

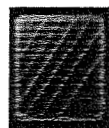
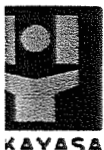
# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL

### PENGEMBANGAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* Linn): UNTUK BIODIESEL DAN MINYAK BAKAR

**Ruang Mahoni  
Gedung MMA IPB, Kampus IPB Gunung Gede  
Jl. Raya Pajajaran, Bogor 16151  
Kamis, 22 Desember 2005**

Disponsori Oleh :



ISBN : 978-979-1312-02-8

1.912  
M

**PROSIDING**

**SEMINAR NASIONAL  
PENGEMBANGAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* Linn)  
UNTUK BIODIESEL DAN MINYAK BAKAR  
Bogor, 22 Desember 2005**

**Editor :**

**Erliza Hambali  
Dadang  
Galih Firmana A.**

**Dipublikasikan Oleh :**



**Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi  
Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat  
Institut Pertanian Bogor**

## DAFTAR ISI

No	Judul	Hal
1.	Daftar Isi	i
2.	Kata Pengantar	iii

No	Judul Makalah	Penulis	Hal
<b>Kelompok Budidaya</b>			
1.	Kebijakan Pengembangan Biodiesel di Indonesia	Dr. Ir. Bayu Krisnamurthi	1
2.	Kontribusi Perguruan Tinggi dan Lembaga Litbang untuk Pengembangan Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> Linn) menjadi biodiesel dan Minyak Bakar	Dr. Ir. Erliza Hambali	6
3.	Peluang dan Tantangan Pengembangan Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> Linn) Menjadi Biodiesel	Ir. Triharyo Indrawan S., MSChE	25
4.	Pengembangan <i>Integrated</i> Biofuel Industri : Pengalaman PT. Rajawali Nusantara Indonesia	Noegroho D. Sutardjo	30
5.	Sistem Pembiayaan Pengembangan Jarak Pagar	Prof. Dr. Ir. Eriyatno	45
6.	Teknologi Perbanyak Bibit Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> Linn) secara Konvensional dan Kultur Jaringan	Dr. Ir. Theresia Prawitasari	54
7.	Sistem Budidaya pada Tanaman Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> Linn)	Dr. Ir. Hariyadi	61
8.	Pengendalian Gulma untuk Perkebunan Jarak Pagar	Dr. Ir. Soekisman Tjitrosemito	68
9.	Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> Linn)	Dr. Ir. Dadang	90
10.	Roadmap Bioenergi Indonesia	Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah	104
11.	Teknologi Pengepresan Biji Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> Linn) yang Efektif	Ir. M. Budiono Sugiri	117
12.	Proses Pengolahan Minyak Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> Linn) Menjadi Biodiesel pada Berbagai Skala Industri	Dr. Ir. Tirta Prakoso	124
13.	Kompor Minyak Jarak	Dr. Ir. Iman K. Reksowardojo	134
14.	Perwilayahan Agroklimat Berdasarkan Model Simulasi untuk Tanaman Jarak	Dr. Ir. Handoko	145
15.	Penanaman Jarak Pagar sebagai Tanaman Sekat Bakar Bermilai Ekonomi Tinggi	Dr. Ir. Lailan Syaufina, MSc.	154
16.	Tinjauan Kritis Pengembangan Jarak 10 jt Ha di Indonesia	Dr. Ir. Dwi Andreas Santosa	162

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar Bogor, 22 Desember 2005

17.	Disain Farming Sistem untuk Ketahanan Energi di Pedesaan	Dr. Ir. Yanuar Purwanto	176
18.	Kebijakan Pemerintah untuk Pengembangan Jarak Pagar	Dr. Ir. Arief Daryanto	192
19.	Analisa Manfaat Biaya dan Skala Usaha Ekonomis Usahatani Jarak Pagar	Dr. Ir. Hermanto Siregar	209
20.	Manajemen Bisnis Budidaya dan Biodiesel dari Jarak Pagar	Ir. Hasan Hambali, MM	221
21.	Kelembagaan Masyarakat dan Kemitraan Bagi Pengembangan Jarak Pagar	Dr. Ir. Lala Kolopaking	238
22.	Pemanfaatan Gliserin dari Hasil Samping Produksi Biodiesel ( <i>Jatropha curcas</i> Linn) untuk Pembuatan Sabun	Dr. Ir. Ani Suryani	253
23.	Pemanfaatan Limbah Tanaman Jarak untuk Pakan Ternak	Dr. Ir. Suryahadi	269
24.	Reklamasi Lahan Bekas Pertambangan dengan Penanaman Jarak Pagar	Dr. Ir. Mohamad Yani	284

## KATA PENGANTAR

Prosiding ini diterbitkan sebagai kumpulan paparan ilmiah dan studi kasus yang disampaikan pada acara "Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) untuk Biodiesel dan Minyak Bakar" yang diselenggarakan pada tanggal 22 Desember 2005 di Kampus IPB Gunung Gede Bogor. Seminar ini diadakan sebagai suatu langkah awal dalam mengatasi problema akan peningkatan kebutuhan biodiesel dan jarak pagar sebagai bahan baku biodiesel. Dalam prosiding ini terdapat 24 makalah yang merupakan hasil studi kasus, pendapat-pendapat ilmiah dan tulisan-tulisan singkat mengenai gambaran tanaman jarak pagar secara umum dan potensinya sebagai bahan baku biodiesel dan minyak bakar.

Prosiding "Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) untuk Biodiesel dan Minyak Bakar" ini diterbitkan oleh Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC)-LPPM IPB. Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh peserta, pembicara, sponsorship, para undangan dan semua pihak yang telah mendukung kesuksesan terselenggaranya seminar ini hingga penerbitan prosiding.

Kami berharap semoga prosiding ini dapat bermanfaat bagi kita semua sebagai media komunikasi ilmiah, penambah wawasan, dan juga sebagai sumber pemikiran untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang biodiesel dari jarak pagar. Meskipun panitia telah bekerja semaksimal mungkin untuk penerbitan prosiding ini, namun demikian segala kritik dan saran yang membangun akan kami terima dengan senang hati, dan utamanya semoga dapat menjadi bahan perbaikan bagi prosiding serupa di masa mendatang.

Bogor, 5 Januari 2006  
Ketua Panitia

Dr. Ir. Dadang, MSc.

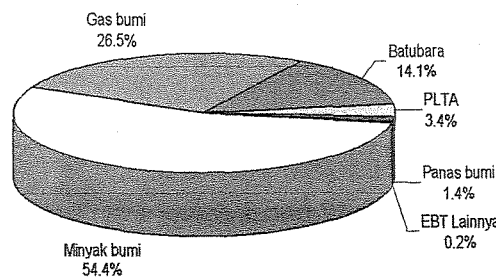
**PENGEMBANGAN BIOFUEL BERBAHAN BAKU “JARAK PAGAR” SEBAGAI BAGIAN DARI KEBIJAKAN DIVERSIFIKASI ENERGI NASIONAL**

**Dr. Ir. Bayu Krisnamurthi**

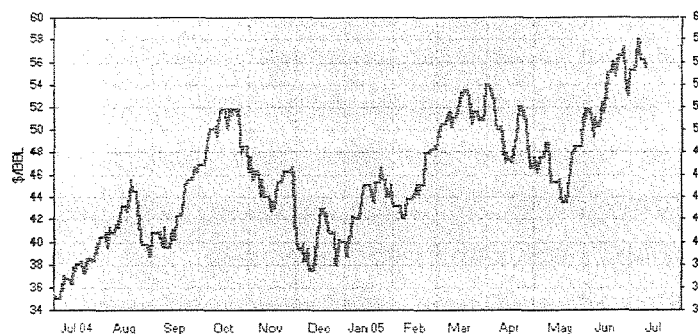
\*Deputi Menteri Koordinator Bidang Perekonomian RI

**I. PENDAHULUAN**

Diversifikasi energi adalah suatu keharusan dan keniscayaan. Diversifikasi energi diperlukan untuk mengatasi ketimpangan sumber energi. Saat ini konsumsi energi terbesar adalah minyak bumi yang mencapai 54,4%, diikuti oleh gas bumi sebesar 26,5% dan batubara sebesar 14,1% serta sisanya adalah sumber energi lainnya. Besarnya konsumsi energi disajikan pada diagram berikut :



Tingkat kebutuhan dan konsumsi masyarakat akan bahan bakar minyak yang terus meningkat, serta terbatasnya ketersediaannya minyak bumi, akan menyebabkan harga minyak bumi akan tetap tinggi. Nilai perdagangan minyak bumi sampai bulan Juli tahun 2005 disajikan pada gambar berikut :



Cadangan energi fosil saat ini, khususnya minyak bumi semakin terbatas. Jika tidak ada penemuan cadangan baru, maka perbandingan antara cadangan dan produksi hanya akan bertahan kurang lebih 18 tahun. Data ketersediaan cadangan sumber energi disajikan pada Tabel 1.

Tabel1. Cadangan sumber energi

Jenis Energi	Sumber Daya	Cadangan Terbukti	Produksi (per tahun)	Perbandingan (Cadangan/Produksi)
Minyak Bumi	86,9 milyar barel	9 milyar barel	500 juta barel	18 tahun
Gas Bumi	384,7 TSCF	188 TSCF	3,0 TSCF	62 tahun
Batubara	57 milyar ton	19,3milyar ton	130 juta ton	147 tahun

Indonesia memiliki banyak sumber daya alam yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Potensi sumber energi lain yang sangat besar dan dapat dikembangkan di Indonesia disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Potensi sumber energi Indonesia

	Potensi	Kapasitas Terpasang
Tenaga Air	75.67 GW	4200 MW
Panas Bumi	27 GW	807 MW
Mini/Microhydro	712 MW	206 MW
Biomassa	49.81 GW	445 MW
Energi Surya	4.8 kWh/m <sup>2</sup> /hari	8 MW
Energi Angin	3-6 m/det	0.6 MW

Pemanfaatan energi alternatif harus mempertimbangkan pula :

1. Antisipasi perkembangan konsumsi energi. Konsumsi energi (listrik) di Indonesia masih kecil, dan terus bertumbuh.
2. Perhatian dan pertimbangan masalah lingkungan: polusi udara, dll

Diversifikasi energi dan pengembangan energi alternatif memerlukan rasionalisasi harga BBM yang merefleksikan harga keekonomiannya. Tanpa rasionalisasi harga BBM, pengembangan energi alternatif akan lebih bersifat wacana saja. Keharusan meningkatkan harga BBM Indonesia akhir 2005 merupakan akibat kenaikan harga BBM dunia. Selain menjadi sumber tekanan bagi berbagai aspek kehidupan, kenaikan harga BBM dunia juga menjadi peluang untuk melakukan diversifikasi energi.

Substitusi Bahan Bakar Minyak (BBM/minyak bumi) untuk kebutuhan komersial terbesar ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan transportasi, Sedangkan untuk kebutuhan semi-komersial, konsumsi tertinggi terjadi untuk pemenuhan kebutuhan rumah tangga. Data besarnya substitusi BBM disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Substitusi BBM

	Komersial	Semi-komersial
Transportasi	95 %	5 %
Industri besar	80 %	20 %
Listrik	100 %	0 %
Rumah tangga / Usaha kecil	60 %	40 %

Substitusi BBM untuk aktivitas komersial meliputi aktivitas produksi, distribusi dan konsumsi yang dilakukan melalui perdagangan yaitu melalui sistem jual-beli secara komersial, sedangkan semikomersial menggunakan pendekatan daur ulang, penggunaan sendiri, kegiatan komunal, dan lainnya yang tidak sepenuhnya menggunakan pola transaksi komersial.

Untuk mengatasi pemanfaatan sumber energi yang tidak seimbang, maka diperlukan diversifikasi energi. Pemanfaatan energi untuk bidang pembangkit tenaga listrik, bidang transportasi, bidang industri dan bidang rumah tangga dapat menggunakan energi-energi yang tersedia di Indonesia. Arah diversifikasi energi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Arah Diversifikasi Energi

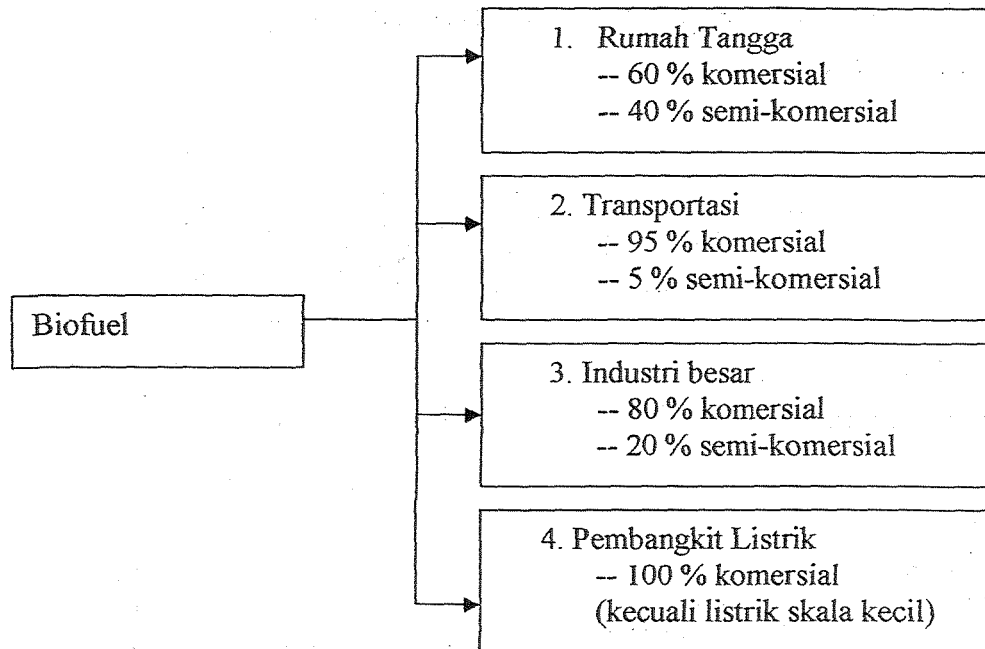
	Bidang Pembangkitan Tenaga Listrik	Bidang Transportasi	Bidang Industri	Bidang Rumah Tangga
Jenis Energi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batubara</li> <li>• Gas</li> <li>• <i>Biofuel</i></li> <li>• Energi Surya</li> <li>• Panas Bumi</li> <li>• Tenaga Air/Mikro Hidro</li> <li>• DME (<i>Dimethyl Ether</i>)</li> <li>• Tenaga Angin</li> <li>• <i>Energi In Situ</i></li> <li>• Nuklir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan Bakar Batubara Cair (<i>Coal Liquefaction</i>)</li> <li>• Gas</li> <li>• Hidrat Gas Bumi</li> <li>• Synthetic fuel (GTL)</li> <li>• Bahan Bakar Hidrogen, <i>Fuel Cell</i></li> <li>• <i>Biofuel</i></li> <li>• Listrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batubara</li> <li>• Gas</li> <li>• Hidrat Gas Bumi</li> <li>• <i>Biofuel</i></li> <li>• Listrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Briket</li> <li>• Gas Kota</li> <li>• Hidrat Gas Bumi</li> <li>• LPG</li> <li>• <i>Fuel Cell</i></li> <li>• <i>Biofuel</i></li> <li>• Energi Surya</li> <li>• Listrik</li> </ul>

## II. KEMUNGKINAN PEMANFAATAN BIOFUEL

Pemanfaatan biofuel terbagi menjadi 4 kelompok utama yaitu 1). Rumah tangga; 2). Transportasi; 3). Industri besar dan 4). Pembangkit tenaga listrik.



Besarnya tingkat konsumsi baik secara komersial dan semi-komersial tiap kelompok disajikan pada diagram di bawah ini.



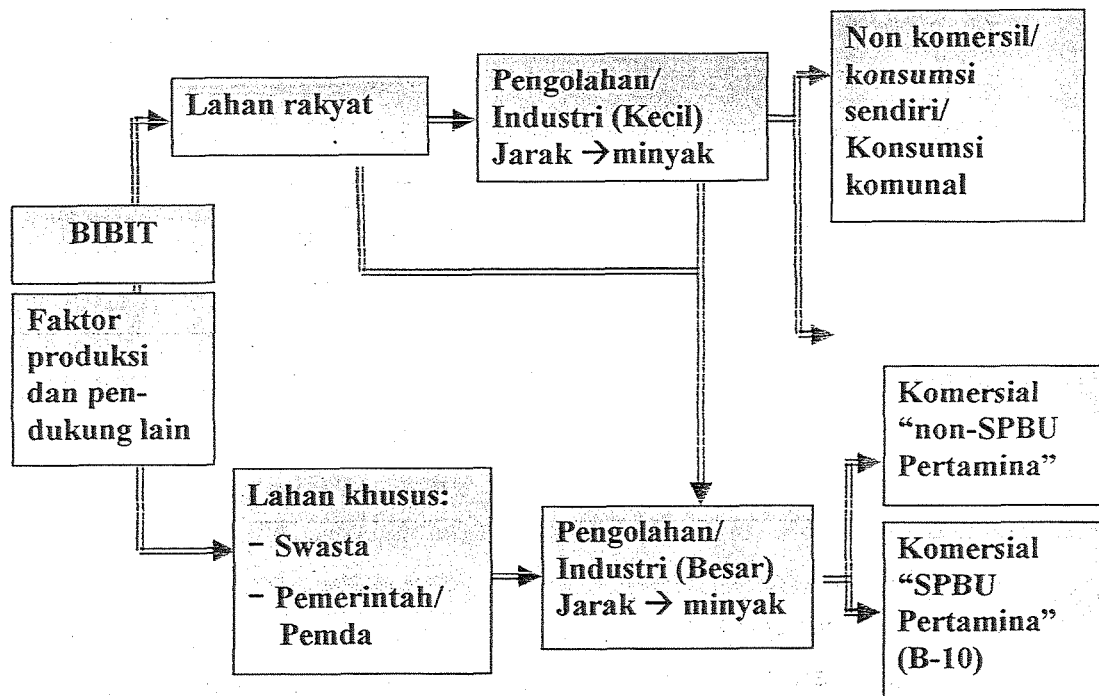
Sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan dan belum sepenuhnya dikembangkan sebagai biofuel adalah tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn). Pengembangan biofuel tidak hanya dibatasi melalui pengembangan jarak melainkan dapat diperluas melalui hasil pertanian dan perkebunan lainnya misalnya sawit, ubi-ubian, tebu dan lainnya. Pengembangan biofuel menggunakan jarak memiliki kelebihan sebagai berikut :

1. Penggunaan jarak tidak berkompetisi dengan pangan
2. Dapat diusahakan dalam skala kecil, oleh masyarakat, di tingkat desa; dan tetap dapat diusahakan pula sebagai sebuah 'estate'.
3. Relatif mudah dalam konversi ke Bahan Bakar Bio (biofuel), dengan efisiensi (rasio bahan baku / biofuel) dan efektivitas (tingkat energi) yang cukup tinggi.

Arah Kebijakan Pengembangan Biofuel di Indonesia meliputi sasaran dan peruntukan transportasi. Sasaran pengembangan biofuel di Indonesia ditujukan untuk menggantikan bahan bakar transportasi (solar dan premium), dan bahan bakar rumah tangga (minyak tanah). Jarak dapat menggantikan penggunaan minyak tanah dan solar sebesar 10%, sawit : menggantikan 10 % solar dan ubi-ubian dapat menggantikan 10 % penggunaan premium. Untuk

transportasi, pengembangan biofuel ditujukan untuk kegiatan dengan pola komersial yang arahnya pada pengembangan B - 10 hingga B - 20.

Arah Kebijakan Pengembangan Biofuel tanaman jarak disajikan pada flowchart berikut :



### III. KESIMPULAN

Dengan arah kebijakan pengembangan biofuel tanaman jarak diharapkan bahwa :

1. Masyarakat / rakyat banyak harus mendapat kesempatan untuk memenuhi energinya sendiri. Penggunaan energi alternatif harus disertai dengan peningkatan efisiensi konsumsi energi.
2. Usaha biofuel jarak tidak hanya dilihat dari perspektif pendapatan tetapi juga pengurangan biaya BBM.
3. Biofuel jarak harus menjadi alternatif lebih baik dibandingkan kayu bakar
4. Perlu hati-hati menjaga tahapan pengembangan yaitu jangan sampai tanaman jarak sudah dikembangkan tetapi pengolahannya belum ada.

**KONTRIBUSI PERGURUAN TINGGI DAN LEMBAGA LITBANG UNTUK PENGEMBANGAN JARAK PAGAR (*JATROPHA CURCAS* LINN) MENJADI BIODIESEL DAN MINYAK BAKAR**

**Dr. Ir. Erliza Hambali**

Kepala Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi LPPM-IPB

**I. PENDAHULUAN**

Selama ini ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi cukup tinggi. Adanya subsidi terhadap BBM makin meningkatkan ketergantungan kita terhadap bahan bakar fosil. Ketergantungan tersebut menyebabkan kurangnya upaya eksploitasi sumber daya alam Indonesia yang sebenarnya sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Hal ini disebabkan karena pada saat itu harga BBM alternatif yang berusaha dikembangkan beberapa perguruan tinggi dan lembaga litbang belum mampu bersaing dengan harga BBM yang bersubsidi.

Kondisi tersebut di atas mulai berubah sejak dikurangnya subsidi BBM per 1 Oktober 2005. Harga BBM fosil yang meningkat hingga lebih dari 100% membuka peluang berkembangnya BBM alternatif di Indonesia, baik berupa pemanfaatan energi angin, energi air, biomassa dan tumbuhan yang banyak tersedia di Indonesia.

Sumber energi alternatif terbarukan berbahan baku minyak nabati, yaitu biodiesel. Penggunaan biodiesel sebagai energi terbarukan semakin menuntut untuk direalisasikan, karena selain merupakan solusi menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa yang akan datang, biodiesel juga bersifat ramah lingkungan, dapat diperbaharui (*renewable*) dan mampu mengeliminasi emisi gas buang dan efek rumah kaca.

Salah satu sumber minyak nabati yang sangat prospektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel adalah biji jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn). Hal ini karena minyak jarak pagar tidak termasuk dalam kategori minyak makan (*edible oil*) sehingga pemanfaatannya sebagai biodiesel tidak akan mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional, kebutuhan industri oleokimia, dan ekspor CPO. Tanaman jarak pagar merupakan

tanaman tahunan yang tahan kekeringan, sehingga tanaman ini dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di lahan marginal seperti di wilayah Indonesia Timur.

## II. JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* Linn)

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn) berasal dari Amerika Tengah dan didistribusikan oleh pelaut Portugis melalui pulau Cape Verde ke berbagai negara di Afrika dan Asia. Jarak pagar telah lama dikenal masyarakat di berbagai daerah Indonesia, yaitu sejak diperkenalkan oleh bangsa Jepang pada tahun 1942-an, yang mana masyarakat diperintahkan untuk melakukan penanaman jarak sebagai pagar pekarangan. Beberapa nama daerah (nama lokal) yang diberikan kepada tanaman jarak pagar ini antara lain jarak budeg, jarak gundul, jarak cina (Jawa), baklawah, nawaih (NAD), jarak kosta (Sunda), paku kare (Timor) dan peleng kaliki (Bugis). kalekhe paghar (Madura), jarak pager (Bali), lulu mau, paku kase, jarak pageh (Nusatenggara), kuman nema (Alor), jarak kosta, jarak wolanda, bindalo, bintalo, tondo utomene (Sulawesi), ai huwa kamala, balacai, kadoto (Maluku).

