

EFEK RENDEMEN TERHADAP HARGA BIJI PADA PROSES EKSTRAKSI MINYAK JARAK PAGAR

M. Sumarsono

Balai Besar Teknologi Energi - BPPT, PUSPIPTEK, Cisauk-Tangerang 15314, Indonesia.

Email: msumarsono@yahoo.com

ABSTRAK

Upaya substitusi bahan bakar minyak diesel dengan bahan bakar minyak nabati khususnya minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*) sedang giat dilaksanakan karena kebutuhan minyak diesel yang makin meningkat sementara kapasitas produksi kilang nasional stagnasi. Substitusi tersebut berpotensi menghemat devisa dan diharapkan mampu meningkatkan perekonomian serta membuka lapangan kerja baru di pedesaan sejalan dengan digiatkannya budidaya tanaman jarak pagar. Suatu model usaha produksi/ekstraksi minyak jarak pagar yang berkapasitas 0,6 ton/hari dikemukakan disini sebagai dasar pengembangan dan implementasinya lebih lanjut. Dalam hal kapasitas 6 ton/hari pada rendemen minyak 30-40%, bila ditetapkan harga biji jarak pagar Rp.570,-/Kg maka harga net minyak jarak Rp.2200-3000,-/liter, sedang bila ditetapkan harga biji jarak pagar Rp.890,-/Kg maka harga net minyak jarak menjadi Rp. 3000-4200,-/liter. Rendemen ekstraksi minyak jarak pagar sangat mempengaruhi tinggi rendahnya harga biji jarak. Pada suatu harga jual minyak jarak, harga biji jarak akan lebih mahal pada rendemen yang lebih tinggi.

Kata kunci: *Jatropha curcas*; Bahan bakar nabati; Biodiesel; Ekstraksi; Rendemen

ABSTRACT

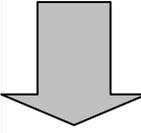
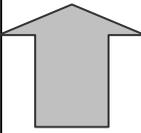
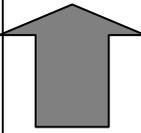
The effort of substitution of diesel oil with biofuel especially the jatropha curcas oil is intensively being executed because of the increase of diesel oil demand and the stagnation of the production capacity of national oil refineries. The substitution has the potency to save the foreign exchange and is expected to be able to improve the economics and open new employment in rural in line with the cultivation program of jatropha curcas trees. A business model of production/extraction of jatropha oil which has a capacity of 0.6 tons/day has been proposed here as the base of its further development and implementation. In the case of 6 tons/day capacity at extraction yields of 30-40%, if the price of jatropha seed is decided to be Rp.570,-/Kg then the net price of jatropha oil will be Rp.2200-3000,-/ liter, if the price of jatropha seed is decided to be Rp.890,-/Kg then the net price of jatropha oil becomes Rp.3000-4200,-/liter. The extraction yield of jatropha oil very influences the low-high of jatropha seed price. At a certain price of jatropha oil, the higher the extraction yields the higher the prices of jatropha seeds.

Kata kunci: *Jatropha curcas*; Bio fuel; Biodiesel; Ekstraksi; Rendemen

1. LATAR BELAKANG

Produksi minyak nasional terus turun, sudah mencapai titik terendah 950.000 barrel/hari, karena investasi pencarian cadangan baru terus menurun. Sementara permintaan BBM meningkat, total kapasitas kilang BBM adalah 1.050.000 barrel/hari (kondisi stagnasi), sehingga ketergantungan pada minyak impor terus naik. Tabel 1 memberikan gambaran bahwa kondisi tersebut dengan jumlah produksi minyak mentah yang menurun sementara itu impor minyak mentah dan BBM meningkat.

Tabel 1. Produksi dan Impor Minyak Mentah

Tahun	Produksi Minyak Mentah (Juta Barrel/Hari)	Trend Produksi Minyak Mentah	Impor Minyak Mentah (Juta Barrel)	Trend Impor Minyak Mentah	Impor BBM (Juta Barrel)	Trend Impor BBM
2000	1,4	TURUN	74,6	NAIK	70,0	NAIK
2001	1,3		117,2		75,3	
2002	1,2		124,1		79,1	
2003	1,1		137,1		108,7	
2004	0,9		158,4		118,8	

Sumber: Kurtubi, 2005

Cadangan minyak mentah Indonesia relatif sangat kecil (0,05%). Statistik British Petroleum (2005) menyatakan cadangan minyak terbukti (*proved oil reserves*) berjumlah sekitar 4,7 milyar barrel. Dengan produksi yang tidak berubah dan bila tidak ada penemuan baru, maka cadangan tersebut akan habis dalam waktu sekitar 10 tahun. Produksi minyak mentah dan kondensat pada tahun 2005 sekitar 1,07 juta barrel per hari, sementara minyak mentah yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan BBM dalam negeri sekitar 1,4 juta barrel per hari.

