C. Temperatur ini dicapai setelah 10 menit pembakaran dan akan stabil sesudahnya.

Beberapa keuntungan arang briket ini adalah:

- Arang briket terbuat dari limbah ekstraksi minyak jarak, yang diperkirakan mencapai 70% dari berat massa biji jarak pagar. Limbah ini akan tersedia melimpah pada saat perkebunan pohon jarak dan industri biodiesel berbahan baku minyak jarak rakyat terealisasi secara luas di Indonesia.
- Harga relatif stabil karena tidak disubsidi pemerintah.
- Arang mudah dinyalakan dan mudah dimatikan apabila diinginkan dan juga *reusable*.
- Lebih aman karena resiko kebakaran sangat kecil.
- Awet dan tahan lama. Satu buah briket ‘donat’ pada penyalaan kontinyu tahan 3-5 jam dan memberikan panas yang stabil.
- Tidak memerlukan pengontrolan yang intensif karena arang briket yang telah menyala sempurna akan terus menyala sampai habis meskipun ada gangguan tiupan angin atau tersumbat.
- Tidak berbau karena telah diproses karbonisasi
- Tidak berasap dan lebih bersih bila dibandingkan dengan briket batubara.

5.3.2. Kompor biomassa PORMASA

Pengembangan prototipe arang briket bentuk ‘donat’ diikuti dengan pengembangan prototipe kompor untuk briket ‘donat’ tersebut yang diberi nama PORMASA, Gambar 7.

Beberapa keuntungan PORMASA adalah:

- Kompor dilengkapi dengan bahan tahan api yang tahan temperatur hingga 700 °C pada titik api sehingga dapat mencapai kesempurnaan pembakaran dan stabil selama 3-5 jam pada pembakaran terus-menerus.
- Lebih efisien karena kompor dilengkapi dengan bahan isolator yang dapat menghambat perambatan panas ke dinding luar kompor, sehingga rugi-rugi panas bisa diminimalkan.

- Arah dan distribusi aliran udara di dalam kompor telah didesain sedemikian rupa sehingga kompor berfungsi optimal
- Pengoperasiannya mudah karena penyalan dan pematian api briket dapat dilakukan kapan saja dan dapat diulang penyalannya. Arang briket yang telah menyala sempurna tidak akan terganggu tiupan angin maupun bila ada saluran udara yang tersumbat.
- Mudah dibersihkan karena di bagian bawah kompor dilengkapi dengan lubang pembuangan abu sisa pembakaran dan kotoran lainnya.
- Proses karbonisasi saat pembuatan briket “donat” membuat kompor menjadi ramah lingkungan karena kompor tidak mengeluarkan asap dan bau.



Gambar 7. Kompur Biomassa PORMASA

6. KESIMPULAN

Hasil rekayasa dan pengembangan yang telah dicapai adalah berupa :

- Prototipe mesin pengolah minyak jarak yang mudah dipindah-pindahkan berkapasitas 40 kg/jam dengan rendemen ekstraksi 27-30%.
- Lampu penerangan.
- Kompur bertekanan sedang (MPS)
- Kompur hasil modifikasi kompor minyak tanah bertekanan namun menggunakan bahan bakar minyak jarak kasar yang diarahkan untuk penggunaan skala domestik.
- Arang briket biomassa bentuk “telur” dan “donat” (terbuat dari limbah ekstraksi minyak jarak pagar atau serbuk gergaji atau biomassa lain) mampu menghasilkan titik api dengan temperatur 600-700°C, pembakaran stabil. Arang bisa dimatikan sehingga bisa dilanjutkan penggunaannya pada kesempatan lain (*reusable*).
- Prototipe kompor biomassa PORMASA yang ramah lingkungan.

- Penelitian kualitas minyak jarak diarahkan guna mendapatkan minyak jarak bermutu tinggi untuk substitusi bahan bakar minyak fosil, ramah lingkungan karena amat sedikit menghasilkan polusi udara, berdaya bakar tinggi, dan tidak merusak mesin.

Disarankan agar penelitian jangka pendek di bidang rancang-bangun alat ekstraksi minyak jarak pagar jenis pres ulir (*screw type expeller*) lebih intensif dilakukan karena pada saat ini alat ekstraksi impor (umumnya dari Cina atau India) dengan kapasitas 100-125 kg/jam biji jarak masih rendah rendemennya. Bila alat tersebut langsung dipakai tanpa dilakukan modifikasi, rendemennya diperkirakan hanya mampu mencapai maksimal 18-20%.

Sebagai catatan, mesin pres ulir dengan kapasitas 100-125 kg/jam banyak diminati saat ini. Cara pengembangan yang biasa ditempuh untuk segera mendapatkan prototipe dengan kinerja yang baik (dengan rendemen di atas 27%) adalah dengan *reverse-engineering* atau *redesign* alat ekstraksi yang ada dipasar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota Tim Jarak Pagar B2TE: Dr. Faizul Ishom, Rivai Mustafa, Noor Fachrizal, Sutopo, Titik Nurmawati, Mastur Pramuji, dan Soewarno Pranoto atas kerjasama yang baik selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

- B2TE (2004), "*Application of Jatropha Oil for Fossil Fuel Substitution for Power Electric Generation Systems in NTT Province*", Laporan Jatek (tidak diterbitkan).
- Pertamina (2006), "Perkembangan Harga Produk BBM", Jakarta.
- Soni S. Wirawan (2005), "Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Alternatif", Forum Grup Diskusi (FGD) - RISTEK bertema 'Prospektif Sumberdaya Lokal Bioenergi', PUSPIPTEK, Serpong, 14 September 2005.
- Sudradjat, HR. (2006), "Waspada! Secara Serius: Keasaman Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar Bisa Merusak Seluruh Mesin di Indonesia", Nota Dinas No. ND 23/P3HH/PKEHH/sdr/2006, 21 Maret 2006, Bogor.
- Sumarsono, M. (2005), "Proses Ekstraksi Minyak Jarak Pagar sebagai Sumber Energi Alternatif", Forum Grup Diskusi (FGD) - RISTEK 'Prospektif Sumberdaya Lokal Bioenergi', PUSPIPTEK, Serpong, 14 September 2005.