Pohonnya berupa perdu dengan tinggi tanaman 1–7 m, bercabang tidak teratur. Batangnya berkayu, silindris, bila terluka mengeluarkan getah. Daun tanaman jarak pagar adalah daun tunggal berlekuk, bersudut 3 atau 5, yang tersebar di sepanjang batangnya. Permukaan bagian atas dan bawah daun berwarna hijau dimana bagian bawah lebih pucat dibanding permukaan atas. Daunnya lebar, berbentuk jantung atau bulat telur melebar dengan panjang 5-15 cm. Helai daunnya bertoreh, berlekuk dan ujungnya meruncing. Tulang daunnya menjari dengan jumlah 5-7 tulang daun utama. Daunnya dihubungkan dengan tangkai daun sepanjang 4 - 15 cm ke batang.

Panjang tangkai daun antara 4–15 cm. Bunga berwarna kuning kehijauan, berupa bunga majemuk berbentuk malai, berumah satu. Bunga jantan dan bunga betina tersusun dalam rangkaian berbentuk cawan, muncul diujung batang atau ketiak daun. Buah berupa buah kotak berbentuk bulat, diameter 2 – 4 cm, berwarna hijau ketika masih muda dan kuning jika masak. Buah jarak terbagi 3 ruang yang masing-masing ruang diisi 3 biji. Biji berbentuk bulat lonjong, warna coklat kehitaman. Biji inilah yang banyak mengandung minyak dengan rendemen sekitar 30-50 %.

Jarak pagar tumbuh di dataran rendah sampai ketinggian sekitar 500 m dpl. Curah hujan yang sesuai untuk tanaman jarak pagar adalah 625 mm/tahun. Namun walaupun demikian, tanaman ini dapat tumbuh pada daerah dengan curah hujan antara 300 sampai 2.380 mm/tahun. Kisaran suhu yang sesuai untuk bertanam jarak adalah 20–26 °C. Pada daerah dengan suhu terlalu tinggi (di atas 35 °C) atau terlalu rendah (di bawah 15 °C) akan menghambat pertumbuhannya dan mengurangi kadar minyak dalam biji jarak serta mungkin pula dapat mengubah komposisi asam lemaknya.

Tanaman jarak pagar merupakan tanaman tahunan yang tahan kekeringan. Tanaman ini juga mampu tumbuh dengan cepat dan kuat di lahan yang beriklim panas, tandus dan berbatu. Wilayah yang cocok sebagai tempat tumbuhnya yaitu di dataran rendah hingga ketinggian 300 meter dpl. Namun sebaran tumbuh dapat mencapai ketinggian 1000 m dpl, dengan temperatur tahunan sekitar 18,0 – 28,5 °C.

Tanaman jarak pagar mempunyai sistem perakaran yang mampu menahan air dan tanah, sehingga merupakan tanaman yang tahan terhadap kekeringan dan berfungsi sebagai tanaman penahan erosi. Jarak pagar dapat tumbuh pada berbagai ragam tekstur dan jenis tanah, baik pada tanah berbatu, tanah berpasir maupun tanah berlempung atau tanah liat. Di samping itu jarak pagar juga dapat beradaptasi pada tanah-tanah yang kurang subur atau tanah bergaram, memiliki drainase baik, tidak tergenang, dan pH tanah 5,0 – 6,5.

### III. PENGEMBANGAN JARAK PAGAR UNTUK BIODIESEL DAN MINYAK BAKAR

Di beberapa negara yang telah terlebih dahulu mengembangkan tanaman jarak pagar, umumnya tanaman jarak pagar ditanam dalam bentuk pagar hidup untuk proteksi, untuk keperluan pengobatan dan untuk diambil minyaknya. Pemanfaatan tanaman jarak pagar sebagai pagar hidup ini bertujuan untuk :

#### a. Menandai batas suatu lokasi/daerah

Pada beberapa kasus, tanaman jarak pagar ditanam hingga membentuk pagar dengan tujuan untuk menandai batas suatu area atau jalan. Hal ini dapat mengurangi perselisihan akibat penentuan batas yang tidak disetujui.

**b. Perlindungan dari serangan hewan**

Pengalaman menunjukkan bahwa tanaman jarak pagar aman dari serangan hewan, karena tidak ada hewan (kambing, domba) yang mau memakan bagian daun dari tanaman jarak pagar. Karenanya tanaman ini secara luas digunakan untuk memproteksi lahan dan areal perkebunan. Pagar pembatas ini berasal dari biji ataupun stek. Fungsi Pagar dari tanaman jarak pagar ini membutuhkan waktu sekitar 2 tahun (3 musim hujan) agar memiliki nilai perlindungan yang maksimal.

**c. Sebagai penangkal erosi**

Apabila tidak dipangkas, tanaman jarak pagar dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian sekitar 7 m. Dengan demikian pagar tanaman jarak pagar yang ditanam di sekeliling areal perkebunan mampu mengurangi kecepatan angin pada permukaan tanah, sehingga erosi akibat angin dapat dihambat. Akar tanaman jarak yang bersifat menyebar (*lateral root*) di sekitar permukaan dapat pula berfungsi sebagai dam alami yang mampu mengurangi aliran air tanah. Erosi akibat air dapat lebih lanjut dikendalikan dengan menanam tanaman jenis lain seperti *vetiver* dan *lemon grass* di antara tanaman jarak pagar.

Kandungan minyak pada biji jarak pagar cukup tinggi yaitu sekitar 30 persen bila dengan kulit biji dan 50 persen bila tanpa kulit biji. Minyak yang dihasilkan dari jarak pagar sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Pemanfaatan minyak jarak sebagai bahan bakar (biodiesel) dilakukan dengan terlebih dahulu menerapkan proses esterifikasi dengan katalis sulfat dan setelah itu dilanjutkan dengan proses transesterifikasi dengan katalis basa terhadap minyak jarak tersebut. Proses transesterifikasi minyak jarak dilakukan dengan menggunakan alkohol. Proses ini akan mengubah trigliserida menjadi metil ester (biodiesel) dan gliserol. Tujuannya untuk menurunkan viskositas minyak jarak dan meningkatkan daya pembakarannya sehingga dapat digunakan sesuai standar minyak diesel untuk kendaraan bermotor.

Upaya pengembangan minyak jarak untuk biodiesel di Indonesia didasarkan pada tujuan untuk menggantikan bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca, berkontribusi untuk mengendalikan pemanasan global, untuk mengembangkan konversi energi dan memperbaiki

polusi udara yang disebabkan oleh emisi dari pembakaran. Hal ini karena bila dibandingkan dengan bahan bakar diesel/solar, biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan, dapat diperbaharui (*renewable*), dapat terurai (*biodegradable*), memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin karena termasuk kelompok minyak tidak mengering (*non drying oil*), mampu mengeliminasi efek rumah kaca, dan kontinuitas ketersediaan bahan baku terjamin. Biodiesel dari jarak pagar bersifat ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibanding diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap (*smoke number*) yang rendah dan angka setana (*cetane number*) sekitar 51, efisiensi pembakarannya baik, terbakar sempurna (*clean burning*) dan tidak menghasilkan racun (*non toxic*).

Pengembangan komoditas jarak pagar paling sesuai untuk lahan marginal atau lahan kritis di Indonesia. Lahan kritis di Indonesia yang paling cocok ditanami jarak pagar yaitu daerah NTB dan NTT, walaupun demikian beberapa daerah lain yang memiliki lahan marginal dan kritis yang terdapat di Sumatera, Jawa, Bali, Sulawesi, Kalimantan dan Papua juga sangat sesuai untuk ditanami dengan jarak pagar.

Sebagai program nasional, pengembangan jarak pagar di Indonesia harus didukung penuh oleh instansi pemerintah. Harmonisasi antar departemen harus terjalin dalam rangka penyelarasan tanggung jawab masing-masing departemen dalam upaya pengembangan jarak pagar di Indonesia. Instansi pemerintahan yang harus terlibat dalam pengembangan jarak pagar di Indonesia adalah Departemen Dalam Negeri, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Kehutanan, Departemen Pertanian, Departemen Pekerjaan Umum, Departemen Sosial, Departemen Perhubungan, Departemen Perindustrian, Departemen Perdagangan, Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat, Kementerian Pembangunan Daerah Tertinggal, Kementerian Badan Usaha Milik Negara, Kementerian Lingkungan Hidup, Kementerian Riset dan Teknologi, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional dan Kementerian Percepatan Pembangunan Kawasan Timur Indonesia.

Pendekatan yang sesuai perlu diterapkan dalam pengembangan jarak pagar adalah pengembangan jarak pagar di daerah pedesaan yang terintegrasi. Keuntungan yang dapat diperoleh berupa peningkatan nilai

tambah yang secara langsung dirasakan oleh masyarakat di pedesaan, tidak diperlukan proses pengolahan yang terpusat.

Manfaat dari keberhasilan pengembangan jarak pagar ini adalah peningkatan kesejahteraan masyarakat di pedesaan karena terbukanya lapangan pekerja baik bagi laki-laki maupun perempuan di bidang pembibitan, budidaya, pemanenan buah jarak, sortasi biji jarak, pengangkutan biji dan minyak jarak, jasa perbankan, jasa alat-alat pertanian, jasa warung dan restoran, pembuatan dan pemasaran sabun dari minyak jarak. Selain itu pengembangan jarak pagar menjadi biodiesel dan minyak bakar dapat menciptakan adanya energy security dan tersedianya energi terbarukan di wilayah pedesaan.

#### IV. KONTRIBUSI PERGURUAN TINGGI DAN LEMBAGA LITBANG

Pengembangan jarak pagar juga tidak terlepas dari peran serta dan dukungan Perguruan Tinggi dan Lembaga Litbang dalam kegiatan penelitian dan pengembangan tanaman jarak pagar dan produk olahannya. Kontribusi Perguruan Tinggi dan Lembaga Litbang di bidang riset, bidang sosialisasi, bidang konsultasi dan bantuan teknis, bidang penyediaan SDM dan peningkatan kemampuan SDM, bidang *service analisis* dan kerjasama dengan pihak industri.

##### 4.1. Kontribusi Perguruan Tinggi dan Lembaga Litbang di Bidang Riset

Beberapa riset yang sudah dilakukan oleh berbagai perguruan tinggi dan lembaga litbang dalam rangka pengembangan jarak pagar menjadi biodiesel dan minyak bakar adalah sebagai berikut.

###### a. Institut Pertanian Bogor

Institut Pertanian Bogor sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

- Perbanyak Bibit dengan Kultur Jaringan
- Perbanyak bibit dengan cara stek dan benih
- Uji agronomi di lapangan (jarak tanam, pemupukan, dan sistem tanam)
- Pengembangan Pestisida Alami
- Mesin Pengepres Biji Jarak Secara Kontinyu
- Proses transesterifikasi skala laboratorium



- Proses transesterifikasi skala 100 liter
- Pengembangan pupuk hayati dan pengendalian hayati untuk tanaman perkebunan jarak

**b. Institut Teknologi Bandung**

Institut Teknologi Bandung sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dilakukan tersebut, diantaranya adalah sebagai berikut :

- Kajian produksi biodiesel skala laboratorium (200 ml)
- Kajian produksi biodiesel skala pilot plant (100 – 600 l/hari)
- Uji coba penggunaan biodiesel pada kendaraan.
- Pembuatan reaktor biodiesel pada skala 50 L/batch
- Pengembangan reaktor kontinyu untuk produksi biodiesel
- Pengembangan minyak nabati menjadi biodiesel skala besar
- Pengembangan skala produksi biodiesel 50 L/batch dengan sistem multistage dan temperatur tidak seragam
- Pengembangan aditif biodiesel untuk menurunkan titik tuang
- Pengembangan sistem ekstraksi minyak nabati untuk mendukung unit pengolahan yang ada
- Kajian aspek aplikasi biodiesel pada motor diesel seperti uji ketahanan dan unjuk kerja motor diesel pada motor satu silinder dan multsilinder
- Pembuatan kompor minyak jarak

**c. Institut Teknologi Surabaya**

Institut Teknologi Surabaya sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- Uji karakteristik semprotan biodiesel pada injektor mesin
- Uji karakteristik pembakaran dan uji *durability engine*
- Desain pabrik biodiesel 50.000 ton per tahun

**d. UPN Veteran**

UPN Veteran sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan tersebut diantaranya adalah :

- Ujicoba biodiesel sebagai pengganti minyak tanah pada kompor
- Desain kompor biodiesel
- Pembuatan biodiesel skala kecil menengah

**e. BPPT**

BPPT sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan tersebut adalah sebagai berikut :

- Desain peralatan ekstraksi minyak jarak kapasitas 2,5 ton
- Pengelolaan kebun percobaan di PUSPITEK dengan bibit hasil pemuliaan BATAN
- Biodiesel plant kapasitas 1,5, 3, dan 8 ton/hari
- Uji properti dan road test biodiesel
- Paket desain plant biodiesel kapasitas  $\geq 30.000$  ton/tahun dan instrumen pendukungnya
- Karakteristik untuk kerja dan emisi mesin diesel berbahan bakar minyak jarak pagar
- Uji biodiesel pada mesin common rail, uji pelumasan, stabilitas oksidasi dan pengurangan emisi NOx
- Desain peralatan pengolah limbah biodiesel skala pilot plant 3 ton/hari
- Uji coba biodiesel pada 23 bus BPPT
- Pengembangan biodiesel pada bus dan kendaraan operasional BPPT

**f. BATAN**

BATAN sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

- Rekayasa genetik benih biji jarak
- Pembuatan biodiesel dari jarak pagar
- Sosialisasi biodiesel
- Reaktor biodiesel skala Pilot Plant

**g. Litbang Ketenagalistrikan PT. PLN**

PLN sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pra-study pemanfaatan biodiesel jarak pagar pada PLTD di NTB
- Konsep kebijakan pengguna biodiesel jarak pagar pada PLTD

**h. DJLPE DESDM**

DJLPE DESDM sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

- Kajian Potensi Biodiesel
- Rancangan standar nasional indonesia tentang syarat mutu biodiesel indonesia
- Kajian makroekonomi biodiesel
- Sosialisasi pada kendaraan dinas DESDM Perum DAMRI

**i. Puslitbangbun DEPTAN**

Puslitbangbun DEPTAN sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

- Roadmap penyediaan benih jarak pagar
- Pengumpulan plasma nutfah
- Pengadaan benih terseleksi, pemuliaan dan pengendalian hama

**j. Lemigas**

Lemigas sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

- Uji program, uji performance, uji ketahanan dan road test
- Reaktor biodiesel skala pilot plant

**k. LIPI**

LIPI sudah melakukan beberapa riset yang berkaitan dengan pengembangan jarak pagar. Riset-riset yang telah dan sedang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Uji performance dan opasitas biodiesel
- Reaktor biodiesel skala 500 L/batch
- Reduksi NOx

Untuk pengembangan jarak pagar menjadi biodiesel dan minyak bakar lebih lanjut, perlu dilakukan riset-riset komprehensif yang mengarah pada semakin efisiennya biaya yang diperlukan untuk memproduksi biodiesel dan minyak bakar. Dukungan yang dapat diberikan oleh perguruan tinggi dan lembaga litbang dapat dikategorikan dalam empat bidang, yaitu riset dasar, riset manajemen, riset aplikasi dan riset sosial ekonomi.

Beberapa aspek yang perlu dikaji oleh masing-masing bidang riset tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

**a. Riset Dasar**

- Eksplorasi dan koleksi plasma nutfah tanaman jarak di Indonesia
- Studi pertumbuhan dan perkembangan biologi reproduksi
- Kajian ekofisiologi (nutrisi, air, cahaya, keasaman tanah dan suhu)
- Studi lintasan biosintesis minyak dan metabolik sekunder pada tanaman jarak pagar
- Dasar genetika dan Biologi molekuler dalam biosintesis minyak dan metabolik sekunder pada tanaman jarak pagar
- Seleksi dan uji kesesuaian agroklimat untuk tanaman jarak pagar
- Pengembangan teknik kultur jaringan jarak pagar
- Bioremediasi dan biofertilizer untuk tanaman jarak
- Karakterisasi minyak biji jarak dari kultivar unggul
- Karakterisasi phorbol ester dan cursin dari bungkil sisa pengepresan biji jarak pagar

**b. Riset Aplikasi**

**1. Pembenihan dan pembibitan**

- Pemuliaan dan perbaikan varietas jarak pagar
- Perbaikan sistem perbanyakan tanaman jarak
- Kajian tentang sistem pembibitan
- Uji karakter agronomis dan potensi hasil

- Pengembangan teknologi produksi benih jarak pagar
- Pengembangan teknologi pengolahan dan penyimpanan benih

## 2. Pengolahan tanah

- Uji karakter agronomis dan potensi hasil
- Pengembangan teknik budidaya tanaman (pengolahan lahan, jarak tanam, irigasi, pengendalian gulma, pemupukan, pemangkasan dan pemanenan)
- Pemanfaatan limbah tanaman jarak sebagai pupuk dan media tanam (daun, ranting, batang, buah, bungkil, kulit buah, kulit biji).
- Evaluasi dan kesesuaian lahan untuk perkebunan jarak
- Konversi tanah dan sumberdaya lahan untuk perkebunan jarak
- Perbaikan manajemen perkebunan jarak untuk peningkatan produktifitas tanaman
- Konstruksi tanaman jarak transgenik yang berdaya hasil tinggi dan efisien dalam memanfaatkan hara P melalui transfer gen fitase asal bakteri

## 3. Pemeliharaan tanaman

- Formulasi insektisida untuk penanganan ulat tanah yang menyerang bibit dan tanaman muda jarak
- Penanganan lindi Scarabaeid yang dapat merusak akar tanaman jarak
- Pengendalian ulat grayak secara hayati menggunakan virus *S. litura*-NPV, bakteri *B. thuringiensis* dan insektisida nabati biji mimba
- Formulasi insektisida hama penggerek batang (*Ostrinia furnacalis* dan *Xyleborus spp*)
- Formulasi insektisida untuk pengendalian ulat daun jarak (*Achaea janata* L)
- Pemanfaatan cendawan, virus dan parasitoid untuk pengendalian ulat api
- Formulasi insektisida untuk penanganan wereng daun
- Pemanfaatan virus S1-NPV, bakteri atau serbuk biji mimba untuk penanganan ulat grayak pada daun
- Formulasi insektisida untuk pengendalian hama pada bunga dan buah jarak (kepik hijau (*Nezara viridula* L) dan Dalpala (*Tolumnia sp*)).

- Formulai insektisida untuk penanganan ulat penggerek pucuk jarak (*Dichocrosis punctiferalis*)
- Pemanfaatan micoriza untuk pengendalian hama tanaman jarak
- Pemanfaatan bungkil sisa pengepresan biji jarak pagar sebagai biopestisida
- Pemanfaatan curcin sebagai insektisida alami dan phorbol ester sebagai molucosida alami.

#### 4. Teknologi Pengolahan

- Perbaikan proses produksi biodiesel menggunakan etanol sebagai reaktan dengan sistem batch
- Pengembangan proses produksi biodiesel menggunakan sistem kontinu skala 150 L
- Pengembangan proses produksi biodiesel tanpa katalis
- Perbaikan alat ekstraksi biji jarak dengan sistem screw press
- Peningkatan kapasitas alat ekstraksi biji jarak
- Pemanfaatan daun jarak pagar untuk pupuk organik
- Pemanfaatan crude gliserin hasil proses transesterifikasi minyak jarak pagar dalam pembuatan sabun transparan, sabun translucent dan sabun opaque
- Perbaikan proses filtrasi minyak jarak hasil pengepresan
- Pemanfaatan minyak jarak sebagai bahan baku pelembut pada kulit
- Pemanfaatan asam linoleat (C18:2) pada produk krim dan lotion
- Aplikasi gliserol karbonat untuk kosmetika
- Aplikasi gliserol karbonat untuk personal care product
- Aplikasi gliserol karbonat untuk deterjen
- Modifikasi asam lemak jenuh (palmitat dan stearat) menjadi asam lemak tidak jenuh (oleat, linoleat dan linolenat) untuk memperbaiki laju aliran biodiesel pada suhu rendah.
- Pemurnian gliserin hasil proses transesterifikasi minyak jarak pagar untuk farmasi dan kosmetika
- Pemanfaatan minyak jarak untuk mengatasi eksim dan penyakit kulit
- Pemanfaatan minyak jarak untuk pengobatan rematik
- Ekstrak curcin dari biji jarak

- Proses produksi gliserol karbonat hasil samping dari produksi biodiesel minyak jarak
  - Aplikasi gliserol karbonat untuk bahan pelapis (coating)
  - Aplikasi gliserol karbonat untuk polimer
  - Aplikasi gliserol karbonat untuk pemisahan gas
  - Aplikasi gliserol karbonat untuk pelarut
  - Proses produksi glisidol dari gliserol karbonat
  - Proses produksi ester dari gliserol karbonat
  - Proses produksi eter dan ester gliserol karbonat
  - Proses produksi alkohol dari glisidol
  - Proses produksi poliglisidol (new hyperbranched systems and dendimers) dari glisidol
  - Proses produksi PLA analog menggunakan oksidasi katalitik dari gliserol
  - Proses produksi polimer dari gliserol
  - Proses produksi nylon dari gliserol
  - Proses pemisahan karbohidrat dan protein dari bungkil biji jarak pagar
  - Proses produksi protein isolat dari bungkil biji jarak pagar
  - Proses produksi gula cair dari bungkil biji jarak pagar
  - Detoksifikasi bungkil sisa pengepresan biji jarak pagar
  - Formulasi bungkil sisa pengepresan biji jarak pagar untuk pakan ternak
  - Pemanfaatan dahan dan ranting tanaman jarak pagar untuk pembuatan partikel board dan papan semen
  - Pemanfaatan tanaman jarak pagar sebagai tanaman sekat bakar
  - Pemanfaatan bungkil jarak untuk bahan bakar industrial
  - Pemanfaatan gliserol sebagai bahan aditif untuk meningkatkan cloud point pada biodiesel
  - Pemanfaatan acid grass dalam pembuatan pupuk
5. Peralatan Pengolahan
- Perancangan tenaga penggerak alat dan mesin pertanian berbahan bakar biodiesel.
  - Pembuatan tungku berbahan bakar minyak jarak dan limbah hasil proses pengolahan minyak jarak.
  - Pengembangan lampu penerangan berbahan biodiesel.