Kondisi di atas membuat keamanan pasokan energi nasional rawan karena ketergantungan pada minyak impor yang semakin dominan, sementara harga minyak dunia terus naik. Saat ini harga minyak dunia sekitar US\$ 65/barrel, dalam jangka panjang harga minyak diperkirakan sekitar US\$60/barrel. Oleh karena itu pemerintah melalui Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 telah menginstruksikan kepada 13 Menteri (terdiri dari Menteri, Menteri Negara dan Menko), serta Gubernur dan Bupati/Walikota untuk mengambil langkah-langkah untuk melaksanakan percepatan penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai bahan bakar alternatif, tanpa harus menunggu penghapusan subsidi BBM. Langkah ini sangat tepat karena disamping dapat menciptakan lapangan kerja di pedesaan, juga akan diperoleh bahan bakar nabati yang ramah lingkungan dan dapat menghemat devisa dan mengurangi ketergantungan pada minyak impor.

Di Jerman, produksi biodiesel mencapai sekitar 750.000 ton/tahun dari 10 plant besar saat ini, targetnya adalah menggantikan konsumsi minyak diesel sebesar 5% dari 15 juta ton/tahun pada tahun 2003 (Meyer-Pittroff, 2004). Di Amerikan, *Energy Information Administration* (EIA), menginformasikan bahwa USA menggunakan kira-kira 20 milyar barrel minyak per hari, dan lebih dari setengahnya diimpor. Ini berarti USA mengeluarkan US\$200.000 setiap menit untuk membayar minyak impor. Pada tahun 2025, kebutuhan diperkirakan naik ke 27,9 milyar barrel per hari dan sekitar 68% dari jumlah tersebut diimpor. Untuk mengantisipasi kondisi tersebut dan mengurangi impor, maka secara konsisten telah dikembangkan bisnis biodiesel yang meningkat secara pesat. Produksi

biodiesel per tahun naik dari 500.000 gallon pada tahun 1999 ke 30 milyar gallon pada tahun 2004. Hal ini menunjukkan pertumbuhan yang cepat pada produksi bahan bakar alternatif, dan laju pertumbuhan diharapkan akan melonjak dengan telah diberlakukannya insentif pajak biodiesel efektif pada tanggal 1 Januari 2005 (National Biodiesel Board, 2005).

2. TARGET BIOFUEL DAN POTENSI PENGHEMATAN DEVISA

Bahan bakar nabati yang didalamnya terdiri atas bioethanol (gasohol), biodiesel, biooil, dan biokerosin adalah bahan bakar bukan fosil (*non-fossil fuel*) yang berasal dari unsur nabati yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan diadakan kembali dengan ditanam atau dibudidayakan. Dalam Kebijakan Energi Nasional yang tertuang dalam Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006, hingga tahun 2025 ditargetkan penggunaan energi baru dan terbarukan lebih dari 5% dari energi (primer) mix yang optimal. Terlepas dari besarnya persentasi ini dan menurut *roadmap* biodiesel nasional, telah ditargetkan bahwa 2% dari konsumsi bahan bakar nasional akan dipenuhi oleh biodiesel pada tahun 2009 (Soni Solistia, 2005). Konsumsi minyak diesel/solar pada tahun 2003 sebesar 24 juta ton dengan laju pertumbuhan konsumsi 6-14% per tahun. Bila diasumsikan pertumbuhannya 7% maka pada tahun 2009 akan diperlukan minyak diesel/solar sekitar 36 juta ton, sehingga dengan target 2% maka akan diperlukan bahan bakar nabati sebesar 750.000 kilo liter.

Target penggunaan bahan bakar nabati 2% tersebut berpotensi memberikan penghematan pada impor BBM yang harganya kini mencapai kisaran 60-70 US\$/barrel. Bila dilihat dari subsidi BBM dewasa ini yang mencapai 60 juta kilo liter per tahun yang terdiri atas 20 juta kilo liter untuk premium dan 40 juta kilo liter non-premium seperti solar, minyak diesel, minyak tanah, dan minyak bakar, maka penghematan akan mencapai 17,2 milyar US\$ untuk subsidi 40 juta kilo liter BBM non-premium dengan asumsi harga BBM impor 60 US\$/barrel. Tabel 2 memberikan petunjuk adanya potensi penghematan yang cukup besar bila impor BBM dapat digantikan dengan pasokan bahan bakar nabati yang dapat diproduksi di dalam negeri. Sebagai gambaran diberikan potensi penghematan pada pengurangan impor sebesar 2% (target konsumsi bahan bakar nabati pada tahun 2009).