- Pemanfaatan bungkil sisa pengepresan biji jarak pagar untuk pembuatan briket
- Uji Kinerja Biodiesel dari Jarak Pagar (properties test, performance , endurance test)
- Uji Road Test Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar pada mobil diesel dan kapal nelayan

**c. Riset Manajemen**

- Kajian identifikasi bentuk-bentuk insentif fiskal untuk pengembangan industri biodiesel
- Analisis ekonomi peranan industri biodiesel indonesia
- Analisis daya saing industri biodiesel indonesia
- Kajian iklim investasi pengembangan industri biodiesel di indonesia
- Kajian peranan pemerintah daerah dalam pengembangan industri biodiesel skala kecil menengah
- Riset strategi pemasaran biodiesel
- Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi biodiesel
- Analisis persediaan minyak jarak
- Analisis kluster industri biodiesel di indonesia
- Analisis risiko pengembangan biodiesel di indonesia
- Pra kelayakan dan studi kelayakan industri biodiesel

**d. Riset Sosial Ekonomi**

- Analisis usahatani budidaya jarak pagar di wilayah pedesaan
- Analisis supply chain management komoditas jarak pagar
- Analisis skala usaha ekonomis usahatani jarak pagar
- Analisis efisiensi pemasaran komoditas jarak pagar dan hasil industri pengolahannya
- Kajian identifikasi usaha-usaha pendukung pengembangan industri pengolahan jarak pagar
- Analisis integrasi bisnis sektor hulu-hilir komoditas jarak pagar
- Analisis penyerapan tenaga kerja dan pengurangan kemiskinan pengembangan komoditi jarak pagar di daerah pedesaan
- Analisis efisiensi produksi komoditi jarak pagar



- Analisis Pengembangan usahatani jarak pagar yang berkelanjutan di lahan kritis
- Analisis ekonomi perwilayahan pengembangan industri jarak pagar
- Analisis potensi perdagangan internasional biodiesel Indonesia
- Analisis kemitraan dan pemberdayaan masyarakat dalam pengembangan komoditas jarak pagar
- Studi adopsi inovasi teknologi budidaya dan pengolahan komoditas jarak pagar
- Peranan BUMN dan Swasta dalam pengembangan komoditas jarak pagar melalui Corporate Social Responsibility
- Peranan lembaga keuangan mikro dan koperasi dalam pemberdayaan masyarakat melalui pengembangan komoditas jarak pagar
- Peranan inkubator bisnis dan business development services (BDS) dalam pengembangan industri biodiesel

**e. Riset Bisnis**

- Strategi promosi biodiesel dari jarak pagar dan produk turunannya
- Strategi pemasaran biodiesel dari minyak jarak pagar dan produk turunannya
- Analisis bentuk-bentuk iklan yang sesuai untuk bahan promosi biodiesel dari minyak jarak pagar dan produk turunannya

**4.2. Pendanaan riset-riset untuk pengembang jarak pagar menjadi biodiesel dan minyak bakar**

Keberhasilan program nasional pengembangan jarak pagar menjadi biodiesel dan minyak bakar sangat tergantung pada riset-riset yang akan dilakukan oleh perguruan tinggi dan lembaga litbang. Bila Indonesia ingin mandiri dalam hal penyediaan teknologi maka dukungan pemerintah dalam hal penyediaan dana untuk penelitian yang terkait dengan jarak pagar menjadi biodiesel dan minyak bakar sangat perlu dilakukan, bila tidak ke depannya kita akan selalu tergantung pada teknologi asing dalam bentuk lisensi, technical assistance, operator, supply spareparts dan sebagainya.

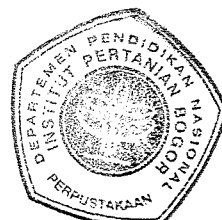
## V. KONTRIBUSI PERGURUAN TINGGI DAN LEMBAGA LITBANG DALAM BIDANG SOSIALISASI

Dalam bidang sosialisasi, Kontribusi Perguruan tinggi dan Lembaga Litbang sangat diperlukan agar program pengembangan jarak pagar ini mencapai hasil yang diharapkan. Beberapa bentuk kegiatan sosialisasi yang sudah dilakukan oleh IPB adalah membuat milist [bioenergy-forum@yahoogroups.com](mailto:bioenergy-forum@yahoogroups.com) (semua stake holder dapat berkomunikasi secara cepat tanpa birokrasi dan bisa mendapatkan semua informasi tentang jarak pagar secara gratis), menerbitkan buku tentang jarak pagar menjadi biodiesel (kerjasama dengan penerbit Penebar Swadaya dan ITB), Talk show di Metro TV dan Radio, Penulisan artikel di berbagai surat kabar dan majalah, presentasi tentang jarak pagar di berbagai kesempatan (di Kadin, di Departemen Perindustri, di Departemen Riset dan Teknologi, di Barasetra, di Beberapa Pemerintah Daerah (Anggota DPRD Sumenep, Anggota DPRD Kalimantan, dsb) dan di beberapa perusahaan Swasta Indonesia (Eterindo Wahanatama, Petrotek Migasindo, dsb) dan di beberapa perusahaan swasta Asing (Mitsui, Tomen, Revo, dsb), Pelaksanaan Seminar Nasional dan pameran Jarak Pagar untuk Biodiesel dan Minyak Bakar.

## VI. KONTRIBUSI PERGURUAN TINGGI DAN LEMBAGA LITBANG DALAM BIDANG KONSULTASI DAN BANTUAN TEKNIS

Dalam bidang konsultasi dan bantuan teknis peran Perguruan Tinggi dan Lembaga Litbang sangat diperlukan terutama dalam hal pengembangan aspek teknis produksi dan training bisnis. Dalam hal budidaya, pembimbingan diperlukan untuk menjamin ketersediaan bibit dengan biaya yang terjangkau.

Dalam hal aspek teknis produksi, isu utama yang muncul adalah bagaimana cara menghasilkan rendemen minyak yang tinggi hasil proses pengepressan biji jarak. Demikian juga halnya dengan kelompok tani, mereka memerlukan bantuan dalam hal pemilihan alat press yang sesuai untuk kelompok mereka. Bantuan lain yang diperlukan adalah dalam hal menentukan luas kebun jarak yang optimal untuk bisnis budidaya jarak pagar, penentuan kapasitas produksi biodiesel yang sesuai untuk industri skala menengah dan besar.



Usaha skala kecil dan menengah membutuhkan pembimbingan dalam bentuk training bisnis dan manajemen skill, pengemasan dan pemasaran. Peningkatan permintaan dari penggunaan minyak jarak untuk biodiesel dan minyak bakar akan memaksa pengusaha untuk memenuhi permintaan tersebut. Oleh karena itu, pelayanan untuk peningkatan skala produksi bagi pengusaha sangat dibutuhkan.

Selain itu, usaha lain yang dapat dikembangkan berbasis minyak jarak atau gliserol sebagai hasil samping produksi adalah dalam pembuatan sabun. Jika, usaha kecil menengah yang memproduksi sabun berkembang maka akan dibutuhkan pembimbingan dalam hal skill negosiasi dengan pembeli dan pemenuhan standar untuk ekspor.

#### **VII. KONTRIBUSI PERGURUAN TINGGI DAN LEMBAGA LITBANG DALAM BIDANG PENYEDIAAN SDM DAN PENINGKATAN KEMAMPUAN SDM**

Perguruan Tinggi sangat berperan dalam penyediaan Sumber Daya Manusia dan Peningkatan Kemampuan SDM. Sebagai contoh IPB mempunyai program D3, S1, S2 dan S3 yang mampu menyediakan tenaga kerja di bidang pengembangan usaha perkebunan dan industri biodiesel dan produk turunannya. Selain pendidikan formal, IPB juga menawarkan pendidikan non-formal dalam bentuk pelatihan singkat dan training dalam hal pembibitan, manajemen budidaya, pembuatan dan pemasaran sabun, teknologi press minyak jarak, teknologi biodiesel dan lain sebagainya.

#### **VIII. KONTRIBUSI PERGURUAN TINGGI DAN LEMBAGA LITBANG DALAM BIDANG SERVICES ANALISIS**

Perguruan Tinggi dan Lembaga Litbang dapat pula berperan dalam hal memberikan services analisis sifat fisik dan kimia. Sebagai contoh beberapa services analisis yang ditawarkan oleh IPB adalah analisis tanah, analisis biodiesel, analisis sifat fisiko-kimia minyak jarak, analisis produk samping, analisis limbah dan lain sebagainya.

#### **IX. KERJASAMA DENGAN PIHAK INDUSTRI**

Beberapa perguruan tinggi seperti Institut Pertanian Bogor dan Institut Teknologi Bandung sudah melakukan kerjasama dengan berbagai industri dan pemerintah daerah dalam rangka pengembangan jarak pagar menjadi

biodiesel. Kerjasama yang sudah dijalin IPB dengan pihak industri dan pemerintah daerah adalah sebagai berikut :

- Perbaikan desain mesin press tipe screw dengan PT. Tracon Industri.
- Reaktor biodiesel skala 100 liter/batch untuk pedesaan dengan PT. Bumi Energi Equatorial.
- Pemanfaatan gliserol untuk pembuatan sabun mandi dengan PT. Adev Prima Mandiri dan Humanitarian Foundation Madam Lee (Wife of Finland's Ambassador).

Selain itu, ITB sudah pula menjalin kerjasama dengan beberapa instansi dan industri swasta. Kerjasama tersebut adalah sebagai berikut :

- Pengembangan pilot plant biodiesel dengan menggunakan metode dua tahap, kerjasama dengan Toray Foundation
- Pengembangan Continuous Loop Mixer Reactor Development for Producing Biodiesel from Vegetable Oil and Methanol, kerjasama dengan Osaka Gas Foundation
- Pengembangan Biodiesel dan Teknologi Produksinya dengan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi dan PT Rekayasa Industri
- Desain Pabrik Biodiesel Skala 5000 ton/tahun Kerjasama dengan Direktorat Jendral Pendidikan tinggi dan PT. Rekayasa Industri

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hambali, E., Suryani, A., Dadang, Hariyadi, Hanafie, H., Reksowardojo, I. K., Rivai, M., Ihsanur, M., Suryadarma, P., Tjitrosemito, S., Soerawidjaja, T. H., Prawitasari, T., Prakoso, T., dan Wahyu Purnama. 2006. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penebar Swadaya, Jakarta
- Makkar, H.P.S., Becker, K., Sporer, F., Wink, M. 1997. Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45, 3152-3157
- Makkar, H.P.S., dan Becker, K. 1997. *Jatropha curcas* toxicity : Identification of toxic principles: Di dalam *Proceedings of the 5<sup>th</sup> international symposium on poisonous plants*, San Angelo, Texas
- Montoya, J.L.D. dan Tejada, E. P. 1989. Potential multipurpose agroforestry crops identified for the Mexican Tropics. Di dalam: Wickens, G.E., Haq, N., Day, P. (Eds) *New Crops for Food and Industry*. Pp 166-173. Chapman Hall. London
- Murbandono, H.S. 1999. Membuat Kompos. Penebar Swadaya. Jakarta
- Pratomo, Y. 2006. Pokok – Pokok Pikiran dan Permasalahan Pemanfaatan Biofuel. Bahan Presentasi Seminar Nasional Biofuel. Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral.

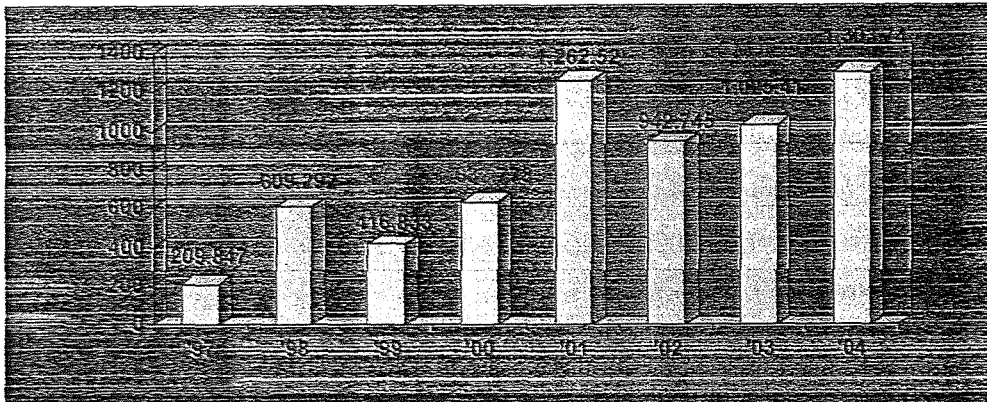
**PELUANG DAN TANTANGAN PENGEMBANGAN JARAK PAGAR  
(*JATROPHA CURCAS LINN*)  
MENJADI BODIESEL DAN MINYAK JARAK**

Ir. Triharyo Indrawan S., MSChE

PT. Rekayasa Industri

**I. PENDAHULUAN**

PT. Rekayasa Industri didirikan tanggal 12 Agustus 1981. Dari tahun ke tahun pertumbuhan jasa PT. Rekayasa Industri terus meningkat. Nilai tertinggi pertumbuhan jasa di capai pada tahun 2004. Nilai pertumbuhan jasa ini dapat dilihat pada data berikut :



Pertumbuhan pada inovasi teknologi merupakan andalan bagi PT. Rekayasa Industri untuk terus maju dan berkembang. Kemajuan yang telah dicapai PT. Rekayasa Industri tidak terlepas dari dukungan dan kualitas sumber daya manusianya. Sebagian besar karyawan perusahaan adalah sarjana teknik S1, S2 dan S3 dengan jumlah tenaga kerja S1 sebanyak 620 orang sedangkan tenaga kerja S2 dan S3 sebanyak 82 orang.

Selama berdiri, PT. Rekayasa Industri menghasilkan karya putra-putri Indonesia sebagai sebuah solusi yang diberikan terhadap permasalahan bangsa. Beberapa karya yang dihasilkan oleh PT. Rekayasa Industri antara lain :

1. Rekayasa membantu mengatasi krisis semen dengan membangun pabrik-pabrik semen

2. Pembangunan pabrik-pabrik pupuk amonia dan urea untuk mengatasi masalah krisis pupuk
3. Memenangkan tender internasional pendirian pupuk NPK di Malaysia dengan berbekal pengalaman di dalam negeri.

Melihat krisis energi yang terjadi di Indonesia, PT. Rekayasa Industri ingin memberikan kontribusi dan solusi untuk mengatasi krisis BBM dengan memanfaatkan energi di Indonesia yang melimpah. Salah satu sumber energi yang melimpah di Indonesia adalah energi panas bumi. Solusi yang dilakukan PT. Rekayasa Industri adalah dengan membangun pembangkit listrik berenergi panas bumi (PLTP).

Proses pemanfaatan gas alam yang dihasilkan di luar Jawa harus dapat dimaksimalkan. Untuk mengatasi proses pendistribusian maka perlu dibangun fasilitas untuk mengirim gas dari Sumatera Selatan menuju Jawa Barat. Fasilitas yang dibangun adalah pembuatan pipa menyeberangi lautan agar pasokan gas untuk daerah Jawa Barat dapat dilakukan.

PT. Rekayasa Industri juga membangun sebagian besar fasilitas pengolahan gas alam di Kalimantan Timur. Di daerah balongan PT. Rekayasa Industri, juga membangun dan menambah kapasitas kilang minyak balongan yang memproduksi bensin tanpa timbal. Proyek pembangunan kilang minyak ini dinamakan Proyek Blue Sky Balongan yang merupakan sebuah proyek hasil karya pertama putra-putri Indonesia membangun sebuah kilang minyak secara mandiri.

## II. SOLUSI MENGATASI KRISIS BBM

PT. Rekayasa Industri juga ikut membangun fasilitas pengeboran minyak dan gas di lepas pantai. Untuk saat ini dalam mengatasi ketersediaan bahan bakar minyak yang diperkirakan 18 tahun ke depan akan habis, PT. Rekayasa Industri mengembangkan Industri Bio-kerosen dan industri Biodiesel dari buah jarak pagar sebagai salah satu solusi mengatasi krisis BBM.

Melalui program RAPID, bekerjasama dengan Institut Teknologi Bandung, pada tahun 2003. PT. Rekayasa Industri mengembangkan biodiesel skala pilot dengan kapasitas 140 liter/batch atau setara dengan 500 liter per hari.

Keberhasilan yang dicapai PT. Rekayasa Industri telah menarik minat investor Jepang dan Eropa yang sangat agresif dan berkeinginan mendapatkan bahan baku jarak pagar untuk membuat industri biodiesel skala besar. Pihak investor Jepang juga sudah mendapatkan informasi detail penanaman jarak pagar yaitu di wilayah NTB dan NTT.

### III. KESIMPULAN

Berdasarkan kemajuan yang sudah dicapai PT. Rekayasa Industri dapat disimpulkan bahwa :

1. Model pembibitan dan penanaman Jarak pagar perlu dikembangkan lebih lanjut
2. Peralatan untuk melakukan pengepresan biji jarak dan juga kompor minyak jarak sudah tersedia di Indonesia
3. Pembuatan pabrik Biodiesel skala menengah sudah dimulai
4. Para investor Jepang sudah sangat berminat untuk mengembangkan pabrik Biodiesel skala besar



PENGEMBANGAN INDUSTRI BODIESEL  
MENUJU ERA ENERGI HIJAU

Noegroho D. Sutardjo\*

Deputi Direktur Riset dan Sistem Informasi

I. PENDAHULUAN

PT. Rajawali Nusantara Indonesia (RNI) adalah suatu transformasi dari perusahaan konglomerat pertama di Indonesia; Oei Tiong Ham Concern yang diambil alih pemerintah. PT. RNI didirikan pada tanggal 12 Oktober 1964. Bidang usaha utamanya yaitu agroindustri, farmasi dan alat kesehatan, dan perdagangan.

Visi perusahaan PT. RNI adalah sebagai investment holding company terbaik dalam bidang agro industri, farmasi dan healthcare, dan perdagangan umum, siap menghadapi tantangan dan unggul dalam kompetisi global, serta bertumpu pada kemampuan sendiri (*own capabilities*). Sedangkan misi perusahaannya yaitu Pertama, peningkatan kinerja terbaik perusahaan dalam bidang agro industri, farmasi dan *healthcare*, dan perdagangan. Kedua, pengelolaan perusahaan secara profesional dan inovatif dengan orientasi kualitas produk dan pelayanan pelanggan yang prima (*excellent customer service*) sebagai karya sumber daya manusia yang handal, tumbuh dan berkembang untuk memenuhi harapan pihak-pihak berkepentingan terkait (*stakeholders*).

**Strategi Pengembangan Usaha**

Dalam mengembangkan usahanya, PT. RNI melakukan beberapa upaya, seperti, (1) Peningkatan Produktivitas dengan cara revitalisasi kebun dan bibit tanaman dan program peremajaan peralatan pabrik. (2) Pengembangan *By-Product* melalui penciptaan *value creation* atas limbah pabrik, dan menjadi media dalam melakukan *transfer pricing* dalam rangka menekan HPP Produk Utama. (3) Efisiensi Biaya dengan melakukan penghematan penggunaan BBM, dan penciptaan pengganti bahan bakar pabrik. (4) Optimalisasi *Aktiva Idle* dengan cara menciptakan nilai tambah atas aset yang tidak termanfaatkan

PENGEMBANGAN INDUSTRI BODIESEL  
MENUJU ERA ENERGI HIJAU

Noegroho D. Sutardjo\*

Deputi Direktur Riset dan Sistim Informasi

I. PENDAHULUAN

PT. Rajawali Nusantara Indonesia (RNI) adalah suatu transformasi dari perusahaan konglomerat pertama di Indonesia; Oei Tiong Ham Concern yang diambil alih pemerintah. PT. RNI didirikan pada tanggal 12 Oktober 1964. Bidang usaha utamanya yaitu agroindustri, farmasi dan alat kesehatan, dan perdagangan.

Visi perusahaan PT. RNI adalah sebagai investment holding company terbaik dalam bidang agro industri, farmasi dan healthcare, dan perdagangan umum, siap menghadapi tantangan dan unggul dalam kompetisi global, serta bertumpu pada kemampuan sendiri (*own capabilities*). Sedangkan misi perusahaannya yaitu Pertama, peningkatan kinerja terbaik perusahaan dalam bidang agro industri, farmasi dan *healthcare*, dan perdagangan. Kedua, pengelolaan perusahaan secara profesional dan inovatif dengan orientasi kualitas produk dan pelayanan pelanggan yang prima (*excellent customer service*) sebagai karya sumber daya manusia yang handal, tumbuh dan berkembang untuk memenuhi harapan pihak-pihak berkepentingan terkait (*stakeholders*).

**Strategi Pengembangan Usaha**

Dalam mengembangkan usahanya, PT. RNI melakukan beberapa upaya, seperti, (1) Peningkatan Produktivitas dengan cara revitalisasi kebun dan bibit tanaman dan program peremajaan peralatan pabrik. (2) Pengembangan *By-Product* melalui penciptaan *value creation* atas limbah pabrik, dan menjadi media dalam melakukan *transfer pricing* dalam rangka menekan HPP Produk Utama. (3) Efisiensi Biaya dengan melakukan penghematan penggunaan BBM, dan penciptaan pengganti bahan bakar pabrik. (4) Optimalisasi *Aktiva Idle* dengan cara menciptakan nilai tambah atas aset yang tidak termanfaatkan

seperti pemanfaatan area kebun, penambahan produk alat kesehatan, dan penggunaan *Raw Sugar* (untuk mengoptimalkan *idle capacity* mesin produksi).

### **Inovasi Pengembangan *By Product***

Beberapa inovasi pengembangan *By Product* telah dilakukan oleh PT. RNI, diantaranya :

1. **Daduk tebu** yang mempunyai potensi sebagai suplesi bahan bakar Pabrik Gula, telah mulai dimanfaatkan oleh Pabrik Gula di lingkungan RNI.
2. **Pabrik pupuk mix** yang didirikan di PG Subang, PG Tersana Baru, PG Jatitujuh, PG Madukismo, dan PG Redjo Agung dimanfaatkan oleh kebun tebu dalam upaya penekanan biaya pemupukan. Pendirian Pabrik Pupuk Mix ini akan terus berlanjut di tahun-tahun mendatang.
3. **Pabrik kanvas rem (PT. Inti Bagas Perkasa)** di Cirebon merupakan bagian inovasi atas pemanfaatan ampas tebu menjadi produk kanvas rem yang dibutuhkan di pasar *after market*, khususnya di pasar kendaraan angkutan penumpang umum yang memerlukan suku cadang yang murah, berkualitas dan berdaya tahan lama. Kampas Rem ini telah mengantungi hak patent baik untuk merek maupun teknologinya.
4. **Pabrik papan partikel** di Madiun didirikan dengan memanfaatkan limbah Pabrik Gula yakni ampas tebu atau bagasse yang dijadikan sebagai bahan dasar furnitur. Terciptanya *value creation* di Pabrik *Particle Board* ini tidak saja hanya telah bernilainya ampas tebu saja, namun juga terpenuhinya kebutuhan pabrik furnitur akan bahan dasar furnitur yang selama ini mengandalkan *particle board* berbahan dasar kayu.
5. **Pendirian pabrik pakan ternak** di Jatitujuh dan Malang sebagai upaya pemanfaatan pucuk tebu, merupakan langkah inovatif, dan jika hal tersebut dirangkai dengan pendirian *calf fattening* (pusat penggemukan sapi) akan menciptakan mata rantai nilai tambah.

### **Inovasi dalam Proses Pengembangan**

Saat ini PT RNI terus melakukan proses inovasi dengan memanfaatkan potensi *by product* yang masih bisa menciptakan *value creation* sekaligus menciptakan produk-produk yang cukup prospektif untuk pasar masa depan. Beberapa proyek inovasi yang saat ini sedang dipersiapkan antara lain Pemanfaatan *molasses* menjadi alkohol. Mengingat kebutuhan produk alkohol

dan turunannya seperti *ethyl asetat* maupun *Mono Sodium Glutamat* bagi industri dunia masih cukup besar, sementara itu *trend* dunia untuk mencari bahan energi alternatif dari *derivatif* alkohol mulai dirintis di beberapa negara. Untuk proyek pertama sedang dipersiapkan di PG Jatitujuh dan untuk proyek ke dua akan dibangun di PG Kreet Baru.

Pengembangan Industri CPO menjadi Industri *Fatty Acid* merupakan proyek inovasi yang sedang dirumuskan, yang akan di mulai dengan pengembangan luasan lahan kebun sawit untuk menciptakan infra struktur kelayakan usaha menuju industri *Fatty Acid*.

### **Pemanfaatan Energi Alternatif di RNI**

#### **Energi alternatif yang telah dijalankan**

1. Energi alternatif dari daduk (daun tebu kering) dan kayu, disamping *bagasse* (2003). Dampak yang terjadi penurunan pemakaian residu (BBM) dari 16 juta liter (2002) menjadi 15 juta liter (2003).
2. Energi alternatif dari grajen (serutan kayu) dan batu bara. (2004). Penurunan pemakaian residu (BBM) dari 15 juta liter pada 2003 menjadi 12 juta liter pada tahun 2004.
3. Energi alternatif dari sekam padi (2005). Diharapkan pemakaian residu (BBM) pada tahun 2005 berkisar 8 - 10 juta liter.

#### **Energi alternatif dalam proses pengembangan**

1. Energi alternatif hasil pengembangan dari minyak jarak (2006). Pada tahun ini diharapkan sebagian pemakaian BBM 10 juta liter (2005) dapat di substitusi.
2. Energi alternatif mini-hidro, pada lokasi pabrik gula yang memiliki sumber air terjun (PG Subang) (2006).
3. Energi alternatif dari *vinasse* (limbah cair alkohol) yang dirubah menjadi gas metan (2007).

#### **Kondisi BBM saat ini**

Harga Minyak Bumi telah melampaui batas Psikologis US\$. 60 per barrel. Dan diperkirakan tahun depan dapat mencapai US\$. 70 per barrel. Subsidi BBM oleh Pemerintah telah mencapai Rp. 130 Triliun atau 25% dari APBN atau juga telah melampaui seluruh penerimaan Negara dari Migas di tahun

2004 sebesar US\$. 120 Triliun. Pada Tabel 1. Disajikan data daftar harga BBM.

Tabel 1. Daftar harga BBM industri dan estimasi realisasi kebutuhan BBM 2005

BBM	31 Des 04 (Rp)	01 Ags 05 (Rp)	08 Okt 05 (Rp)	Kenaikan [4:2] (%)	Estimasi Realisasi 2005 (juta kL)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
Premium	2.100	4.640	6.290	299,52	17,22
Minyak Tanah	2.200	5.490	6.400	290,91	10,52
Solar	2.100	5.480	6.000	285,71	31,20
Diesel	2.050	5.240	5.780	281,95	1,25
Bakar	1.600	3.150	3.810	238,13	5,36
					65,55

## II. SUMBER ENERGI ALTERNATIF

Sumber bahan baku minyak nabati yang tersedia dan dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel di Indonesia yaitu sawit, singkong dan jarak pagar. Sawit prospektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel mengingat produksi CPO Indonesia yang cukup besar dan meningkat setiap tahunnya. CPO dapat diproduksi menjadi Biodiesel yang dapat dicampur dengan Solar. Harga Biodiesel ini diperkirakan antara Rp. 5.000 s/d Rp. 6.000 per liter. CPO juga diproduksi untuk kebutuhan pangan lokal dan ekspor yang dapat menambah devisa negara. Tingginya harga biodiesel dari minyak sawit ini dan kebutuhan minyak sawit untuk pangan menyebabkan kebutuhan bahan bakar nabati alternatif yang murah dan tidak mengganggu konsumsi pangan di Indonesia.

Pembudidayaan singkong sangatlah mudah, namun ketersediaan singkong belum diupayakan secara Intensif dan ekstensif karena singkong termasuk tanaman umbi-umbian yang "rakus" akan hara tanah. Selain itu tanaman singkong lebih ditujukan untuk pemenuhan kebutuhan Tapioka Nasional. Harga Produksi Gasohol Singkong diperkirakan sekitar Rp.2.400 /liter, sehingga singkong lebih tepat jika digunakan untuk kebutuhan pangan.

Jarak pagar prospektif dimanfaatkan sebagai biodiesel mengingat tanaman ini dapat tumbuh di lahan yang kurang subur dan karakteristik minyaknya yang sesuai untuk biodiesel. Jarak pagar telah dikenal banyak oleh Masyarakat Pedesaan, dapat tumbuh di daerah tandus dan lahan kritis,

hingga dapat juga sebagai alternatif "REBOISASI". Budidaya tanaman jarak pagar sangatlah mudah karena tidak memerlukan pemeliharaan khusus. Selain itu harga pokok produksi minyak Jarak Pagar diperkirakan sekitar Rp.2.000– Rp.2200 /liter, cukup murah.

Jarak Pagar merupakan pilihan yang masuk akal, selain dikarenakan alasan-alasan di atas, jarak pagar dapat tumbuh di lahan tandus dan lahan kritis, tidak memiliki hama, mulai Produksi pada usia 6 bulan, menciptakan lapangan kerja di kantong-kantong kemiskinan khususnya pada lokasi Lahan Tandus dan Terpencil, pengembangan budidaya jarak pagar adalah sebagai upaya menghijaukan lahan kritis dan lahan tandus, dan membangun Ekonomi Pedesaan. Pada gilirannya, pengembangan perkebunan biodiesel merupakan salah satu upaya dalam penghematan devisa, meningkatkan daya saing Industri dalam negeri, dan pemerataan pembangunan ekonomi.

Potensi pengembangan jarak pagar di Indonesia cukup baik. Dari sejumlah lahan kritis di Indonesia yakni sebesar  $\pm 15,3$  Juta Ha, dan potensi lahan yang akan menjadi kritis sebesar  $\pm 6,6$  juta ha, sehingga Total potensi Lahan Kritis adalah sebesar  $\pm 21,9$  Juta Ha.. Berdasarkan asumsi berikut ini, yaitu 1 pohon = 4,5 kg biji per thn, 1 Ha = 2000 pohon = 9.000 kg/thn, Produksi Minyak Jarak per tahun =  $9.000 \times 35\% : 0,9 \approx 3.500$  lt/Ha. Apabila ditargetkan 25 Jt kL Bahan Bakar Solar, Minyak Diesel, dan Minyak Bakar diganti dengan Minyak Jarak, maka dibutuhkan Luas Lahan =  $25 \text{ Jt kL/Thn} : 3,5 \text{ kL/Ha/Thn} \approx 7,25$  Jt Ha. Dengan jumlah potensi lahan kritis yang ada di Indonesia melebihi luas lahan yang dibutuhkan setiap tahunnya untuk memproduksi minyak jarak, maka tanaman jarak pagar ini dapat menjadi potensi untuk dikembangkan.

#### **Manfaat Tanaman Jarak Pagar**

Bagian dari tanaman jarak pagar seperti daun, biji, bungkil biji, dan minyaknya memiliki beberapa manfaat seperti, daun dapat dimanfaatkan menjadi kompos, pengembangan Ulat Sutera, dan sumber zat anti peradangan. Bungkil biji dapat digunakan untuk pupuk, produksi biogas, dan pakan ternak (dari varietas tak beracun). Biji Jarak dapat dimanfaatkan sebagai insektisida, dan minyak biji jarak dapat digunakan sebagai bahan baku produksi sabun, bahan bakar pengganti solar, insektisida, dan pengobatan (pencahar, kontrasepsi dsb).

Adapun manfaat lain yang diharapkan dari pengembangan budidaya jarak pagar ini antara lain,

- *Reboisasi Lahan Kritis/Tandus/Non Produktif :*

Untuk memenuhi kebutuhan  $\pm$  25 juta solar, minyak diesel, dan minyak bakar maka program ini paling tidak akan mengurangi lahan kritis/tandus/Non Produktif di Indonesia ini seluas  $\pm$  7,25 juta Ha lahan kritis. Selain itu, berkurangnya lahan kritis dan tandus akan berdampak bertambahnya cadangan air sebagai inti kehidupan.

- *Membuka Lapangan Kerja di Kantong-kantong Kemiskinan :*

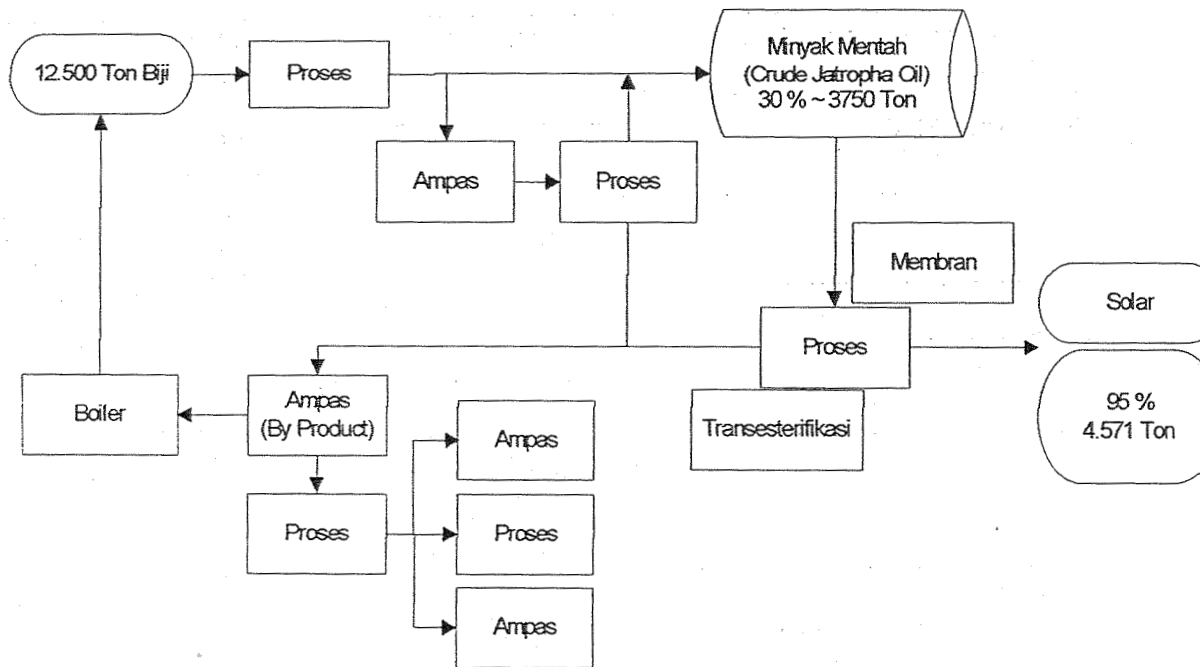
Jika tiap Ha lahan dikerjakan  $\pm$  3 orang yang akan menghidupkan kegiatan ekonomi di Pedesaan, maka program ini akan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak  $\pm$  25 juta orang. Jumlah ini belum termasuk tenaga kerja terampil di unit pengolahan minyak jarak dan kegiatan pendukung lainnya.

- *Aliran Dana ke Daerah Perkebunan :*

Dengan asumsi per Ha akan menghasilkan 9 ton biji per tahun, maka untuk 7,25 jt Ha perkebunan jarak akan mensuplai  $\pm$  65 jt ton biji per tahun ke unit pengolahan. Jika tiap kg dibeli seharga Rp. 500, maka akan terjadi aliran dana sebesar  $\pm$  Rp. 32,5 triliun per tahun. Jumlah ini belum memperhitungkan aliran dana yang terkait dengan pengadaan pupuk, biaya-biaya yang terkait dengan pengoperasian unit pengolahan minyak, biaya-biaya distribusi, dan kegiatan pendukung lainnya.

Pada akhirnya, program ini akan *menghidupkan ekonomi pedesaan* serta menghasilkan alternatif BBM dengan harga yang lebih murah yang akan meningkatkan daya saing produk dalam Negeri pada pasar Global dan berkurangnya beban Subsidi BBM oleh Pemerintah.

Proses Produksi Bahan Bakar Solar dan Residu dari Jarak (Per Tahun/1.000 Hektar)

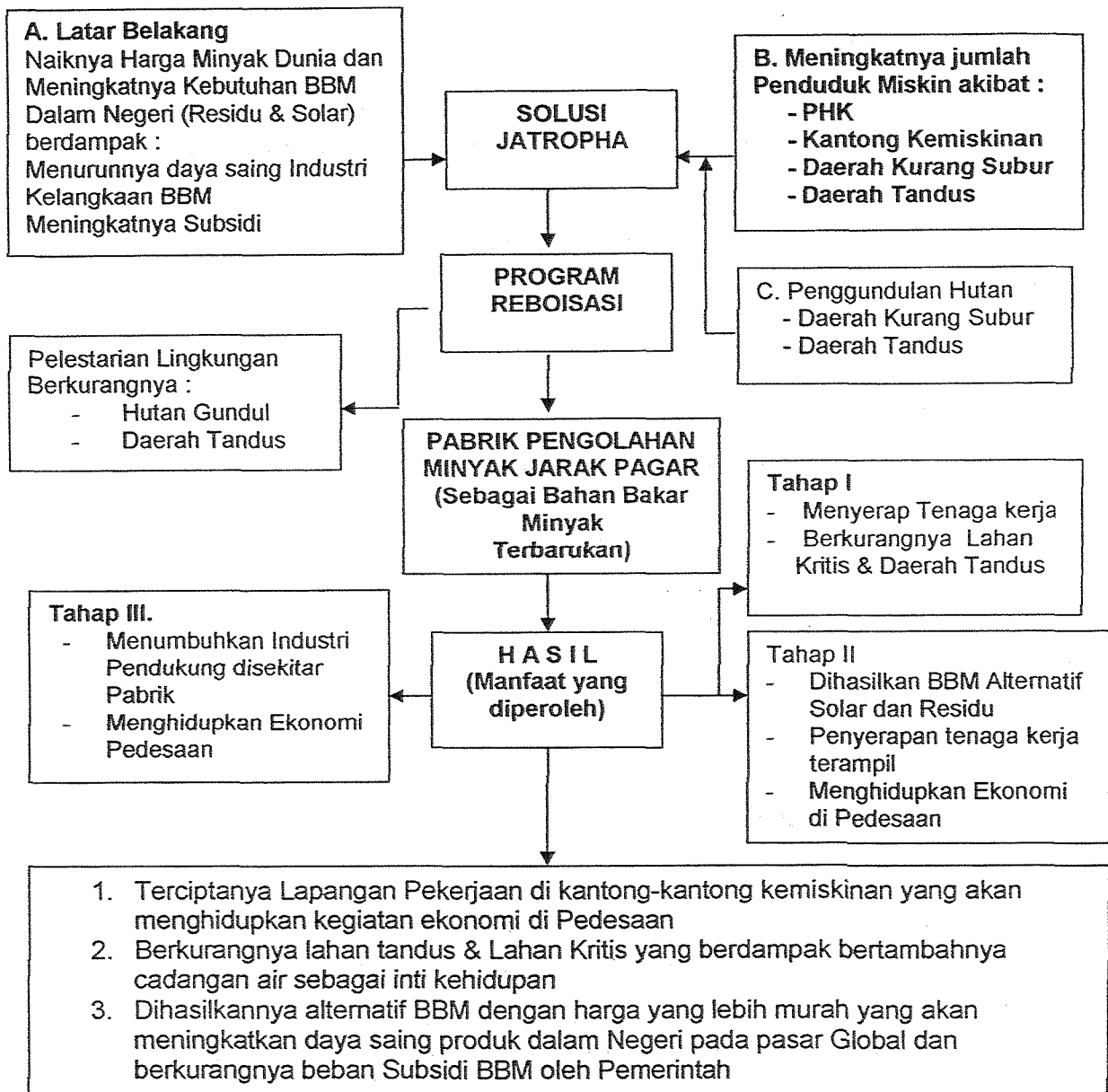


Tahapan Pengembangan Tanaman Jarak Pagar di RNI

Uraian	2005	2006	2007	2008
<b>KEBUN PEMBIBITAN</b>				
Jatitujuh (Jabar) Ha	500	1000	2500	5000
Grati (Jatim) Ha	500	750	1000	2000
FABRIKASI	Pilot	Minyak Bakar	Minyak Bakar, Kompos	Minyak Bakar, Solar, Kompos
<b>HASIL PRODUK</b>				
Minyak Bakar	-	4,6 juta Liter	10 juta Liter	10 juta Liter
Solar	-	-	-	10 juta Liter



Latar Belakang dan Rencana Pengembangan Minyak Jarak Pagar



**Pengembangan Lahan Rajawali II – Cirebon**

PG.JATITUJUH	Rencana Tanam		Realisasi Tanam	
	Populasi Batang	Ha	Populasi Batang	Ha
S/d. Agustus 2005	62,500	25	77,500	31
September	62,500	25	67,500	27
Oktober	125,000	50	115,000	46
Nopember	375,000	150	255,000	102
Desember	625,000	250	-	-
Januari 2006	500,000	200	-	-
<b>Total</b>	<b>1,750,000</b>	<b>700</b>	<b>515,000</b>	<b>206</b>

PG.SUBANG	Rencana Tanam		Realisasi Tanam	
	Populasi Batang	Ha	Populasi Batang	Ha
S/d. Agustus 2005	-	-	-	-
September	-	-	-	-
Oktober	125,000	50	127,500	51
Nopember	250,000	100	157,500	63
Desember	375,000	150	-	-
Januari 2006	500,000	200	-	-
<b>Total</b>	<b>1,250,000</b>	<b>500</b>	<b>285,000</b>	<b>114</b>

**Pengembangan Lahan Rajawali II -Kebun Jatitujuh, Cirebon**

Bibit Tanaman diperoleh dari Purwodadi sebanyak 88.600 stek, Kebun. Grati Agung sebanyak 17.400 polybag, Kebun. Jatibening : 8.800 polybag, dan Kebun Jatitujuh sebanyak 410.000 polybag dan stek.

**Pengembangan Lahan Rajawali I -Kebun Grati Agung, Pasuruan.**

Saat ini di KGA, kegiatan lebih difokuskan pada proses pembibitan dengan jumlah bibit telah mencapai ± 1,5 juta polybag. Penanaman akan dilaksanakan pada awal musim hujan tahun ini, dan lahan yang tersedia telah mencapai ± 1200 Ha.

## Politik Energi BUMN

### Sasaran

- Tercapainya produksi minyak jarak dan biodiesel berbasis minyak jarak mencapai 10 juta kiloliter/tahun pada tahun 2009 untuk substitusi 25%
- Tercapainya produksi gasohol untuk substitusi 20% bahan bakar premium untuk transportasi
- Terciptanya lapangan kerja lebih dari 10 juta orang bagi masyarakat dalam kemitraan dengan BUMN

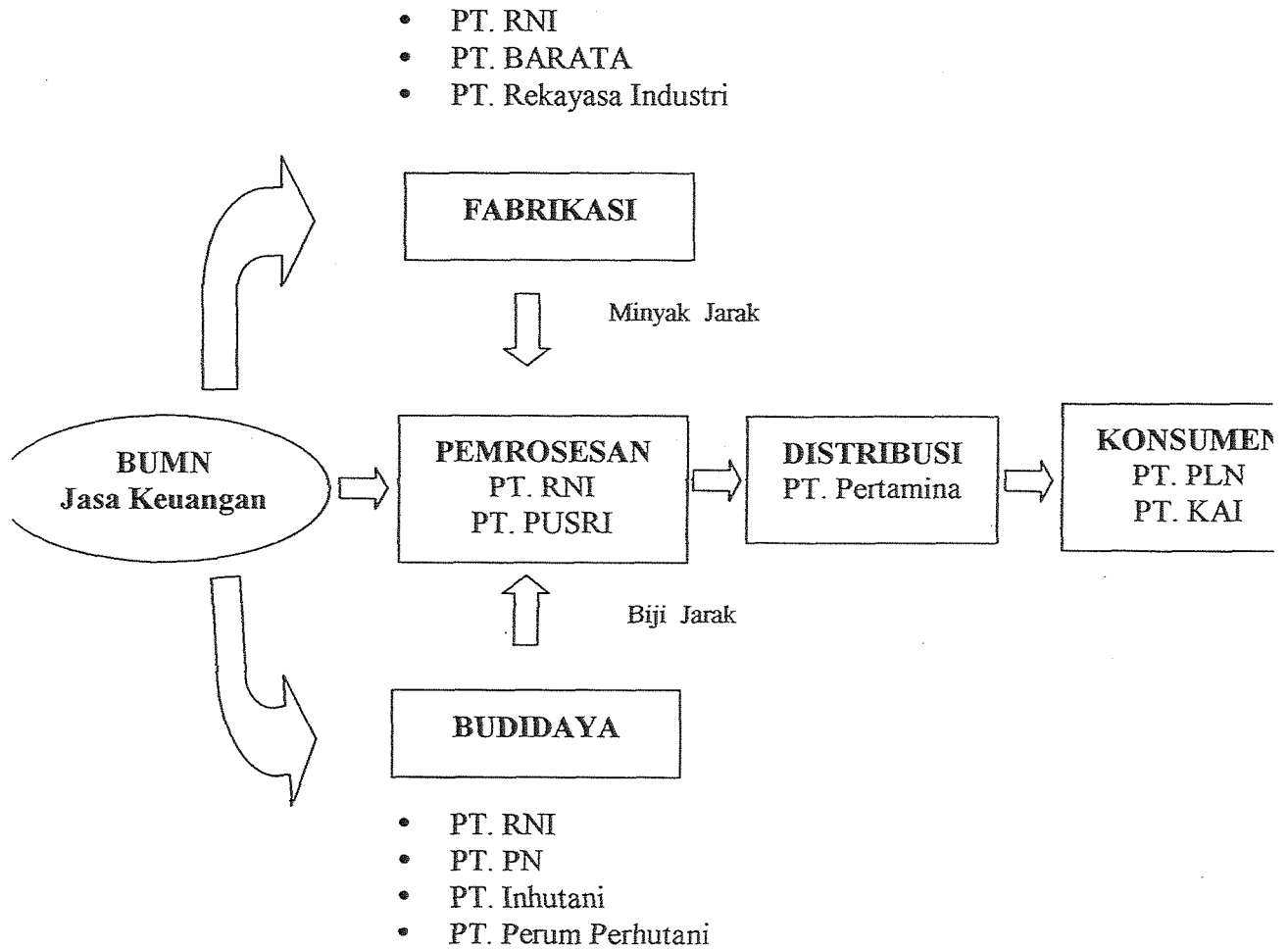
### Program Implementasi Dalam Pengembangan energi Terbarukan

- ✓ Mendorong PT. Perkebunan, PT RNI, PT. Inhutani, Perum Perhutani untuk melakukan budidaya pohon jarak pada lahan kritis dan lahan tidak produktif dan budidaya pohon tebu sebagai bahan baku gasohol.
- ✓ Mendorong PT. RNI dan PT Pusri untuk melakukan proses produksi bio diesel minyak jarak dan gasohol.