Tabel 2. Potensi Penghematan Devisa

Tahun	Vol impor BBM non-premium (Kilo liter)	Pengurangan impor BBM non-premium, 2% (Kilo liter)	Penghematan devisa (2% pengurangan impor) (Rp Triliun/tahun)
2000	7.408.800	148.176	0.36
2001	7.969.752	159.395	0.38
2002	8.371.944	167.439	0.40
2003	11.504.808	230.096	0.55
2004	12.573.792	251.476	0.60

Sumber: Diolah dari Kurtubi, 2005

3. POTENSI TANAMAN JARAK PAGAR SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

3.1 Sifat-sifat Jarak Pagar

Jarak pagar dalam nama latin lazim disebut *Jatropha curcas* adalah salah satu jenis dari tanaman *Jatropha* (*Jatros* artinya dokter, *trophe* artinya nutrisi) yang dapat dipakai untuk obat, termasuk dalam famili *Euphorbiaceae*. Dari 9 jenis *Jatropha* yang berhasil ditemukan di India seperti, *J. curcas*, *J. gossypifolia*, *J. integerrima*, *J. multifida*, *J. podagrica*, *J. heterophylla*, *J. glandulifera*, *J. nana*, dan *J. wightiana* (Sujatha M., Mukta N., 1995) hanya *Jatropha curcas* yang memiliki potensi untuk dieksploitasi secara komersial. Tanaman jarak pagar ini mempunyai sifat-sifat:

- Dapat tumbuh di lahan kritis, tidak membutuhkan banyak air dan pupuk serta mudah beradaptasi. Daerah sebarannya meliputi daerah tropik/sub-tropik di Amerika, Asia, dan Afrika dengan curah hujan rata-rata 480–2380 mm/ tahun. Curah hujan yang cocok: 200–1500 mm/tahun.
- Kerapatan tanam: 2500 pohon/hektar (sistem monokultur dengan jarak tanam 2m×2m). Pada sistem tumpangsari 1100 pohon/hektar dengan jarak tanam 3m×3m atau 1250 pohon/hektar bila jarak tanam 2m×4m. Tumpangsari dengan menanam kedelai, jagung, kacang tanah dan kacang hijau sangat dianjurkan.
- Umumnya dapat dipanen setelah tanaman berusia 6-8 bulan, dan produktivitas optimal dan stabil sejak berusia 5 tahun. Umur tanaman ini mencapai 40-50 tahun.
- Produktivitas sejak umur tanaman 5 tahun dapat mencapai 0,4-12 ton biji/hektar/tahun (Jones and Miller, 1992), sedang proyek di Mali dimana *Jatropha* ditanam sebagai pagar, produktivitas mencapai sekitar 1,0 kg biji per-meter panjang pagar per tahun atau ekuivalen dengan 2,5-3,5 ton biji/hektar/tahun (Henning R., 1996). Kandungan minyak dari biji rata-rata 1900 liter/hektar/tahun (Internet, 2006).

3.2 Manfaat Jarak Pagar sebagai Sumber Energi Alternatif

Dewasa ini di Indonesia pengembangan biodiesel dengan bahan dasar minyak kelapa sawit sedang gencar dilaksanakan dan disosialisasikan. Teknologi trans-esterifikasinya telah dikuasai melalui proses metanolisis dan desain kapasitas pabrik yang dikembangkan adalah sebesar 3.000 sampai dengan 100.000 ton/tahun (Engineering Center-BPPT, 2005). Harga biodiesel ini adalah Rp. 4230,- per liter sedang solar untuk transportasi Rp. 4300,- per liter dan Rp.6000,- per liter untuk industri. Guna mereduksi harga biodiesel ini, maka telah diprogramkan pula untuk menggunakan minyak jarak pagar sebagai bahan dasarnya. Pertimbangan utamanya adalah minyak jarak pagar tidak dikonsumsi oleh manusia (*non-edible oil*.) sehingga diharapkan harga akan lebih murah dan tidak dipengaruhi oleh fluktuasi permintaan-penawaran seperti yang terjadi pada minyak kelapa sawit.

Menilik sifat-sifatnya yang unggul untuk dapat hidup di tanah yang kritis, tanaman jarak pagar mempunyai fungsi yang sangat konstruktif yakni: reklamasi tanah tandus menjadi

subur, mengendalikan erosi, menahan air tanah, sebagai tanaman pelindung bagi tanaman produktif lainnya, dan menghasilkan minyak yang dapat dicampurkan ke minyak diesel/solar dan sebagai minyak bakar. Dapat dikatakan bahwa pertumbuhan ekonomi perdesaan, terutama di daerah-daerah yang bertanah gersang/kritis/terlantar dan yang biasanya dicirikan sebagai 'daerah miskin', dapat ditingkatkan dengan menggalakkan budidaya tanaman jarak pagar ini. Lapangan pekerjaan baru akan terbuka lebar di daerah-daerah tersebut. Kebutuhan substitusi minyak diesel dengan minyak terbarukan (*renewable*) seperti minyak jarak pagar ini sudah sangat mendesak akibat dari makin mahalnya harga minyak dunia yang mencapai 60-70 US\$ per barrel. Tabel 3 memberikan perbandingan karakteristik antara minyak jarak pagar dan minyak diesel.

Tabel 3. Karakteristik Minyak Jarak Pagar dan Minyak Diesel

Parameter	Minyak Jarak Pagar	Minyak Diesel
Densitas 15°C (g/cm ³)	0,917*	0,84*
Viskositas 30°C (cSt)	50,73*	≥ 2,7*
Bilangan Setana	51*	≥ 50*
Flash point (°C)	240*	50*
Nilai Kalor (kcal/kg)	9470*	10170*
Kandungan Sulfur (ppm)	0,13*	≤ 1,2*
Nilai iodium	97**	t.a.

Sumber : * www.jatropha.de, ** www.journeytoforever.org/biodiesel yield.html#ascend, per tanggal 15 Desember 2005

Telah diketahui pula bahwa selama pertumbuhannya, tanaman jarak pagar akan menyerap CO₂ dari atmosfer dalam proses fotosintesa. Hal ini memberi arti bahwa minyak biodiesel atau olahan yang dibuat dari minyak jarak pagar bersifat ramah lingkungan, karena jumlah gas karbondioksida yang dihasilkan dari pembakarannya telah dikompensasi oleh penyerapan gas tersebut oleh tanaman jarak pagar selama pertumbuhannya. Jumlah karbondioksida yang diserap dalam proses fotosintesa oleh jenis tanaman yang menghasilkan minyak nabati adalah 1,8 kilogram per kilogram bagian kering (*dry matter*) tanaman (Meyer-Pittroff, 2004).

Konsumsi minyak diesel untuk transportasi (ADO) sekitar 25,5 juta kilo liter pada tahun 2005. Menurut analisis Pusat Pengkajian Energi, Bandung yang dilakukan pada tahun 2001, jika hanya 5% dari kebutuhan ADO tahun 2005 digantikan dengan biodiesel, maka akan memerlukan 639 unit pabrik biodiesel dengan kapasitas produksi tiap pabrik sekitar 1,28 juta liter. Terdapat potensi pengurangan emisi tahunan sebesar 3,46 juta ton CO₂. Secara umum potensi ekonomi tanaman jarak pagar secara garis besar dapat dijelaskan seperti Gambar 1 (Tatang Soerawidjaja., 2003).