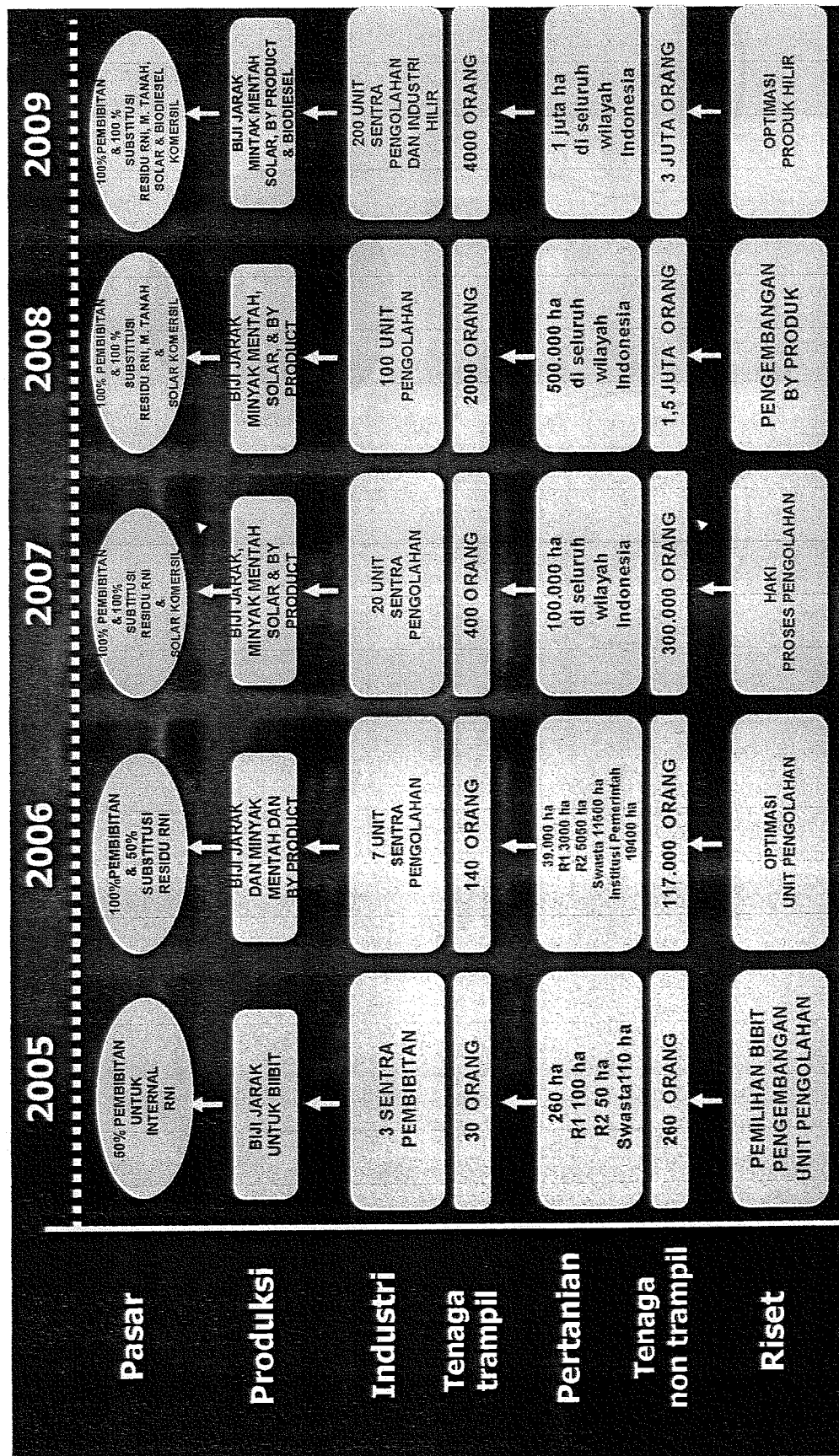
### Rencana Aksi Tahun 2006

Rencana PT. RNI Pada tahun 2006 yaitu PT. RNI dan PTPN dapat memproduksi 50.000 kilo liter minyak jarak dengan memanfaatkan 100 ribu ha lahan yang tidak produktif, dan membuka lapangan kerja baru lebih dari 2.000 orang trampil dan 100.000 orang tenaga non terampil untuk budidaya dan industri minyak jarak

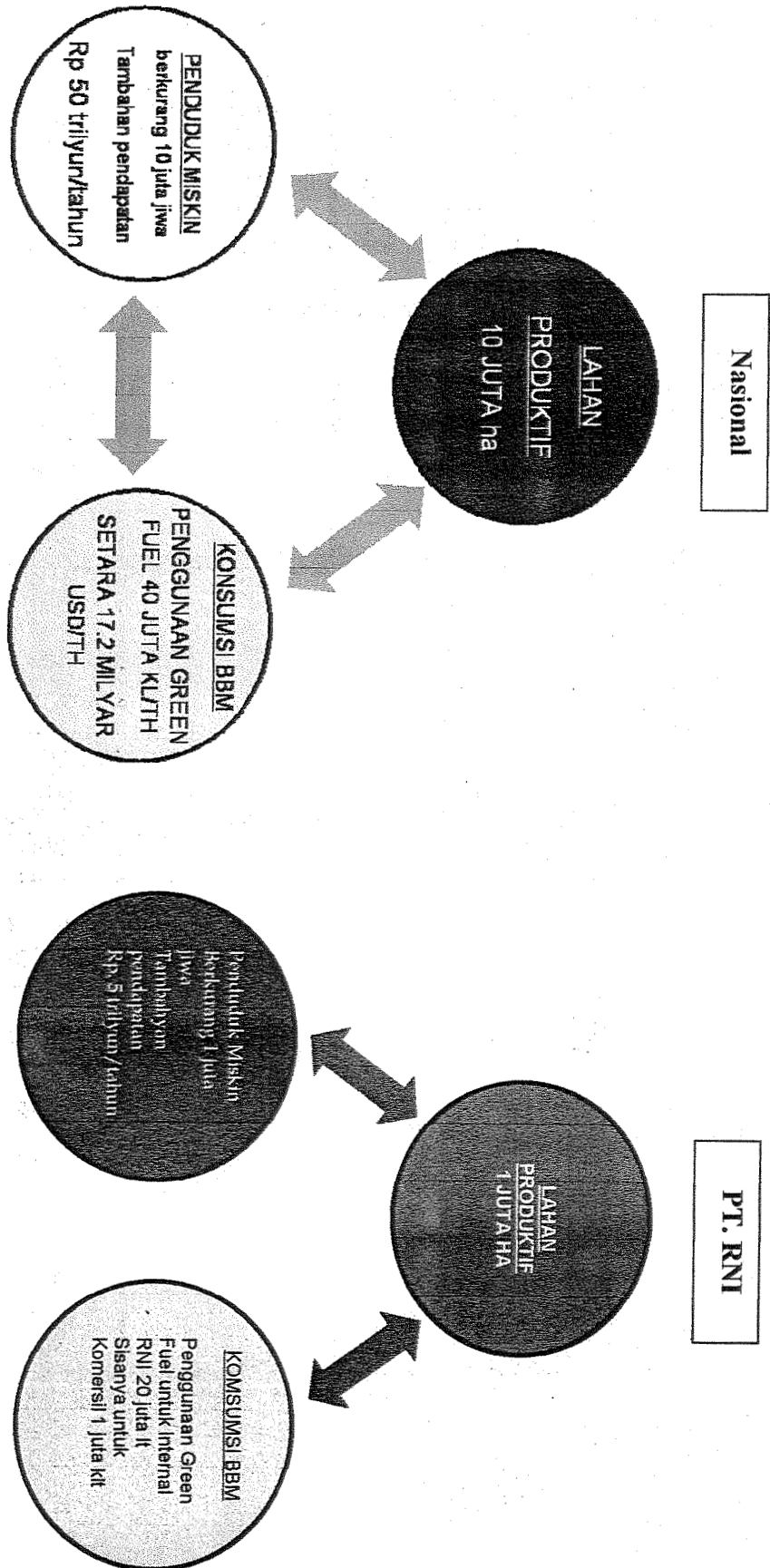
Skema Aliansi BUMN Dalam Pengembangan Bio-Diesel Minyak Jarak



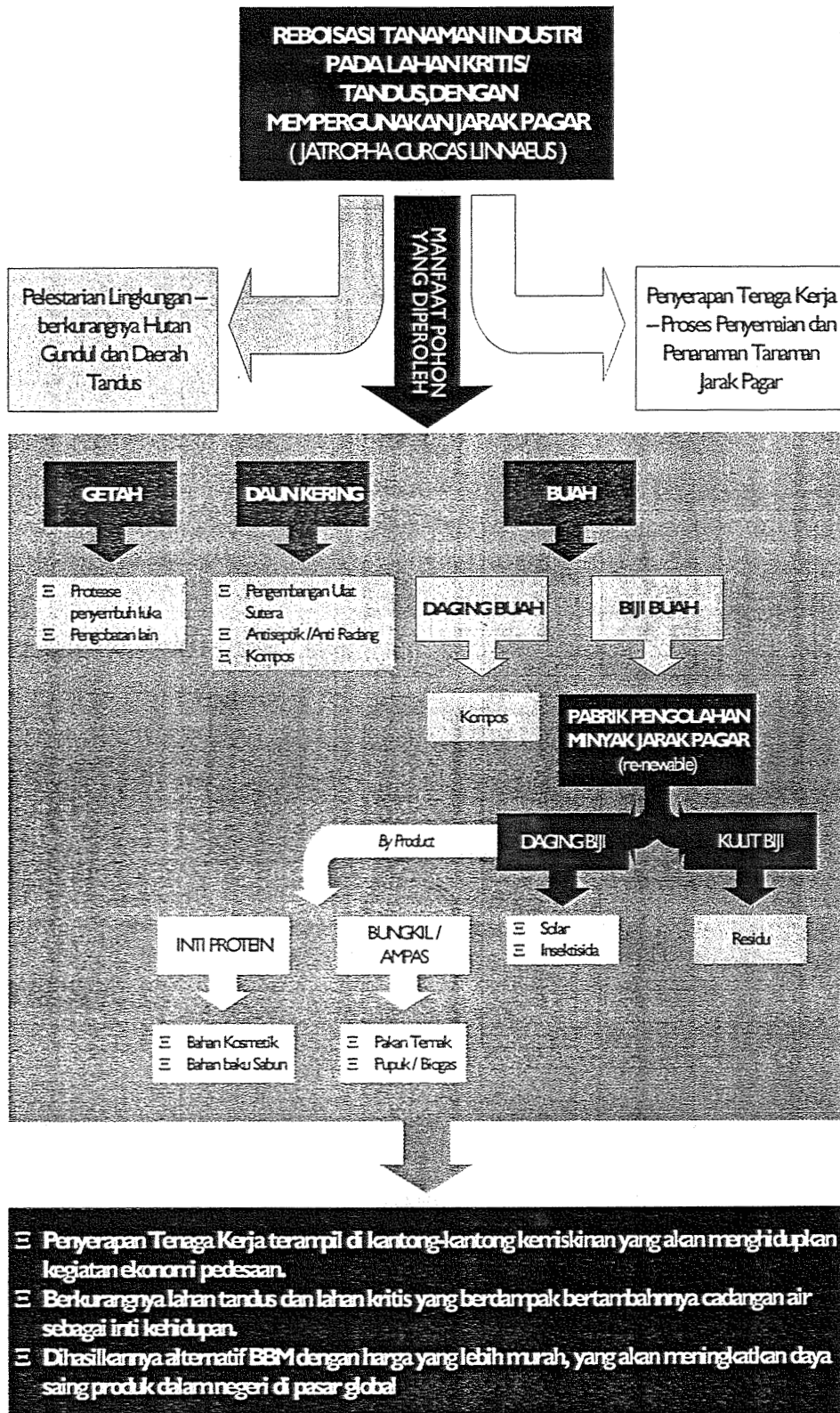
Roadmap Jatropha RNI



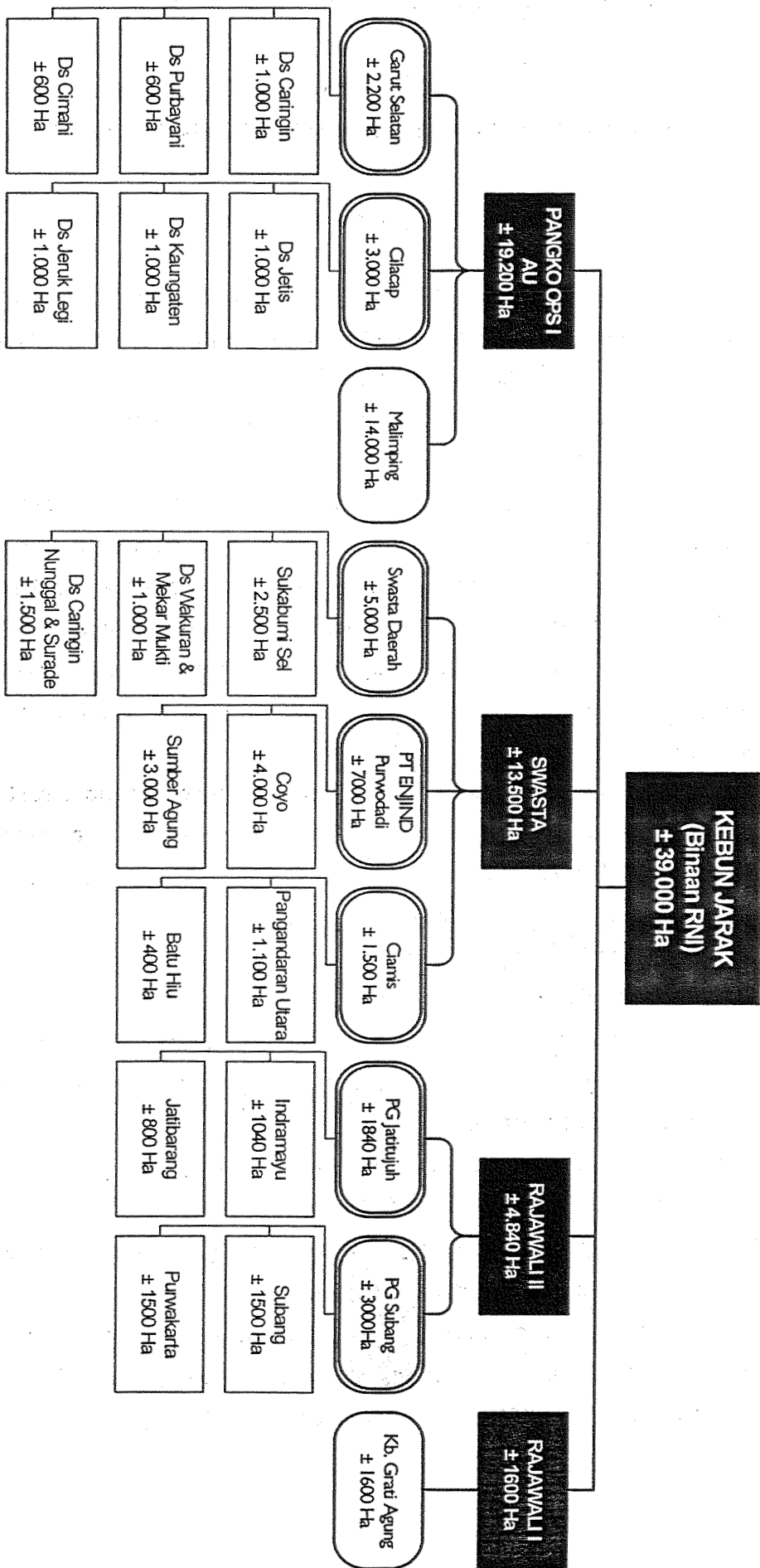
Sasaran Pencapaian 2009 (Hasil Yang Akan Dicapai)



Mata Rantai Pembudidayaan Tanaman Jarak Pagar



Lokasi Kebun Jarak Pagar Binaan RNI





## PEMBIAYAAN ALTERNATIF SEKTOR AGRIBISNIS

Eriyatno

Deputi Bidang Pembiayaan - Kementerian Koperasi dan UKM

### 1. PENDAHULUAN

Pembangunan perekonomian nasional khususnya di sektor agribisnis sudah selangkahnya mengedepankan upaya-upaya nyata pemberdayaan Koperasi, Usaha Mikro dan Kecil (KUMK) agar dapat menstimulasi pertumbuhan ekonomi serta pemerataan kesempatan berusaha dan menikmati hasil pembangunan.

Aspek permodalan/pembiayaan di sektor agribisnis disadari sepenuhnya masih tetap menjadi salah satu kebutuhan penting. Kebutuhan penyediaan permodalan bagi pelaku agribisnis lahir berkaitan dengan kebutuhan untuk menjalankan usahanya (baik untuk kebutuhan modal kerja maupun untuk mengembangkan usaha melalui kegiatan investasi), sekaligus merupakan akibat yang disebabkan persoalan lain yang dihadapi guna menjaga *cash flow* usahanya.

Selama ini KUMK khususnya di sektor agribisnis sangat sulit untuk memanfaatkan mekanisme pembiayaan usaha yang disediakan oleh perbankan dan lembaga keuangan formal yang lain. Permasalahannya antara lain sebagai berikut:

- (1) Belum berkembangnya konsolidasi usaha yang memiliki jaringan usaha terpadu baik di sektor produksi maupun pemasaran.
- (2) Masih rendahnya kredibilitas usaha dari sudut analisis perbankan.
- (3) Persyaratan administrasi dan prosedur pengajuan usulan pembiayaan yang rumit dan birokratis.
- (4) Adanya persyaratan kesediaan jaminan berupa agunan yang sulit untuk dipenuhi.
- (5) Informasi yang kurang merata (asimetri) tentang layanan perbankan dan lembaga keuangan yang dapat dimanfaatkan.

Oleh karena itu diperlukan pembiayaan alternatif yang mantap dan kebijakan operasional yang efektif dalam membangun jembatan antara lembaga keuangan/pembiayaan non bank dengan sektor agribisnis.

Dalam aspek peningkatan akses pembiayaan diperlukan landasan pembiayaan yang memperhatikan aspek-aspek profesionalitas, keadilan, kesetaraan dan partisipasi. Landasan pemikiran pembiayaan KUMK termasuk yang berbadan hukum Koperasi tertuang dalam Strategi Pembiayaan KUMK yaitu:

- (1) Upaya meningkatkan kemampuan pelaku usaha dalam mengakses sumber pembiayaan.
- (2) Upaya meningkatkan kuantitas dan kualitas layanan pembiayaan bagi KUMK.
- (3) Upaya memberikan fasilitasi dan perkuatan bagi Lembaga Keuangan/ Pembiayaan dalam memberikan layanan pembiayaan KUMK.
- (4) Upaya meningkatkan jaringan kelembagaan dalam memperkuat struktur pembiayaan dan memperluas sumber pembiayaan.
- (5) Upaya memberikan kemudahan dan fasilitasi dalam memediasi kesepakatan pembiayaan.

## II. VISI DAN MISI

Visi strategi pembiayaan KUMK adalah terwujudnya peningkatan aksesibilitas yang efektif bagi KUMK terhadap sumber dana yang kompetitif, sederhana dalam prosedur perkreditan serta didukung mekanisme penjaminan yang tidak memberatkan dan atau mekanisme bagi hasil yang berkeadilan.

MISI Strategi Pembiayaan KUMK ini adalah untuk mendukung kebijakan koordinasi dari semua unsur dan pelaku yang terkait dengan aspek pembiayaan, baik yang secara langsung seperti perkuatan permodalan maupun yang tidak langsung seperti penjaminan kredit usaha, khusus bagi KUMK yang sejalan dengan pembangunan ekonomi masyarakat di daerah.

Strategi Pembiayaan Usaha KUMK secara umum terbagi menjadi dua bagian pokok yakni peningkatan akses pembiayaan KUMK dan peningkatan layanan pembiayaan KUMK. Pada bagian pertama diorientasikan pada substansi perkuatan permodalan KUMK. Pada bagian kedua difokuskan pada substansi peningkatan layanan pembiayaan KUMK oleh Lembaga Keuangan/ Pembiayaan (KSP/USP Koperasi atau KJKS/BMT, BPR, Bank Umum, Leasing, Factoring dan Pasar Modal).

Program Aksi untuk Pembiayaan KUMK disusun dengan tujuan meningkatkan aksesabilitas para pengusaha mikro, kecil dan menengah terhadap lembaga pembiayaan usaha baik perbankan maupun non perbankan. Selain itu terkait dengan pemberdayaan koperasi maka ditujukan pada pengembangan Koperasi Simpan Pinjam/Usaha Simpan Pinjam - Koperasi termasuk yang berpola Syariah. Strategi pokok kegiatan pembiayaan KUMK dilandaskan pada strategi segmentasi dengan memperhatikan sisi pelaku KUMK sebagai penerima layanan pembiayaan dikaitkan dengan jenis pembiayaan yang efisien, lembaga keuangan penyedia dana yang efektif, dan lembaga pendukung yang partisipatif.

### III. STRATEGI PEMBIAYAAN KOPERASI, USAHA MIKRO DAN KECIL

#### 3.1 Pola Perkuatan Permodalan

##### 3.1.1 Dana Bergulir bagi Perkuatan KSP/USP Koperasi Konvensional

Selama ini posisi KSP/USP-Koperasi atau LKM menjadi sangat penting bagi masyarakat lapisan bawah, terutama bagi Usaha Mikro dan Kecil (UMK). Sedangkan kemampuan KSP/USP-Koperasi, baik dari sisi permodalan maupun sumberdaya manusia, masih sangat terbatas. Oleh karena itu, perlu ada dukungan dari berbagai pihak dalam pemberdayaan KSP/USP-Koperasi. Salah satu dukungan finansial yang dapat dilakukan adalah perkuatan permodalan melalui dana bergulir.

Dana bergulir (*revolving fund*) dengan pola konvensional adalah dana murah yang disediakan oleh penyedia, termasuk Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah, yang diberikan dengan mekanisme perguliran kepada lembaga keuangan formal untuk memberdayakan UMK guna peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Tujuan program dana bergulir pola konvensional ini adalah: (1) mengembangkan UMK dengan menyediakan sumber pembiayaan melalui lembaga keuangan alternatif diluar perbankan, (2) melakukan perkuatan struktur keuangan KSP/USP Koperasi atau LKM dan sumberdaya manusianya. Selaras dengan tujuan tersebut maka sasaran utama program ini adalah: (1) Terciptanya dukungan dana bergulir kepada sejumlah KSP/USP-Koperasi di sejumlah Propinsi dan Kabupaten/Kota; (2) terlaksananya pelatihan kepada sejumlah pengelola KSP/USP Koperasi; dan (3) tersedianya dukungan pendanaan bagi usaha anggota Koperasi.

### 3.1.2 Dana Bergulir bagi Perkuatan Koperasi Jasa Keuangan Syariah

Dana bergulir pola syariah adalah dana murah yang disediakan oleh penyandang dana, termasuk Pemerintah Pusat atau pemerintah daerah, kepada lembaga keuangan formal seperti Koperasi Jasa Keuangan Syariah (KJKS) melalui mekanisme bagi hasil (syariah) Dalam upaya perluasan akses pendanaan kepada UMK di daerah.

Tujuan perkuatan KJKS adalah membantu perkuatan modal KJKS untuk pembiayaan usaha-usaha produktif yang dikelola UMK, yaitu:

- (1) Memberdayakan UMK melalui bantuan pembiayaan untuk peningkatan dan pengembangan usaha-usaha produktif yang dikelola UMK.
- (2) Meningkatkan dan mengembangkan KSP/USP Koperasi Pola Syariah sebagai lembaga keuangan alternatif yang mandiri dan berakar serta berperan dalam memberikan/membantu pembiayaan bagi anggota dan masyarakat calon anggota.
- (3) Meningkatkan dan mengembangkan jaringan usaha antar KSP/USP Koperasi Pola Syariah dalam upaya meningkatkan dan mengembangkan kesejahteraan anggota dan masyarakat disekitarnya baik dikota maupun dipedesaan.

### 3.1.3 Dana Bergulir Sektoral

Pemerintah melalui instansi teknis terkait sebenarnya telah banyak memberikan bantuan permodalan terhadap UMK yang menjadi sentra bina instansi teknis khususnya mencakup kegiatan strategis terutama bidang agribisnis. Namun pengelolaannya belum sepenuhnya melalui lembaga legal seperti KSP sehingga kelangsungan kegiatan sangat rentan mengingat tidak dikelola menurut kaidah-kaidah bisnis pada lembaga keuangan yang formal, seperti pengawasan, penilaian kesehatan dan pertanggungjawaban kepada publik. Oleh karena itu diperlukan program pengembangan KSP Sektoral yang dahulu dikenal dengan KSP Agribisnis untuk perkuatan permodalan dan peningkatan kualitas SDM pengelola KSP melalui Dana Bergulir Sektoral.

Tujuan program perkuatan modal KSP Sektoral yaitu:

- (1) Membangun dan mengembangkan instrument moneter melalui perkuatan lembaga yang legal yakni Koperasi Simpan Pinjam (KSP) untuk mendampingi perkembangan sektor riil pada lapisan masyarakat pengusaha kecil dan menengah yang paling bawah.

- (2) Meningkatkan aktivitas usaha dan pendapatan UMK melalui pelayanan pinjaman modal usaha yang berasal dari KSP Sektoral.
- (3) Meningkatkan akses pembiayaan bagi UMK yang belum terlayani oleh pembiayaan kredit bank karena adanya kendala dalam memenuhi persyaratan kredit bank.
- (4) Memperkuat struktur permodalan KSP Sektoral dengan penyediaan bantuan modal dana bergulir atau dana dampingan lainnya sehingga dapat meningkatkan pelayanan pembiayaan kepada UMK.
- (5) Meningkatkan kualitas SDM Pengelola KSP Sektoral melalui pelatihan dan pembekalan keterampilan karyawan KSP Sektoral.
- (6) Meningkatkan kemampuan dan jangkauan layanan jasa keuangan yang didukung oleh sistim operasional pengelolaan KSP Sektoral.

Sasaran program perkuatan modal KSP Sektoral/Agribisnis adalah :

- (1) Pusat-pusat pertumbuhan sektor riil (produktif) yang menjadi binaan instansi teknis.
- (2) Sentra-sentra UKM yang terus berkembang secara dinamis sehingga memerlukan lembaga keuangan sebagai instrumen untuk memenuhi kebutuhan permodalan.
- (3) Pusat pengembangan produk daerah yang menjadi prioritas untuk dikembangkan oleh Pemerintah Daerah dan memerlukan dukungan lembaga keuangan.

#### 3.1.4 Kredit Usaha Mikro dan Kecil

Selama ini perhatian lembaga keuangan terhadap kebutuhan kredit yang bersifat produktif, baik untuk modal kerja maupun investasi, masih relatif kecil dibandingkan kredit konsumtif sehingga UMK lebih banyak menggunakan modal sendiri. Untuk meningkatkan akses sumber dana kredit UMK maka melalui Keputusan Menteri Keuangan Nomor 40/KMK.6/2003 tentang Pendanaan Kredit Usaha Mikro dan Kecil, Pemerintah menyediakan pendanaan kredit untuk UMK melalui dana Surat Utang Pemerintah (SUP) Nomor SU/005/MK/1999.

Prinsip yang digunakan dalam Pola Kredit UMK antara lain adalah: (1) status pendanaan dari Pemerintah kepada Lembaga Keuangan berupa pinjaman jangka menengah dan panjang dengan tingkat suku bunga sebesar tingkat bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) berjangka waktu 3 (tiga) bulan,

(2) peran Lembaga Keuangan adalah sebagai eksekuting, (3) syarat kredit kepada UMK ditetapkan lebih rendah dan mudah dibandingkan persyaratan kredit komersial, (4) peran Pemerintah c.q. Departemen Keuangan dan Kementerian Koperasi dan UKM adalah melakukan pembinaan dan pengendalian Kredit UMK, melakukan pemeriksaan atas realisasi penyaluran dan penggunaan pinjaman pendanaan Kredit UMK oleh Lembaga Keuangan, dan mendorong perkembangan penyaluran dan pengembalian Kredit UMK oleh Lembaga Keuangan.

Tujuan Kredit Usaha Mikro dan Kecil adalah:

- (1) Meningkatkan akses usaha mikro dan kecil terhadap dana pinjaman untuk pembiayaan modal kerja dan investasi kegiatan usaha produktif disemua sektor ekonomi dengan persyaratan yang ringan dan terjangkau.
- (2) Menyediakan pinjaman dana likuiditas kepada Lembaga Keuangan dalam menyalurkan kredit produktif kepada UMK.
- (3) Meningkatkan kegiatan ekonomi sektor riil UMK sehingga dapat membuka lapangan kerja yang luas, meningkatkan nilai tambah produk, peningkatan daya beli masyarakat, dan meningkatkan pendapatan UMK, serta menurunkan angka kemiskinan.

## **3.2 Dukungan Peningkatan Aksesabilitas**

### **3.2.1 Penjaminan Kredit Usaha**

Untuk meningkatkan akses KUMK termasuk yang berbadan hukum Koperasi terhadap sumber pembiayaan perbankan maka Pemerintah melalui Kementerian Koperasi dan UKM melaksanakan program penyediaan Dana Penjaminan Kredit bagi KUMK. Dana penjaminan ini dapat dimanfaatkan oleh KUMK yang layak usaha namun kurang memiliki agunan yang memadai dalam perolehan kredit perbankan. Disamping itu perlu dilakukan upaya-upaya nyata untuk mengoptimalkan lembaga penjaminan yang sudah ada melalui pola penjaminan yang berkeadilan. Bahkan secara berkelanjutan dilakukan upaya untuk mengembangkan lembaga penjaminan baru di daerah-daerah.

Tujuan pengembangan pola penjaminan kredit adalah:

- (1) Mempermudah/memperlancar UKM dalam mendapatkan penjaminan kredit sehingga dapat meningkatkan jumlah modal yang diperlukan dalam usahanya.

- (2) Meningkatkan usaha dan akses UKM dalam memperoleh kredit dan Lembaga Keuangan Bank melalui penyediaan fasilitas jasa penjaminan kredit.
- (3) Menstimulasi dan menggalang partisipasi Pemerintah Daerah dan berbagai pihak terkait lainnya dalam rangka pembentukan perusahaan penjamin kredit daerah.
- (4) Memberdayakan lembaga penjamin kredit dan lembaga keuangan yang terlibat sehingga lebih meningkat kinerjanya dalam melayani pemenuhan kebutuhan UKM dalam aspek permodalan.
- (5) Meningkatkan akses UKM yang kurang memiliki jaminan kredit untuk memperoleh kredit dari perbankan.

Sasaran pengembangan pola penjaminan kredit adalah:

- (1) Terwujudnya perusahaan-perusahaan penjaminan kredit daerah yang dimiliki oleh Pemda Provinsi/Kabupaten/Kota.
- (2) Terbentuknya perusahaan requarentee kredit yang dimiliki oleh Pemerintah Pusat.
- (3) Terwujudnya aspek prudential regulation dalam bentuk Undang-Undang Penjaminan Kredit.

### 3.2.2 Sertifikasi Hak Atas Tanah Pengusaha Mikro dan Kecil (PMK)

Dalam rangka perkuatan permodalan UMK melalui peningkatan aksesabilitas kredit perbankan diperlukan upaya peningkatan kemampuan penyediaan jaminan kredit dengan meningkatkan status hukum atas tanah yang dimiliki PMK. Pemerintah melalui Kementerian Koperasi dan UKM serta instansi terkait berupaya memberikan dukungan/bantuan peningkatan status hukum atas tanah PMK guna penyediaan jaminan kredit melalui kegiatan pemetaan dan sertifikasi hak atas tanah.

Tujuan program sertifikasi hak atas tanah milik pengusaha mikro dan kecil adalah:

- (1) Meningkatkan akses pengusaha mikro dan kecil ke lembaga keuangan/Bank, dengan kemampuan menjamin sendiri atas pinjaman/kredit yang diperlukan.
- (2) Meningkatkan porsi kredit perbankan kepada pengusaha mikro dan kecil.
- (3) Peningkatan produksi dan kesejahteraan masyarakat pengusaha mikro dan kecil

Sasaran program sertifikasi tanah milik pengusaha mikro dan kecil secara kualitatif adalah:

- (1) Pengusaha mikro dan kecil yang memenuhi kriteria sebagai berikut:
  - [a] Perorangan, Warga Negara Indonesia (WNI) atau Perusahaan yang berbadan hukum dan koperasi;
  - [b] Debitur atau calon debitur dari bank;
  - [c] Memenuhi kriteria kelayakan usaha yang ditetapkan perbankan;
  - [d] Agunan tanahnya belum bersertifikat.
  - [e] Bersedia membayar sisa (kekurangan) biaya pengurusan sertifikat.
- (2) Tanah milik pengusaha mikro dan kecil yang memenuhi kriteria (Obyek)
  - [a] Letak lokasi jelas dan berada pada Kabupaten/Kota lokasi kegiatan;
  - [b] Tidak dalam sengketa;
  - [c] Luas:
    - (i) Untuk tanah pertanian maksimal 2 Ha;
    - (ii) Untuk tanah non pertanian maksimal 2.000 M<sup>2</sup>;
  - [d] Bukan harta warisan yang belum dibagi;
  - [e] Sudah dikuasai oleh PMK yang bersangkutan;
  - [f] Untuk tanah pertanian, pemohon harus berdomisili di Kecamatan yang sama dengan lokasi tanah.

Sertifikasi assets pengusaha mikro dan kecil, melibatkan unsur-unsur terkait termasuk petani/pekebun seperti: BPN, Bank, Departemen Keuangan cq. Ditjen Pajak dan Pemda.

### 3.2.3. Sistem Informasi Nasabah/Kredit Biro

Sistem Informasi Nasabah atau yang sering disebut sebagai Kredit Biro adalah sistem informasi kredit yang formal, terpelihara dan up to date serta dapat diakses secara aman oleh perbankan dan lembaga keuangan lainnya sebagai unit pemberi kredit baik untuk perencanaan maupun pengendalian. Ke depan, upaya mewujudkan dan mengoptimalkan Biro Kredit ini memiliki peran strategis dalam mewujudkan sistem kredit yang kredibel, berdaya guna dan berhasil guna.



Tujuan sistem informasi nasabah atau Kredit Biro adalah:

- (1) Meningkatkan akses kredit dan dukungan usaha yang lebih baik bagi KUMK dalam penambahan/ pendanaan modal kerja melalui sistem informasi kredit.
- (2) Memberikan persetujuan kredit yang lebih cepat, tepat dan mengurangi ketergantungan terhadap agunan bagi KUMK.
- (3) Memperluas jangkauan kepada KUMK dengan meningkatkan produktivitas KSP/USP Koperasi melalui struktural modal (equity) dan kekuatan financial yang potensial.

TEKNOLOGI PERBANYAKAN BIBIT JARAK PAGAR  
(*Jatropha curcas* Linn.)  
SECARA KONVENSIONAL DAN KULTUR JARINGAN

Dr. Ir. Theresia Prawitasari

Unit Usaha Jasa dan Industri (UJI)

Kultur Jaringan Tanaman Departemen Biologi FMIPA IPB

## I. PENDAHULUAN

*Jatropha curcas* Linn. (Euphorbiaceae) adalah tumbuhan perenial yang toleran terhadap kering dan tahan pada musim kering yang panjang. *Jatropha curcas* memiliki banyak nama yang berbeda di wilayah yang berbeda di Indonesia. Contohnya: Nawaih Nawas (Aceh), Jarak Kosta (Sunda), Jarak Gundul, Jarak Cina, Jarak Pagar (Jawa), Paku Kare (Timor), Peleng Kaliki (Bugis), dan lain-lain.

Minyak biji jarak dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar (Takeda, 1982; Banerji et al., 1985; Martin & Mayeux, 1985). Umumnya dikenal sebagai *sabudami purging nut* (kacang pencahar)/ *physic nut* (kacang urus-urus). Tumbuhan ini dipercaya sebagai tumbuhan asli dari Amerika Selatan (Brazil) dan tumbuh di semua wilayah tropis.

Di Indonesia, Jarak sudah teradaptasi secara alami dengan rentang penyebaran yang luas mulai dari kawasan Barat sampai dengan Timur (Aceh sampai dengan Papua). Dengan demikian memperkaya khasanah plasma nutfah dengan ekotipe yang beragam. Namun sayangnya saat ini Jarak yang ada di Indonesia masih sebagai tumbuhan yang belum dibudidayakan (habitat hutan, gulma sawah/kebun, tumbuhan pagar/naungan, tumbuhan liar di beberapa tempat sehingga diperlukan data base plasma nutfah sebagai sumber bahan perbanyakan dengan spesifikasi kualitas yang diinginkan.

Jarak Pagar merupakan tanaman pohon berukuran kecil (tinggi tanaman 1-7 m) dengan pertumbuhan yang sangat cepat pada rentang agroklimat yang luas (curah hujan tahunan 300-1000 mm per tahun, ketinggian tempat 0-500 m dpl, suhu tahunan rata-rata dapat di atas 20<sup>0</sup>C). Tanaman ini tumbuh pada beragam jenis tanah (berliat, alkalin, berbatu,

lahan marginal, dan bekas tambang) sehingga sangat berpotensi dikembangkan sebagai sumber biodiesel.

Perbanyakan *Jatropha curcas* mudah dan pertumbuhan cepat. Perbanyakan dapat dilakukan dengan stek atau biji atau melalui kultur jaringan (*in vitro*). Perbanyakan secara vegetatif dapat dilakukan melalui stek dan kultur jaringan. Perbanyakan melalui stek dilakukan dengan mengambil bahan stek dari tanaman induk yaitu 2 ruas/stek. Setiap pohon maksimal 3 stek per pohon. Pertumbuhan stek cepat, namun dibatasi oleh keberadaan tanaman induk yang terbatas.

Perbanyakan melalui kultur jaringan memiliki keunggulan antara lain pertumbuhan cepat, jumlah massal, seragam, bebas penyakit, merupakan hasil eksplorasi tumbuhan terpilih dengan spesifikasi sesuai (jenis, varietas, dan klon). Bahan tanaman berasal dari tunas atau pucuk dan biji. Lama perbanyakan di Laboratorium 1.5-2 bulan dengan tinggi 5-7 cm, 3-4 daun, dengan masa aklimatisasi 2 minggu. Diameter batang sudah mencapai 2 cm siap ditanam di lapang.

Perbanyakan secara generatif dapat dilakukan dari biji. Bahan sumber berupa biji terbatas dan berkompetisi dengan pengadaan minyak. Penyediaan sesuai ekotipe terpilih dan kesesuaian agroklimat, didukung fenofisiologi tanaman (status nutrisi, kandungan minyak yang diinginkan, perlu tidaknya *input teknologi on farm* yang lebih spesifik. Pada perbanyakan jarak dengan biji, biji dapat ditanam langsung di area penanaman atau ditumbuhkan terlebih dahulu di bak persemaian sebelum ditanam di area penanaman.

Jarak dapat berumur 40-50 tahun. Jarak relatif resisten terhadap hama dan penyakit. Karena akar dapat berfungsi sebagai cadangan air, tumbuhan ini diketahui baik sebagai tumbuhan *pioneer* dan dapat mencegah erosi. Di samping itu, tumbuhan ini dapat juga berfungsi sebagai pagar alami karena tidak ada ternak yang menyukai daunnya.

Pada kondisi normal, *Jatropha curcas* dapat memproduksi sekitar 8 ton/hektar/tahun dan mengandung minyak sekitar 33%. Getah mengandung 18% tanin yang umumnya digunakan sebagai obat. Inti biji mengandung 35-50 % minyak curcas dan texal bumin yang dapat juga digunakan sebagai obat.

## II. PENGADAAN BIBIT BERKUALITAS UNGGUL

### A. KEBUN SUMBER

Usaha budidaya tanaman jarak dimulai dengan membuat benih biji Jarak yang baik dan tidak rusak. Kebun pengadaan harus memenuhi standar tertentu : Jarak tanam optimum bagi pertumbuhan tanaman dan perkembangan biji adalah 2 X 2 m atau 2.5 X 2.5 m Tanaman bebas dari hama penyakit; maksimal tanaman yang terserang 10 % dalam 1 hamparan kebun

Pemupukan teratur sesuai standar yang telah ditetapkan. Dosis pupuk (g/pohon) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Dosis pupuk untuk tanaman jarak pagar

Tahun Ke-	Urea	SP-36	KCL	Pupuk Kandang
1	2x20	2x20	2x20	2x5
2	2x40	2x30	2x30	2x10
3	2x60	2x50	2x40	2x50
4	2x100	2x70	2x60	2x20
5	2x150	2x100	2x80	2x20

Pemeliharaan tanaman harus terjamin ; seperti pengendalian gulma (alang-alang, dll), pembumbunan, pengairan harus terjamin, pemangkasan dan penjarangan dilakukan secara periodik. Bunga dan buah harus bebas dari hama dan penyakit misalnya kepik, ulat penggerek pucuk dan busuk buah.

### B. KRITERIA PANEN BIJI

Panen biji yang akan dijadikan sebagai sumber benih memerlukan penilaian terhadap kriteria-kriteria tersebut yaitu masak morfologi, masak fisiologi dan masak panen. Pada kriteria masak morfologi, ukuran buah sudah mencapai ukuran maksimum; buah bulat berdiameter 3-4 cm. Umumnya pada umur 60 hari setelah pembungaan ukuran maksimum telah tercapai, namun masih perlu menunggu perkembangan selanjutnya dari organ-organ utama biji yaitu embrio sudah sempurna, kotiledon sudah maksimum menyimpan cadangan makanan, dan beberapa kriteria lainnya (masak fisiologis).

Selanjutnya setelah kurang lebih 90-100 hari setelah pembungaan biji dapat memasuki masak panen dengan dicirikan kulit buah yang berubah

warna dari kuning kecoklatan menjadi hitam dan mengering. Ciri lainnya yaitu kulit buah terbuka sebagian secara alami.

Panen yang dilakukan terlalu awal akan menurunkan kandungan minyak, daya kecambah (*viabilitas*), dan daya hidup (*vigor*) biji, sementara bila panen terlambat dilakukan menyebabkan buah pecah sehingga biji yang jatuh ke tanah akan tidak terkontrol kualitasnya. Teknik pemanenan yang baik dilakukan dengan memetik buah secara langsung dari dahannya. Karena tingkat kemasakan buah dalam satu malai (*tros*) tidak bersamaan, sehingga sebaiknya panen dilakukan per buah. Namun beberapa kesulitan dan biaya yang tinggi menjadi bahan pertimbangan. Oleh karena itu umumnya panen dilakukan per malai dengan syarat 40 % buahnya sudah mengering.

Pemanenan dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam untuk memotong tangkai malai dengan menggunakan alat bantu. Pengeringan dilakukan dengan cara menjemur buah jarak ditempat yang teduh. Penjemuran tidak boleh dilakukan langsung di bawah sinar matahari, karena terpaan sinar matahari langsung berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup (*viability*) biji. Buah jarak dikeringkan hingga semua buah terbuka dengan sendirinya. Setelah buah jarak membuka semuanya, selanjutnya biji jarak dikeluarkan dari cangkang buah dan dibersihkan. Biji jarak kembali dijemur selama 1 hari. Biji jarak tidak boleh dijemur terlalu lama karena akan menurunkan kadar minyak. Namun jika kurang kering menyebabkan biji mudah bercendawan dan cepat rusak. Biji jarak harus dikeringkan hingga kandungan airnya mencapai 5-7 persen.

Biji jarak yang telah mencapai kadar air sekitar 7 persen sebaiknya segera disimpan. Biji jarak yang telah kering disimpan dalam karung plastik. Penyimpanan harus dilakukan di gudang yang kering dan tidak langsung terkena sinar matahari, serta penumpukan karung tidak bersinggungan dengan lantai. Pada penyimpanan di suhu ruang, biji jarak dapat dipertahankan kelangsungan hidupnya hingga sekitar satu tahun lamanya.

Namun mengingat biji jarak memiliki kandungan minyak yang cukup tinggi, maka penyimpanan biji jarak tidak boleh dilakukan dalam waktu lama. Biji jarak yang telah dikeringkan apabila memungkinkan harus segera diolah. Hal ini karena penyimpanan terlalu lama akan menurunkan rendemen minyak jarak.

### C. SORTASI BIJI

Sortasi pada biji-biji yang akan dijadikan benih perlu dilakukan dengan memperhatikan beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Biji berasal dari buah yang sehat
2. Biji berbentuk bulat lonjong
3. Warna kulit biji coklat kehitaman dan utuh
4. Warna biji putih kecoklatan
5. Ukuran panjang 2 cm, lebar 1 cm
6. Tingkat keretakan kulit biji kurang dari 10%

### D. PERKECAMBAHAN BIJI

Tahapan dalam perkecambahan biji diawali dengan pembuatan bedengan persemaian atau secara langsung biji ditanam di polybag sampai munculnya plumula dan setelah umur 1-2 bulan tanaman atau bibit memiliki 4-7 daun siap dipindah ke lapang.

Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk keberhasilan perkecambahan dan pembibitan biji adalah:

- 1) Air; untuk melunakkan biji maka perlu perendaman awal biji selama  $\pm 8$  jam, perendaman dalam larutan fungisida selama 30 menit, kemudian ditiriskan pada kertas merang dan setelah 24 jam, biji ditanam di bedeng persemaian atau di polybag.
- 2) Suhu yang cocok (*favourable temperature*) Umumnya untuk awal perkecambahan membutuhkan suhu antara 28-30<sup>0</sup>C.
- 3) Cahaya; sangat bervariasi dibutuhkan oleh biji dari spesies tertentu, namun untuk jarak tidak terpengaruh dengan ada atau tidaknya cahaya selama perkecambahan
- 4) Oksigen; perkecambahan biji dipengaruhi oleh komposisi (susunan) udara sekitar (*ambient atmosphere*). Umumnya biji akan berkecambah dalam udara yang mengandung 20% O<sub>2</sub> dan 0.03% CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> terutama dibutuhkan pada tahapan tertentu dari perkecambahan. Sebetulnya oksigen tidaklah merupakan faktor pembatas utama untuk perkecambahan di lapangan. Oksigen menjadi faktor pembatas apabila kadar air tanah tinggi sehingga pori-pori tanah terisi air sehingga biji kekurangan O<sub>2</sub>.