4. MODEL DAN KEEKONOMIAN USAHA PRODUKSI MINYAK JARAK PAGAR

4.1 Prospek Budidaya Jarak Pagar pada Pendapatan Petani di Daerah Lahan Kritis

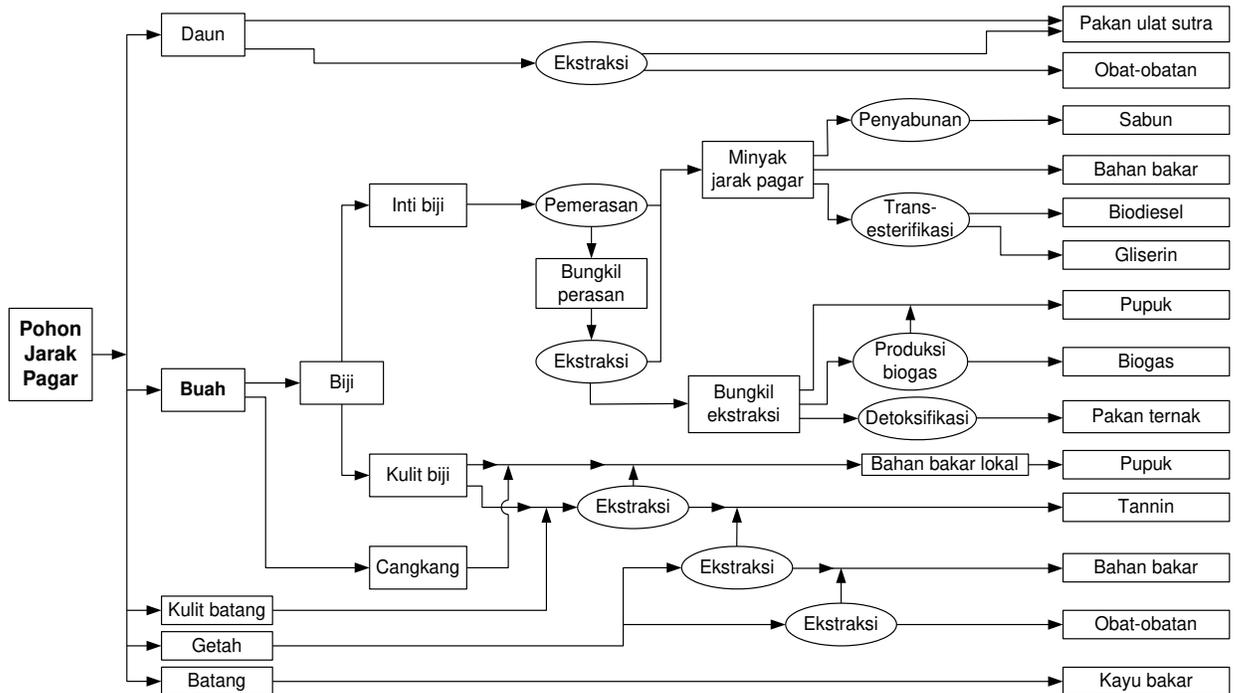
Analisis sederhana pengaruh budidaya tanaman jarak pagar di daerah-daerah berlahan kritis terhadap pendapatan petani dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pada butir 3.1 telah disebutkan bahwa kandungan minyak biji jarak pagar sekitar 1900 liter/hektar/tahun dan diasumsikan akan membutuhkan 1,7 ton biji/hektar/tahun. Bila rendemen ekstraksi minyak 30% maka akan diperlukan 5,8 ton biji/hektar/tahun. Angka ini menggunakan kesetaraan: 1 liter minyak memerlukan 3,1 kg biji jarak pagar.

Selanjutnya bila ditetapkan bahwa harga biji masak kering Rp.1000,-/kilogram dan biaya pemeliharaan tanaman Rp.600.000,-/hektar/tahun, maka pendapatan per Kepala Keluarga petani dengan luas lahan garapan:

- 1,0 hektar, sebesar Rp. 5.202.000,-/tahun atau Rp. 433.000,-/bulan.
- 2,0 hektar, sebesar Rp. 10.404.000,-/tahun atau Rp. 867.000,-/bulan.
- 3,0 hektar, sebesar Rp. 15.606.000,-/tahun atau Rp. 1.300.000,-/bulan.