### III PERBANYAKAN

#### A. TEKNIK PERBANYAKAN BIBIT SECARA KONVENSIONAL

Teknik perbanyak bibit jarak pagar secara konvensional dapat dilakukan melalui 2 cara:

1. Teknik perbanyak bibit dari biji
2. Teknik perbanyak bibit dari stek

##### 1. Teknik Perbanyak Bibit dari Biji

Perbanyak bibit dari biji diawali dengan mengecambahkan biji. Bahan yang dibutuhkan adalah biji jarak pagar dari varietas unggul. Perkecambahan biji dilakukan dengan melakukan perendaman biji terlebih dahulu dengan air selama 12-24 jam dan selanjutnya direndam dengan larutan fungisida dan bakterisida selama 30 menit. Persemaian dapat dilakukan pada bak persemaian, sebelum ditanam di lapang. Salah satu media yang dapat digunakan adalah campuran dari arang sekam, serbuk kelapa, gambut (1:1:1) dan pupuk majemuk (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu).

##### 2. Teknik Perbanyak Bibit dari Stek

Perbanyak bibit dari stek memerlukan tanaman induk yang sehat berumur 3-5 tahun. Penyetekan dilakukan pada bagian batang tua jarak pagar. Panjang batang tua yang akan distek sekitar 25 cm diameter 1-2 cm. Perendaman dengan *Rootone-F* dilakukan untuk memacu perakaran. Stek dapat langsung ditanam pada media tanam yang telah disiapkan. Setelah stek siap salur (4-7 daun), stek dapat ditanam di lapang.

#### B. TEKNIK PERBANYAKAN BIBIT SECARA KULTUR JARINGAN

Teknik perbanyak bibit secara kultur jaringan ini memerlukan tanaman induk sebagai bahan tanaman. Tanaman induk dapat berasal dari biji atau stek. Kelebihan dari perbanyak bibit melalui kultur jaringan ini adalah memperoleh tanaman yang seragam, bebas penyakit dalam waktu yang singkat, tanpa memerlukan lahan yang luas. Bahan tanaman diperoleh dari bagian tanaman jarak pagar yang masih muda atau meristematik seperti tunas apikal. Teknik perbanyak bibit secara kultur jaringan ini harus melalui tahapan sebagai berikut :

1. Tahap sterilisasi bahan tanaman (eksplan)

Pada tahap ini dilakukan berbagai perlakuan untuk membersihkan kotoran yang ada di permukaan bahan tanaman (disinfestasi)

2. Tahap penanaman eksplan (induksi tunas)

Pada tahap ini dilakukan penanaman eksplan yang sudah bersih ke media kultur. Tahap ini dilakukan secara aseptik dalam *Laminar Air Flow Cabinet (LAFC)*

3. Tahap inkubasi dalam ruang kultur

Inkubasi eksplan dalam ruang kultur dilakukan sebagai tahap untuk induksi tunas. Suhu ruang yang digunakan  $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$  dengan fotoperiodisitas 16 jam terang.

4. Tahap subkultur

Tahap ini dilakukan sebagai upaya perbanyak bibit jarak pagar sesuai target perbanyak bibit yang diinginkan. Namun yang harus diperhatikan adalah banyaknya subkultur tidak boleh melebihi 5 kali subkultur untuk menghindari variasi somaklonal.

5. Tahap aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses adaptasi planlet atau tanaman hasil kultur jaringan dari lingkungan aseptik ke lingkungan luar.

Dengan demikian keberhasilan produksi tanaman jarak di lapang diawali dengan penyediaan bibit yang berkualitas tinggi, tepat jenis, pemeliharaan yang baik, panen dan penanganan pasca panen yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan LW. 1988. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. Bogor: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sujatha M, Mukta N. 1996. Morphogenesis and Plant Regeneration from Tissue Cultures of *Jatropha curcas*. *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture* 44:135-141.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman secara Efisien. Depok: Agromedia Pustaka.



**SISTEM BUDIDAYA TANAMAN JARAK PAGAR  
(*Jatropha curcas* Linn)**

**Dr. Ir. Hariyadi**

**I. PENDAHULUAN**

Krisis energi di Indonesia khususnya energi dari bahan bakar fosil yang bersifat non renewable terjadi akibat semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak sehingga menyebabkan meningkatnya harga BBM. Untuk itu Indonesia perlu mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif yang bersifat renewable yang dapat dikembangkan di Indonesia. Salah satu usaha yang dapat dilakukan yaitu melalui penggunaan biodiesel dimana bahan bakunya berasal dari tanaman sehingga ketersediaannya lebih kontinyu. Selain itu, penggunaan biodiesel lebih bersifat ramah lingkungan karena dapat mengurangi emisi gas CO<sub>2</sub> dan CO di alam. Beberapa jenis tanaman yang memiliki potensi sebagai sumber bahan bakar antara lain kelapa sawit, kelapa, kemiri, singkong, tebu, jarak pagar, nyamplung dan sebagainya.

Mengingat minyak kelapa sawit dan minyak kelapa banyak dimanfaatkan sebagai minyak makan (*edible oil*), maka peluang pemanfaatan jarak pagar sebagai bahan baku biodiesel lebih besar. Minyak jarak pagar tidak termasuk dalam kategori minyak makan (*non edible oil*) sehingga pemanfaatan jarak pagar sebagai bahan baku biodiesel tidak akan mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional, kebutuhan industri oleokimia, dan ekspor CPO. Selama ini tanaman jarak pagar hanya ditanam sebagai pagar dan tidak diusahakan secara khusus. Secara agronomis, tanaman jarak pagar dapat beradaptasi dengan lahan maupun agroklimat di Indonesia bahkan tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada kondisi kering (curah hujan < 500 mm per tahun) maupun pada lahan dengan kesuburan rendah (lahan marjinal dan lahan kritis). Walaupun tanaman jarak tergolong tanaman yang tahan dan mudah tumbuh, tetapi ada permasalahan yang dihadapi dalam agribisnis saat ini yaitu belum adanya varietas atau klon unggul, jumlah ketersediaan benih terbatas, teknik budidaya yang belum memadai dan sistem pemasaran serta harga yang belum memiliki standar.

## II. JENIS DAN MORFOLOGI TANAMAN JARAK

Di Indonesia terdapat berbagai jenis tanaman jarak antara lain jarak kepyar (*Ricinus communis*), jarak bali (*Jatropha podagrica*), jarak ulung (*Jatropha gossypifolia* L.) dan jarak pagar (*Jatropha curcas*). Diantara jenis tanaman jarak tersebut yang memiliki potensi sebagai penghasil minyak bakar (biofuel) adalah jarak pagar (*Jatropha curcas*). Jarak pagar telah lama dikenal masyarakat di berbagai daerah Indonesia, yaitu sejak diperkenalkan oleh bangsa Jepang pada tahun 1942-an, yang mana masyarakat diperintahkan untuk melakukan penanaman jarak sebagai pagar pekarangan. Beberapa nama daerah (nama lokal) yang diberikan kepada tanaman jarak pagar ini antara lain Sunda (jarak kosta, jarak budeg), Jawa (jarak gundul, jarak pager), Madura (kalekhe paghar), Bali (jarak pager), Nusatenggara (lulu rau, paku kase, jarak pageh), Alor (kuman nema), Sulawesi (jarak kosta, jarak wolanda, bindalo, bintalo, tondo utomene), Maluku (ai huwa kamala, balaca, kadoto).

Tanaman jarak pagar termasuk famili Euphorbiaceae, satu famili dengan karet dan ubikayu. Pohonnya berupa perdu dengan tinggi tanaman 1–7 m, bercabang tidak teratur. Batangnya berkayu, silindris dan bila terluka mengeluarkan getah. Daunnya berupa daun tunggal, berlekuk, bersudut 3 atau 5, tulang daun menjari dengan 5–7 tulang utama, warna daun hijau (permukaan bagian bawah lebih pucat dibanding bagian atas). Panjang tangkai daun antara 4–15 cm. Bunga berwarna kuning kehijauan, berupa bunga majemuk berbentuk malai, berumah satu. Bunga jantan dan bunga betina tersusun dalam rangkaian berbentuk cawan, muncul diujung batang atau ketiak daun. Buah berupa buah kotak berbentuk bulat telur, diameter 2 – 4 cm, berwarna hijau ketika masih muda dan kuning jika masak. Buah jarak terbagi 3 ruang yang masing – masing ruang diisi 3 biji. Biji berbentuk bulat lonjong, warna coklat kehitaman. Biji inilah yang banyak mengandung minyak dengan rendemen sekitar 30 – 40 %

## III. SISTEM BUDIDAYA TANAMAN

Sistem budidaya tanaman jarak pagar selama ini belum dilakukan masyarakat untuk tujuan agribisnis. Umumnya tanaman ini ditanam sebagai pagar pembatas pekarangan sehingga namanya dikenal sebagai jarak pagar. Dalam pengembangan budidaya tanaman jarak pagar untuk tujuan agribisnis

perlu diperhatikan persyaratan lingkungan tumbuh dan aspek keagronomian (budidaya) sebagai berikut :

#### **A. Persyaratan Lingkungan Tumbuh**

Tanaman jarak pagar dikenal sebagai tanaman yang cukup bandel, dalam arti mudah beradaptasi terhadap lingkungan tumbuhnya, menghendaki lingkungan tumbuh yang optimal bagi pertumbuhannya, yaitu ketinggian tempat 0–1000 m di atas permukaan laut, suhu berkisar antara 18 °C – 30 °C. Pada daerah dengan suhu rendah (< 18 °C) menghambat pertumbuhan, sedangkan pada suhu tinggi (> 35 °C) menyebabkan gugur daun dan bunga, buah kering sehingga produksi menurun. Curah hujan antara 300 mm – 1200 mm per tahun. Dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur, tetapi memiliki drainase baik, tidak tergenang, dan pH tanah 5,0 – 6,5. Berkaitan dengan hal tersebut tanaman ini potensial untuk dikembangkan pada daerah yang kering maupun marjinal.

#### **B. Persiapan Lahan**

Persiapan lahan yang perlu dilakukan meliputi pembukaan lahan (*land clearing*), pengajiran dan pembuatan lubang tanam. Lahan yang akan ditanami dibersihkan dari semak belukar terutama disekitar tempat tanam. Pengajiran dilakukan dengan menancapkan ajir (dari bambu atau batang kayu) dengan jarak tanam disesuaikan dengan rencana populasi tanaman yang diharapkan. Penanaman dengan jarak tanam 2 m x 3 m (populasi 1600 pohon/ha), 2 m x 2 m (populasi 2500 pohon/ha) atau 1,5 m x 2,0 m (populasi 3300 pohon/ha). Pada areal yang miring sebaiknya digunakan sistem kontur dengan jarak dalam barisan 1,5 m. Ukuran lubang tanam tergantung dari bahan tanam yang digunakan. Jika bahan tanam berasal dari bibit dalam polibag lubang tanam dibuat dengan ukuran 40 cm x 40 cm x 40 cm. Sedangkan jika bahan tanam berupa stek (langsung tanam) lubang tanam dibuat dengan tugal yang terbuat dari kayu bulat berdiameter 3 cm dengan pengolahan tanah terlebih dahulu.

#### **C. Pembibitan**

Pembibitan tanaman jarak dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tanam berasal dari setek cabang atau batang, maupun benih. Bahkan penyediaan bibit dengan teknik kultur jaringan dimungkinkan. Jika

menggunakan setek dipilih cabang atau batang yang telah cukup berkayu. Sedangkan untuk benih dipilih dari biji yang telah cukup tua yaitu diambil dari buah yang telah masak biasanya berwarna hitam. Saat ini di Indonesia belum ada varietas maupun klon unggul jarak pagar, sehingga sumber benih masih mengandalkan pengumpulan dari petani. Peluang untuk penelitian ke arah ini masih sangat luas sehingga menjadi tantangan bagi perguruan tinggi maupun lembaga atau balai penelitian. Pembibitan dapat dilakukan di polibag atau di bedengan. Setiap polibag diisi media tanam berupa tanah lapisan atas (top soil) dan dicampur pupuk kandang lebih baik. Hasil penelitian penggunaan pupuk kandang (2 : 1 dan 1 : 1) menghasilkan pertumbuhan dan kondisi bibit yang lebih baik dibandingkan tanpa pupuk kandang. Setiap polibag ditanami 1 (satu) benih. Lama di pembibitan 2 bulan. Kegiatan yang dilakukan selama pembibitan antara lain penyiraman (setiap hari 2 kali pagi dan sore), penyiangan, dan seleksi.

#### **D. Penanaman**

Kegiatan penanaman sebaiknya dilakukan pada awal atau selama musim penghujan sehingga kebutuhan air bagi tanaman cukup tersedia. Bibit yang ditanam dipilih yang sehat dan cukup kuat serta tinggi bibit sekitar 50 cm atau lebih. Saat penanaman tanah disekitar batang tanaman dipadatkan dan permukaannya dibuat agak cembung. Penanaman dapat juga dilakukan secara langsung di lapangan (tanpa pembibitan) dengan menggunakan stek cabang atau batang. Dalam pembudidayaan tanaman jarak disarankan menerapkan sistem tumpangsari dengan tanaman lain seperti jagung, wijen atau padi ladang sehingga selain mengurangi resiko serangan hama penyakit juga diversifikasi hasil. Jika pola penanaman dengan tumpangsari maka jarak tanam digunakan jarak agak lebar misalnya 2.0 m x 3.0 m

#### **E. Pengendalian Gulma**

Gulma disekitar tanaman dikendalikan baik secara manual / mekanis maupun secara kimia. Pelaksanaan pengendalian gulma dapat bersamaan dengan kegiatan pembumbunan barisan tanaman.

## F. Pemupukan

Pada prinsipnya pemberian pupuk bertujuan untuk menambah ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Jenis dan dosis pupuk yang diperlukan disesuaikan dengan tingkat kesuburan tanah setempat. Belum ada dosis rekomendasi khusus untuk tanaman jarak pagar ini. Pada Tabel 1 disajikan perkiraan dosis pupuk tanaman jarak pagar.

Tabel 1. Dosis Pemupukan Tanaman Jarak Pagar (g/pohon/tahun)

Tahun ke	urea	SP-36	KCI	Kieserit
1	2 x 20	2 x 20	2 x 20	2 x 5
2	2 x 40	2 x 30	2 x 30	2 x 10
3	2 x 60	2 x 50	2 x 40	2 x 50
4	2 x 100	2 x 75	2 x 60	2 x 20
5 dst	2 x 150	2 x 100	2 x 80	2 x 20

Cara pemberian pupuk dilakukan sebagai berikut :

- o pertama dibuat parit kecil mengelilingi tanaman sejauh  $\frac{3}{4}$  tajuk dengan kedalaman sekitar 3 – 5 cm
- o pupuk yang sudah disiapkan ditaburkan / dimasukkan ke dalam parit tersebut
- o lubang parit selanjutnya ditutup dengan tanah dan dipadatkan

Pemberian pupuk organik disarankan untuk memperbaiki struktur tanah.

## G. Pemangkasan

Pemangkasan dilakukan bertujuan untuk meningkatkan jumlah cabang produktif. Pemangkasan batang dapat mulai dilakukan pada ketinggian sekitar 20 cm dari permukaan tanah untuk meningkatkan jumlah cabang. Pemangkasan dilakukan pada bagian batang yang telah cukup berkayu (warna coklat keabuabuan). Pemangkasan dilakukan secara periodik, selain untuk meningkatkan jumlah cabang produktif juga untuk mengatur tinggi tanaman sehingga mudah dalam pemeliharaan dan pemanenan.

## H. Pengendalian Hama dan Penyakit

Penanaman jarak pagar yang selama ini telah dilakukan sebagai tanaman tumpang sari dan tanaman pagar umumnya sedikit atau hampir tidak ada serangan hama dan penyakit yang berarti. Namun penanaman secara

luas dengan sistem monokultur berpotensi munculnya hama, yang apabila tidak ditangani dengan baik akan mengganggu pertumbuhan tanaman. Untuk itu pengendalian dapat dilakukan secara teknis maupun kimia. Hama yang menyerang tanaman muda terdiri atas ulat tanah, belalang dan ulat grayak. Hama yang menyerang tanaman dewasa terdiri atas hama pada batang (penggerek), ulat daun, serta hama bunga dan buah (kepic). Untuk itu pengendalian dapat dilakukan secara teknis maupun kimia.

#### IV. PANEN DAN PRODUKTIVITAS

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) mulai berbunga setelah umur 3 – 4 bulan, sedangkan pembentukan buah mulai pada umur 4 – 5 bulan. Bunga dan buah dapat terbentuk sepanjang tahun. Tanaman jarak pagar merupakan tanaman tahunan yang dapat hidup lebih dari 20 tahun (jika dipelihara dengan baik).

##### A. Kriteria Panen

Panen dapat dilakukan setelah buah jarak cukup umur. Pemanenan buah dilakukan setelah biji masak. Biji masak dicirikan dengan kulit buahnya yang berubah warna dari kuning kecoklatan menjadi hitam dan mengering. Ciri lainnya yaitu kulit buah terbuka sebagian secara alami. Ketika kulit buah mulai membuka, berarti biji di bagian dalam buah jarak telah masak. Panen yang dilakukan terlalu awal akan menurunkan kandungan minyak, sementara bila panen terlambat dilakukan menyebabkan buah pecah sehingga biji yang jatuh ke tanah akan semakin banyak.

##### B. Teknik Pemanenan

Teknik pemanenan yang dapat dilakukannya yaitu dengan mengguncang atau memukul dahan berulang-ulang hingga buah terlepas dari dahan dan jatuh sehingga bisa dikumpulkan. Namun cara ini kurang efektif. Teknik pengumpulan yang paling baik yaitu dilakukan dengan memetik buah secara langsung dari dahannya. Tingkat kemasakan buah dalam satu malai (tros) tidak bersamaan, sehingga sebaiknya panen dilakukan per buah, namun hal ini memerlukan biaya tinggi. Oleh karena itu umumnya panen dilakukan per malai dengan syarat 10 persen buahnya sudah mengering. Pemanenan dilakukan dengan tangan (manual) atau menggunakan pisau yang tajam atau gunting untuk memotong tangkai malai di bawah kedudukan buah. Pada

pohon yang tinggi, pemetikan buah dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa galah, yaitu tongkat panjang yang dibagian ujungnya terikat kantong kecil.

### C. Produksi

Produksi akan stabil setelah tanaman berumur lebih dari 1 tahun. Dengan tingkat populasi tanaman antara 2500–3300 pohon/ha, maka tingkat produktivitas antara 6–10 ton biji / ha setelah tanaman berumur 5 tahun. Produktivitas tanaman tergantung dari sifat genetik tanaman, kondisi iklim dan tanah setempat serta input produksi yang diberikan. Jika rendemen minyak sebesar 35 % maka setiap ha lahan dapat diperoleh 2,5 – 3,5 ton minyak / ha / tahun.

**PENGENDALIAN GULMA  
PADA PERTANAMAN JARAK PAGAR (*JATROPHA CURCAS*)**

**Soekisman Tjitrosemito**

Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Departemen Biologi, FMIPA, IPB  
dan Laboratorium Pengelolaan Hama dan Penyakit di BIOTROP., Bogor,

**I. PENDAHULUAN**

Keterkaitan budidaya jarak pagar dengan karakteristiknya di beberapa negara dengan teknik analisis resiko gulma yang mereka pakai, jarak pagar termasuk dalam kategori yang tidak boleh masuk apalagi ditanam di negara bersangkutan. Pengendalian gulma pada penanaman jarak pagar akan mengikuti pola Pengendalian Gulma Terpadu (PGT) sebagai bagian dari Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang merupakan komponen penting dalam keseluruhan sistem produksi terpadu, karena jarak pagar mempunyai nilai analisis resiko gulma yang buruk.

**II. PENGENDALIAN GULMA TERPADU ( Integrated Weed Management).**

Pengendalian Gulma Terpadu (PGT) adalah sistem pengendalian gulma yang mengintegrasikan pengendalian gulma sejak sebelum tanam, sampai panen, bahkan sesudah panen termasuk dalam kerangka Pengendalian Hama Terpadu (PHT) atau Integrated Pest Management (IPM) sebagai komponen dari pengelolaan produksi terintegrasi (PPT). Dalam pengelolaan produksi terintegrasi tanaman jarak, diharapkan agar sistem memberikan hasil yang optimum sebagai tujuan utamanya. Hasil optimum dicapai melalui pengendalian gulma terpadu yang merupakan bagian dari pengendalian hama terpadu sebagai komponen dari pengelolaan produksi terintegrasi (PPT). Sistem produksi pertanian yang demikian dikombinasikan dengan sistem social dan politik dalam kerangka HAM yang selanjutnya dikembangkan GAP (Good Agricultural Practices).

**Beberapa Istilah dan pengertian.**

Apa itu gulma (Weeds)? Apa itu hama (Pests)? Secara internasional gulma termasuk dalam istilah hama (definisi yang terdapat pada "SPS"- Sanitary and Phytosanitary dalam rangka "WTO"- World Trade Organization). Jadi sebetulnya pests atau hama itu termasuk kelompok weeds atau



gulma. Oleh karena kita bergerak dibidang pertanian dapat memakai istilah produk dalam pengertian pertanian. WTO berisi kesepakatan perdagangan internasional dimana anggotanya dapat saling menawarkan produk untuk dijual dinegara anggota dengan ketentuan bahwa negara yang diberi penawaran produk tidak boleh menolak melalui tarif seperti dulu, tetapi negara tersebut boleh menolak berdasarkan SPS dan bersifat ilmiah. Kesepakatan ini menarik karena kita dibenarkan untuk menawarkan segala produk pertanian keseluruhan negara di dunia, dan negara yang kita tawari itu tidak boleh menolak. Melalui SPS suatu negara boleh menolak impor ketika impor itu membahayakan sistem produksi negara tersebut, membahayakan manusia atau membahayakan lingkungan; misalnya diketahui negara pengekspor tanamannya diserang oleh suatu hama penting yang dinegara pengimpor itu belum ada, maka ekspor produk pertanian itu boleh ditolak. Dibenarkan juga negara pengimpor menanyakan daftar hama dan penyakit apa saja yang ada dalam sistem produksi kita. Disamping hal tersebut hal lain yang perlu diperhatikan adalah bagaimana produk pertanian itu dihasilkan apakah memenuhi standar GAP (Good Agricultural Practices) atau tidak. Kalau tidak memenuhi standard GAP negara pengimpor dapat menolak produk pertanian yang dihasilkan.

### **Tanaman yang Sehat**

Pengendalian gulma terpadu (PGT) sebagai bagian dari PHT menuntut bahwa tanaman budidaya yang akan dikendalikan hamanya (termasuk gulma) dan penyakitnya harus dalam kondisi "sehat" dalam pengertian bahwa bibit yang dipakai dalam kondisi "baik" karena dalam hal ini jarak mungkin masih dalam taraf awal, belum mengalami proses seleksi secara genetik berpotensi berproduksi tinggi, tahan serangan hama dan penyakit, tetapi telah dipilih bibit yang tumbuh jagur.

Lahan digemburkan dengan memperhatikan konservasi, ditanaman dalam jarak tertentu, dipupuk, serta diberikan pengairan. Perlakuan tersebut berdasarkan hasil penelitian berpotensi untuk memberikan hasil yang tinggi. Pemakaian bibit unggul dan penanaman dapat dilakukan dengan praktek agronomi yang memadai.

Kondisi tanaman budidaya yang sehat dan baik diharapkan mampu berproduksi dan menghasilkan output yang tinggi, dengan demikian dapat

membiayai ongkos produksi dan proteksi serta investasi lingkungan, tetapi harus tetap dapat menghasilkan keuntungan yang memadai. Dari uraian singkat diatas sebenarnya kita dituntut untuk memahami detail dari biologi jarak pagar untuk dapat merekayasa agar berpotensi dan menghasilkan produksi tinggi.