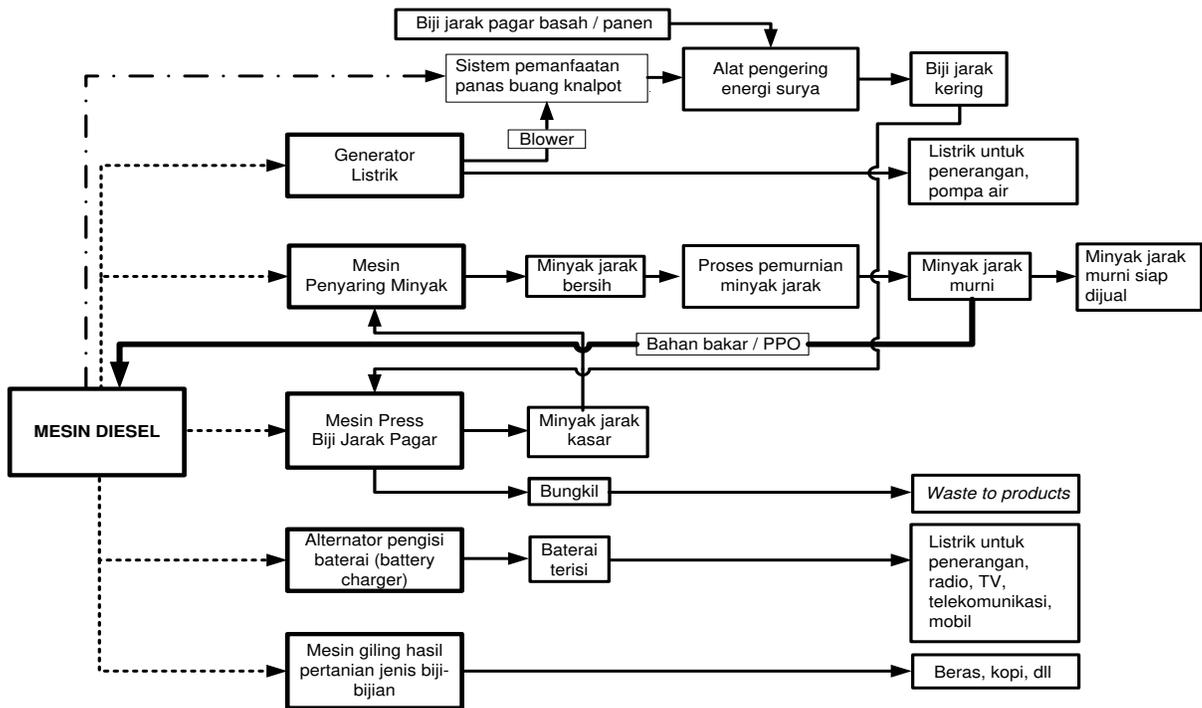
Perhitungan ini memberikan suatu gambaran yang mengesankan bahwa pemberdayaan ekonomi keluarga petani di daerah tandus/lahan kritis yang notabene diidentikkan sebagai 'daerah miskin' dapat diwujudkan dengan menggiatkan program reklamasi lahan kritis menggunakan tanaman jarak pagar. Hal ini akan memberikan dampak positif kepada perekonomian setempat. Pendapatan Asli Daerah (PAD) meningkat, lapangan pekerjaan baru terbuka lebar, dan arus urbanisasi dapat dicegah.



Gambar 1. Potensi ekonomi tanaman jarak pagar

4.2 Sistem Usaha Produksi Minyak Jarak Pagar

Penulis mengajukan suatu model sistem usaha produksi/ekstraksi minyak biji jarak pagar skala kecil dengan kapasitas 0,6 ton/hari yang ditampilkan pada Gambar 2 yang diperkirakan cocok diterapkan di tingkat pedesaan pada lokasi yang dekat dengan lahan/kebun tanaman jarak pagar. Sistem ini mendasarkan pada konsep desa mandiri yang bertujuan untuk memberdayakan potensi yang ada dan mengentaskan kemiskinan di pedesaan khususnya di daerah-daerah yang tidak memiliki sumber daya mineral dan berlahan kritis. Energi yang diperlukan berasal dari mesin diesel yang berbahan bakar minyak jarak pagar olahan hasil ekstraksi. Skema pengoperasian ini disebut *Pure Plant Oil* disingkat PPO. Putaran poros mesin diesel secara simultan ditransmisikan ke peralatan-peralatan utama seperti generator listrik, mesin penyaring minyak, mesin pres biji jarak (*oil expeller*), dan alternator pengisi baterai. Sebagai pilihan tambahan, putaran poros mesin diesel tersebut dapat ditransmisikan ke mesin pasca-panen misal mesin giling komoditi pertanian jenis biji-bijian. Panas buang dari mesin diesel bersama-sama dengan energi termal matahari dapat dimanfaatkan untuk proses pengeringan biji jarak yang baru dipetik. Dengan susunan seperti ini, sistem dapat diaplikasikan di daerah-daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sekaligus dapat dimanfaatkan untuk program pelistrikan di daerah setempat.



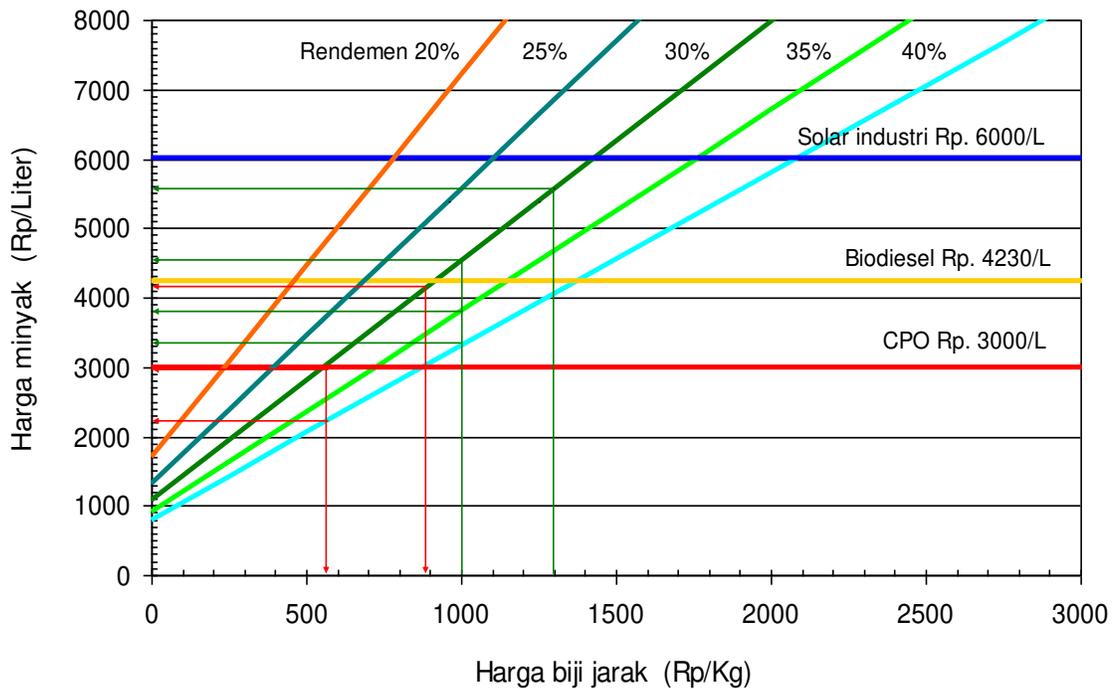
Gambar 2. Sistem produksi minyak jarak pagar skala kecil 0,6 ton/hari

4.3 Analisa Keekonomian dan Pengaruh Rendemen terhadap Harga Biji Jarak Pagar

Analisa keekonomian pada tulisan ini berdasarkan pada usaha produksi minyak jarak pagar dengan kapasitas 6 ton biji per hari sebagai obyek bahasan. Investasi yang dikeluarkan sejumlah Rp. 794.000.000,- terdiri atas:

- Peralatan ekstraksi minyak lengkap dengan mesin penyaring minyak, mesin pengupas, generator listrik, pengisi baterai, pompa & perpipaan, dan tangki-tangki minyak Rp. 594.000.000,-
- Bangunan 300 m² (tidak termasuk harga tanah) Rp. 200.000.000,-

Diasumsikan umur teknis alat 10 tahun dan bunga pinjaman bank 18%. Waktu produksi 360 hari per tahun dan 16 jam per hari. Jumlah tenaga kerja 12 orang dengan upah Rp. 1000.000,- per orang per bulan. Biaya pemeliharaan dan perawatan alat 3% dari investasi. Hasil olah data yang berdasarkan pada kriteria usaha yang 'layak', yaitu $IRR > 18\%$ dan *Payback Periode* 1,5 tahun pada berbagai rendemen ekstraksi minyak jarak pagar (disini diambil 20%, 25%, 30%, 35% dan 40%) memberikan korelasi antara harga minyak dengan harga biji jarak pagar seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Rendemen terhadap harga biji jarak.
L adalah litter.

Salah satu upaya yang akan dilakukan dalam hal percepatan penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati adalah menggantikan CPO dengan minyak jarak pagar sebagai bahan baku. Bila diambil harga minyak jarak pagar sama dengan harga CPO yaitu Rp.3000,-/liter, tampak bahwa pada rentang rendemen 30-40% harga biji jarak pagar yang cocok adalah Rp.570,-/Kg (rendemen 30%) dan Rp.890,-/Kg (rendemen 40%).

Atau sebaliknya, pada rentang rendemen 30-40% dan bila harga biji jarak ditetapkan Rp.570,-/Kg maka harga net minyak jarak antara Rp.3000,-/liter (pada 40% rendemen, pesimistis) hingga Rp.2200,-/liter (pada 30% rendemen, optimistis). Bila harga biji jarak ditetapkan Rp.890,-/Kg maka harga net minyak jarak antara Rp.4200,-/liter (pada 40% rendemen, pesimistis) hingga Rp.3000,-/liter (pada 30% rendemen, optimistis).

Pengamatan lebih lanjut memberikan suatu masukan bahwa bila harga biji jarak ditetapkan Rp. 1000,-/Kg maka harga net minyak jarak pagar menjadi Rp. 4550,-/liter bila rendemen 30%, Rp.3800,-/liter (rendemen 35%) dan Rp.3300,-/liter (rendemen 40%).

Bila harga biji jarak pagar diambil sama dengan harga di India Rp.1300,-/Kg (Energi Hijau Terbarukan Indonesia, 2005) maka harga net minyak jarak pagar menjadi Rp. 5550,-/liter pada rendemen 30%, Rp.4700,-/liter (rendemen 35%) dan Rp.4000,-/liter (rendemen 40%). Analisis penetapan harga biji dan minyak jarak pagar berdasarkan rendemen ekstraksi minyak ini sangat diperlukan terutama untuk menaksir biaya pengadaan minyak jarak sebagai bahan mentah biodiesel agar harga biodiesel tetap dapat kompetitif. Sedang bila minyak jarak pagar digunakan sebagai PPO, penetapan harga biji jarak menjadi lebih longgar hingga ke harga di dalam rentang Rp.1500,-/Kg – Rp. 2000,-/Kg.

5. KESIMPULAN

Penggunaan minyak jarak pagar pada minyak diesel/solar sebagai biodiesel berpotensi menghemat devisa hingga ratusan miliar rupiah. Rendemen ekstraksi minyak jarak pagar sangat mempengaruhi tinggi rendahnya harga biji jarak.

Bila harga minyak jarak pagar Rp.3000/liter, maka harga biji dengan rendemen 30% adalah Rp.570/kg atau Rp890/kg bila rendemen 40%. Disimpulkan bahwa pada suatu harga jual minyak jarak, harga biji jarak akan makin mahal pada nilai rendemen yang lebih tinggi. Oleh karena itu pada tahap penelitian dan pengembangan minyak jarak, target untuk mencapai rendemen minyak yang tinggi (35-45%) harus menjadi salah satu prioritas.

Dengan sifatnya yang unggul dapat tumbuh di lahan kritis, tanaman jarak pagar berpotensi selain untuk reklamasi lahan juga meningkatkan perekonomian dan lapangan pekerjaan baru di daerah setempat. Terbukanya usaha ekstraksi minyak jarak pagar di wilayah setempat akan memperpendek jalur distribusi minyak tersebut ke pengguna (misal PLTD), sehingga harga lebih murah dan kelangkaan minyak untuk bahan bakar dapat diatasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Energi Hijau Terbarukan Indonesia (2005), *Perkembangan Budidaya Jarak Pagar di India*, Jurnal Analisis No. 1 Tahun 1 22 September, Pelayanan Informasi Pengembangan Jarak Nasional, Jakarta.
- Engineering Center-BPPT (2005), *Biodiesel Salah Satu Solusi Energi Nasional*, 1 Maret.
- Jones N and Miller J.H.(1992), *Jatropha curcas, A Multipurpose Species for Problematic Sites*, The World Bank, Washington DC.
- Henning R. (1996), *The Jatropha Project in Mali*, Rothkrenz 11, D-88138 Weissenberg, Germany.
- Internet, <http://www.journeytoforever.org/biodiesel.yield.html#ascend>, 3 Maret 2006
- Kurtubi (2005), *Meningkatkan Peran Energi Terbarukan* (sumber: DESDM dan Koran Tempo 26 Januari 2005), Dialog Publik tentang Meningkatkan Energi Terbarukan dalam Energi Mix Nasional, Walhi-Tabloid Tekno Energi, Jakarta, 25 Agustus.
- Meyer-Pittroff (2004), *Liquid Biofuels: Environmental, Technical, Economic & Social Impacts*; Technische Universitaet Munchen.
- National Biodiesel Board (2005), *President Bush Makes Historic Visit to Biodiesel Plant, President Calls for Greater Biodiesel Use*, Comprehensive Energy Plan, May 16.
- Soni Solistia (2005), *Biodiesel, Biofuel sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bahan Bakar Minyak: Prospek dan Tantangannya*, Seminar Teknologi Untuk Negeri 2005, Puspiptek, 22 Desember.
- Statistik British Petroleum (2005)
- Sujatha, M & Mukta, N. (1995), *Jatropha*, Information Bulletin, Directorate of Oilseed Research, Rajendranagar, Hyderabad 500030, India.
- Tatang Soerawidjaja (2003), *Catatan-catatan Seputar Pengindustrian Jarak Pagar*, Puslitbang Sumber Daya Laut & Terrestrial, Lembaga Penelitian & Pemberdayaan Masyarakat, ITB, Bandung.