#### **Persiapan bibit jarak pagar**

Bibit jarak pagar dalam budidaya pertanian merupakan komponen sangat penting. Pada fase persiapan penyelenggaraan pertanian mempunyai kesempatan emas walaupun terbatas untuk membangun bibit yang memiliki akar, batang, daun yang baik, bebas hama dan penyakit, sudah melalui berbagai seleksi sehingga ketika proses pemindahan ke lapang, bibit bisa tumbuh sempurna berkompetisi dengan gulma, serta melawan hama dan penyakit yang mungkin menyerangnya. Bibit dapat disiapkan melalui biji, stek atau kultur jaringan.

#### **Biologi penting jarak pagar.**

Jarak pagar (*J.curcas*) adalah tumbuhan asing yang datang dari Amerika tropik, termasuk dalam suku Euphorbiaceae, marga *Jatropha*; Jika ingin dikembangkan untuk mencari bibit unggul yang berpotensi produksi tinggi, dari berbagai kombinasi faktor genetik, variasi genetik dapat diperoleh dicenter of origin Amerika Selatan itu. Tanaman jarak pagar di Indonesia sudah tematuralisasi dan tersebar dari Aceh sampai Merauke, dan mungkin di Indonesia terjadi ekotipe akibat adaptasi terhadap lingkungan yang berbeda antara Indonesia Barat/Indonesia Timur, daerah basah/kering dsb. Perbedaan ini dimungkinkan untuk sementara dapat diseleksi dan disilangkan untuk mendapatkan bibit unggul.

Biji merupakan bagian yang dipanen dari jarak pagar, untuk itu maka biologi pembungaan, polinasi dan pembuahan menjadi penting sekali. Jarak pagar adalah tumbuhan menaun (tahunan) membentuk semak, atau pohon kecil. Berbunga biasanya pada akhir musim kering atau selama musim hujan, tetapi dapat saja beradaptasi dengan lingkungan setempat selama dalam proses naturalisasi dan berbunga sepanjang tahun. Jarak pagar menghasilkan bunga dengan karangan bunga racemose, monoecis, bunga betina dan bunga jantan terpisah tetapi terdapat dalam satu karangan bunga.

Biasanya dalam satu karangan bunga terdapat 1-5 bunga betina dikelilingi oleh 25-93 bunga jantan (Raju dan Ezradanam, 2002), rata-rata 1 bunga betina dengan 29 bunga jantan. Karangan bunga akan mekar setiap hari selama kurang lebih 11 hari. Bunga jantan yang mekar lebih dahulu akan layu, lalu disusul oleh bunga jantan lainnya dan mekar setiap hari sampai seluruh bunga jantan habis. Bunga betina mekar diantara hari ke dua dan keenam dari mekarnya bunga jantan itu.

Bunga jantan ukurannya kecil, tidak berbau, berbentuk seperti genta. Kelopak dan mahkota bunga masing-masing ada 5 dan terpisah. Tetapi mahkota bunga pada pangkal bunga menyatu membentuk dasar bunga menjadi seperti corong pendek. Tempat duduknya benang sari yang membentuk dua lingkaran, atas dan bawah masing2 lima buah. Benang sari dari lingkaran bawah bebas tetapi lingkaran atas bersatu. Kepala sari berwarna kuning melekat bagian dorsalnya pada benang sari. Bunga mekar mulai dari jam 530–630 sampai sore dan kepala sari merekah mengeluarkan serbuk sari (polen), pada lingkaran bawah rata 220 popen/kepala sari dan lingkaran atas 435 polen /kepala sari; produksi polen total 655 polen/bunga, dan rasio polen/ovum adalah 6332 : 1. Polen berwarna kuning berbentuk bulat, ukurannya 89  $\mu\text{m}$  pada lingkaran bawah dan 81  $\mu\text{m}$  pada lingkaran atas. Pada dasar bunga ada kelenjar madu, yang mengeluarkan kira-kira 20,3  $\mu\text{l}$  madu per bunga. Bunga jantan gugur pada hari ketiga.

Bunga betina bentuknya sama dengan bunga jantan tetapi lebih besar. Kelopak lima buah, mahkota juga lima buah membentuk corong pendek sebagai dasar bunga betina ini. Tangkai putik tiga buah masing-masing bercabang dua untuk menyangga kepala putik. Ovarium mempunyai 3 karpel masing-masing dengan satu ovul. Di dasar bunga betina dibawah ovarium ini ada 5 kelenjar madu. Bunga mekar sinkron dengan mekarnya bunga jantan. Kepala putik siap menerima polen segera setelah bunga mekar sampai tiga hari kemudian. Kalau bunga betina tidak terpolinasi akan gugur pada hari keempat. Yang terpolinasi akan tetap tumbuh, kelopak dan mahkota bunga tumbuh makin besar membungkus bakal buah sampai masak.

Dalam percobaannya Raju dan Ezradanam (2002) mengungkapkan bahwa penyerbukan buatan secara manual dengan xenogami (polen berasal

dari bunga jantan batang lain dengan bunga betina) menghasilkan 96% bakal buah tetapi geitonogami (polen berasal dari bunga jantan satu batang dengan bunga betina). Bakal buah pada xenogami semua menjadi buah sedang geitonogami 23% digugurkan, dan sisanya menjadi buah. Bakal buah tumbuh menjadi buah masak memerlukan waktu 2 bulan, dengan pertumbuhan tercepat pada minggu ketiga dan kelima. Buah masak pada mulanya berwarna hijau, lalu menguning dan akhirnya menjadi coklat tua atau hitam.

Bunga sederhana dengan corong pendek pada *J. curcas* adalah spesifik bunga yang polinasinya (penyerbukannya) dilakukan melalui bantuan serangga. Bunga ini menghasilkan banyak sekali polen yang dipaket dalam kepala sari dan dijajar dalam dua baris yang sangat atraktif bagi serangga. Lagi pula pada dasar bunga baik bunga betina maupun bunga jantan dikeluarkan tetesan madu yang berkilau kalau kena cahaya matahari, mengadvertensikan kalau dibagian tersebut terdapat madu, Hal ini mudah dilihat dan sangat menarik bagi serangga terutama yang dapat terbang. Hal ini istimewa karena madu biasanya tertutup dalam kelenjar madu, bukan dipamerkan sebagai tetesan yang berkilau kilau kalau terkena sinar seperti pada jarak pagar.

Bunga disusun dalam karangan bunga yang menarik bagi serangga penyerbuk. Lebah, seperti *Apis indica* dan *Apis sp* lainnya, terutama *Trigona iridipenis* dan *Trigona sp* lainnya yang mengambil madu dan polen sangat membantu penyerbukan. Lalat seperti *Chrysomya* (lalat hijau) juga berperan dalam penyerbukan jarak ini.

Lalat rumah *Musca sp.* dan *Eristalis sp* dapat saja bermanfaat, tetapi karena lalat ini hanya dapat terbang dalam jarak pendek menyiasati untuk menarik mereka misalnya dengan memberikan kompos atau residu tumbuhan yang sedang membusuk sebagai tempatnya berbiak akan banyak bermanfaat. Serangga yang dapat terbang ini akan memfasilitasi penyerbukan geitonogami dan xenogami.

Disamping serangga terbang, semut juga sangat tertarik dengan madu pada bunga jarak pagar ini. Olehkarena itu semut juga berperan besar dalam penyerbukan. Semut seperti *Camponatus compressus*, serta *Camponatus sp* lainnya, juga *Crematogaster sp.*, bahkan juga *Pheidole spathifer* atau *Solenopsis geminata* dapat berperan dalam penyerbukan jarak pagar ini. Ini

sangat dipengaruhi ketersediaan serangga setempat apakah *C.compressus* atau *Crematogaster sp.* yang ada. Serangga lain seperti Thrips juga berperan dalam penyerbukan. Olehkarena keterbatasan gerakannya semut dan thrip ini lebih banyak memfasilitasi penyerbukan geitonogami.

Walaupun saat ini populasi serangga penyerbuk masih banyak, tetapi dalam penyelenggaraan pertanaman jarak pagar ini, peran polinator perlu mendapat perhatian yang memadai untuk memastikan bahwa penyerbukan dapat terjadi dengan baik, dan produksi tidak terhambat karena polinasi terhambat. Pada praktek penyelenggaraan perkebunan kelapa sawit misalnya perlu untuk mendatangkan polinator kedalam kebun kelapa sawit.

#### Praktek Agronomi lainnya.

Praktek agronomi lainnya meliputi pemakaian bibit apakah dari biji atau stek atau dari kultur jaringan, pembuatan lobang tanam pemilihan jarak tanam, penyulaman, pengairan pemupukan, penjarangan dan pemangkasan, dan dalam konteks ini sudah diusahakan seoptimal mungkin, sehingga memenuhi criteria tanaman yang sehat.

Setelah praktek agronomi terpenuhi dan bahwa pertanaman jarak pagar akan berproduksi tinggi peluangnya cukup besar, maka hal yang berhubungan dengan proteksi perlu diperhatikan, dan lebih spesifik lagi adalah *Pengelolaan Gulma Terpadu*.

#### Pengendalian Gulma Terpadu

##### 1. Persiapan lahan

Masalah gulma perlu diperhatikan sejak persiapan lahan. Terdapat 2 cara persiapan lahan ini yaitu (1) cara konvensional, tanah digemburkan (bisa dicangkul, dibajak dengan tenaga ternak maupun traktor, digaru dan gulma dibersihkan dari lahan itu. Propagul (alat penyebaran gulma) gulma yang bersifat menaun (perennial) harus disingkirkan dari lahan, gulma seperti alang-alang (*Imperata cylindrical*), *Cynodon dactylon*, *Panicum repens*, dan rumput tahunan lainnya, teki-tekiian seperti *Cyperus rotundus*, *Scleria sp.*, serta berbagai semak seperti *Chromolaena odorata*, *Melastoma affine*, *Lantana camara*, *Clibadium surinamense*, *Clidemia hirta*, harus didongkel dan dibersihkan. Proses pengerjaanya dapat dilakukan dengan dicangkul atau dibajak kemudian dibiarkan terlebih dahulu kurang lebih

seminggu atau dua minggu. Hal tersebut ditujukan untuk membuat propagul gulma tahunan menjadi kering; setelah itu dilakukan pembajakan lagi, untuk memecahkan bongkahan tanah yang dimungkinkan masih menyimpan risoma atau stolon gulma, proses penggaruan dapat dilakukan untuk mengumpulkan risoma atau propagul yang ada, kemudian dikumpulkan dan diambil dari lahan dan dapat dibuat kompos.

Kalau perlakuan tersebut sudah dikerjakan dengan baik dan konsisten pada keseluruhan lahan maka masalah gulma tinggal masalah yang timbul berbarengan dengan tumbuhnya tanaman budidaya dan terdiri dari gulma semusim yang tumbuh dari biji-biji yang sudah ada dalam tanah. (2). Cara olah tanah konservasi, tanah tidak dibajak atau dicangkul, tetapi gulma harus dimatikan, misalnya dengan herbisida glyphosate (2 kg /ha) atau paraquat ( 1-1.5 kg/ha) atau dengan dosis disesuaikan dengan keadaan dan komposisi gulma di lahan yang akan ditanami. Herbisida ini umumnya dapat mematikan gulma dan tidak meninggalkan residu aktif dalam tanah dan dapat dikombinasi dengan herbisida lain atau dengan teknik persiapan lahan lainnya dalam kerangka tanpa olah tanah atau oleh tanah konservasi. Gulma yang berpotensi tumbuh besar menyemak seperti *C.odorata*, *M.affine*, *L.camara*, *C.surinamense*, harus didongkel agar tidak meninggalkan tunggul yang akan menjadi sumber munculnya kembali gulma-gulma. Kalau masalah gulma sudah diperhatikan sejak awal, maka masalah gulma dapat dikendalikan dengan mudah dalam periode pemeliharaan tanaman budidaya seperti dalam proses pemupukan atau pengairan.

## 2. Periode tanaman budidaya sudah ditanam dilapang tetapi masih muda

Masalah gulma paling besar adalah pada saat tanaman budidaya masih kecil, belum mampu bersaing dengan gulma di lapang yang jumlahnya hampir tidak terhitung itu. Pada fase ini secara ekologi dalam proses kompetisi memang gulma akan selalu menang, dan tanaman budidaya selalu kalah, karena jumlahnya sedikit. Secara teoritis Relative Space Occupation digambarkan secara matematis sebagai  $RSO = \beta.z/(1+ \beta.z)$  dimana  $\beta$  adalah kemampuan berkompetisi, sedang  $z$ , adalah kerapatan. Ketika kerapatan gulma tinggi sekali, RSO itu nilainya akan mendekati 1 artinya tidak tersedia lagi "space" atau sumberdaya bagi tanaman budidaya. Itulah sebabnya bahwa gulma itu populasinya harus diturunkan,

artinya dikendalikan itu tadi. Ini bukan hal baru sejak zaman dahulu kala petani/pekebun sudah tahu tentang itu, tetapi bagaimana caranya ketika lahan yang ditanami tanaman budidaya itu luas sekali.

Dalam Ilmu Gulma dikenal periode kritis yaitu periode dimana gulma harus dikendalikan agar produksi tidak menurun karena kompetisi gulma; terutama untuk tanaman budidaya semusim seperti padi atau jagung; walaupun banyak ahli berbeda cara pandang, konsep ini memberikan arahan pengelolaan gulma pada tanaman budidaya tahunan juga. Periode ini biasanya sekitar 3 bulan pertama, yaitu sebelum kanopi tanaman budidaya bertaut. Ini tentu saja akan sangat dipengaruhi oleh jarak tanam, kesuburan tanah, serta kecepatan tumbuh tanaman. Prinsip pengendalian pada saat ini adalah membuat tanaman budidaya tumbuh bagus, cepat, dapat bersaing dan mengalahkan gulma ketika kanopi tanaman budidaya sudah bertaut yang akan menaungi gulma yang akan tumbuh.

Pengendalian gulma pada fase ini kalau arealnya tidak terlalu luas dan tersedia tenaga kerja cukup dapat dikerjakan dengan menangani secara manual setelah tanaman berumur 3-4 minggu. Dapat juga disemprot dengan herbisida pasca tumbuh setelah 3-4 minggu itu dengan misalnya seperti glyphosate atau glufosinate atau paraquat dengan dosis disesuaikan dengan komposisi dan kepadatan gulma serta dikerjakan dengan pelindung untuk melindungi tanaman budidayanya. Barangkali yang paling elegan dan terutama ketika arealnya luas dan ketersediaan tenaga rendah adalah pemakaian herbisida pra tumbuh seperti diuron (dosis 1,5-2 kg/ha) yang disemprotkan sehari atau dua hari setelah tanam. Tentu saja harus diuji terlebih dahulu selektivitas dosis diuron yang dipakai agar tidak beracun bagi jarak, tetapi mematikan gulma yang akan tumbuh. Pengendalian gulma awal ini sangat berguna bukan saja memberikan waktu yang leluasa bagi penyelenggara perkebunan, karena kalau ada bagian terlewat untuk disemprot secara pra tumbuh, karena waktunya lewat misalnya dapat disemprot dengan pasca tumbuh tadi. Ketika arealnya luas, sedang periode kritisnya hanya 3 bulan tadi, maka penyemprotan pra tumbuh secara teknis ini sangat berguna. Dari segi tanaman budidaya juga bermanfaat karena tanaman itu dapat tumbuh dengan bebas dari gulma karena sudah mati ketika muncul dipermukaan tanah.

Gulma yang tumbuh dari biji terutama gulma musiman (atau semusim) seperti *Digitaria ciliaris*, *Clidemia hirta*, *Cleome ruditospermum*, *Crassocephalum crepidioides*, *Croton hirtus*, *Emilia sonchifolia*, *Euphorbia hirta*, *Eleusine indica*, juga gulma tahunan yang tumbuh dari biji seperti *Borreria alata*, *Brachiaria sp.*, *Mimosa pudica*, *M.invisa*, *Mikania micrantha*, *C.odorata*, *Diodia sermentosa* *Setaria sp.*dll. akan mudah dimatikan dengan herbisida diuron.

Seberapa banyak populasi gulma harus dikurangi? Apakah semua gulma harus diberantas total? Tentu saja tidak, dan disinilah bahwa penyelenggara perkebunan *dituntut* untuk bijaksana yaitu mengendalikan gulma tetapi pada saat yang sama juga mebiarkan gulma tumbuh. Karena kalau gulma dibasmi total, jangan jangan malah menyebabkan erosi tanah sehingga bukan pertumbuhan yang bagus yang diperoleh tetapi pertumbuhan yang jelek dan tanah mengalami degradasi karena erosi. Dalam konsep pengendalian perlu dipertahankan beberapa jenis gulma yang merupakan penyedia madu bagi beberapa musuh alami hama serangga pada tanaman budidaya.

### 3. Tanaman budidaya sudah berproduksi.

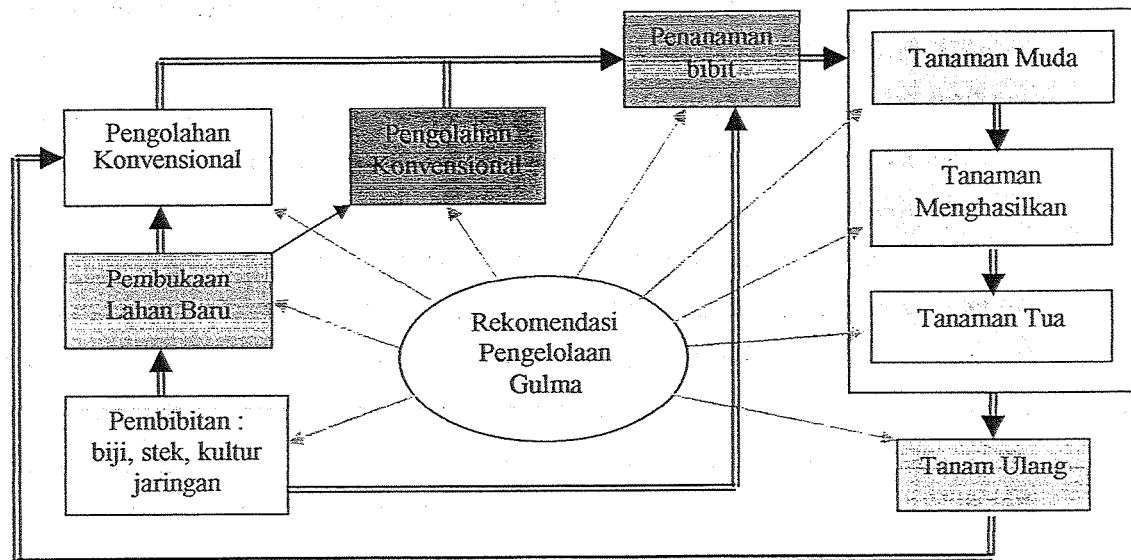
Pada fase ini penyelenggara perkebunan dapat saja terlalu sibuk panen, dan lupa mengalokasikan biaya, tenaga dan waktu untuk mengendalikan gulma. Pada periode ini gulma yang masih tersisa juga sudah berbunga dan berbuah. Untuk gulma tahunan perlakuaanya harus konsisten yaitu mematikan gulma tersebut, kalau alang-alang atau *P.repens* dapat disemprot dengan spot spary, sedang semak seperti *C.odorata*, *L.camara*, *M.affine*, *Dicranopteris lenearis* harus didongkel atau dicabut akar- akarnya. Sebaliknya gulma semusim seperti *Leucas sp.* *Ageratum conyzoides* dapat saja dibiarkan tumbuh karena sesudah berbunga gulma itu mati sendiri.

### 4. Tanaman tua.

Ketika tanaman jarak pagar ini tidak lagi produktif dan harus diganti maka siklus perhatian pengendalian gulma diulang kembali, tetapi biasanya gulma dimatikan bahkan sebelum perkebunan jarak pagar itu dibongkar, karena ketika gulma itu masih temaungi biasanya masih lemah;



tetapi ketika pengendalian dilakukan sesudah dibongkar maka akan memerlukan biaya yang lebih mahal.



Gambar 1. Diagram yang menunjukkan titik dimana pengendalian gulma harus diperhatikan

Dari Gambar.1 dapat dilihat titik titik dimana pengelolaan gulma harus diperhatikan, pengolahan lahan, dan pengelolaan gulma ketika tanaman jarak masih muda sangat penting untuk diperhatikan. Gagal memperhatikan titik titik ini maka kemungkinan besar gagal pula usaha pertanaman jarak pagar ini.

Ada lebih dari 100 jenis gulma umum yang ditemukan di perkebunan karet di Jabar misalnya (Tjitrosoedirdjo, 1993) dari berbagai jenis itu dibedakan menjadi 4 kelompok yaitu yang bermanfaat (A), tidak merugikan (B), dapat bermanfaat kalau tidak berlebihan (C), merugikan (D) dan yang harus diberantas (E).Beberapa gulma demikian akan dijumpai pula dalam pertanaman jarak yang akan ditanam di Indonesia..

Kalau identifikasi masalah gulma sudah dikerjakan dan diikuti dengan langkah perencanaan pemilihan metoda yang tepat dan disinkronkan dengan aktivitas lain dalam keseluruhan usaha produksi maka masalah gulma akan terkendali dan tidak akan menurunkan potensi produksi yang dibawa oleh tanaman budidaya. Monitoring dan evaluasi setiap tahap baik terhadap tanaman budidayanya maupun potensi gulma maka pengelolaan gulma akan menyumbangkan efisiensi dalam sistem produksi. Misalnya kalau

pengendalian gulma dilakukan secara kimiawi, maka pengetahuan tentang herbisida dari penyelenggara harus memadai, bukan saja bagaimana cara aplikasi tetapi lebih dari itu bagaimana harus memilih yang paling baik.

### III. JARAK PAGAR SEBAGAI GULMA

Sehubungan dengan berbagai kesepakatan di dunia seperti CBD (Convention on Biological Diversity) yang sudah diratifikasi Indonesia sejak 1994 melalui undang-undang No. 5 tahun 1994 tentang konsepsi berbagai negara di dunia tentang jarak pagar, CBD ini terdiri dari 42 articles (pasal) yang ditulis dalam bahasa Arab, Inggris, Rusia dan Spanyol yang sama autentisitasnya. Pada pasal 8 CBD membicarakan In Situ Conservation dan pada ayat h menyatakan bahwa : *Each contracting party shall, as far as possible and as appropriate to prevent the introduction of, control or eradicate those alien species which threaten ecosystems, habitats, or species* (UNEP, 1992). Terdapat 2 hal penting yaitu 1). *mencegah introduksi, mengontrol dan mengeradikasi alien species*, 2). adalah bahwa alien species atau species asing yang ada di Indonesia banyak yang merugikan (eceng gongok, *C.odorata*, *M.invisa*) tetapi ada juga yang sangat bermanfaat (Karet, kelapa sawit, cabe, singkong dsb). Untuk itu kita dituntut untuk mempelajari habitat kita dan kemungkinan adanya ancaman alien species tersebut. Alien species ini tentu saja termasuk hama penyakit yang bersama kita perangi selama ini. Species mana saja yang akan masuk dan yang sudah ada di Indonesia mengancam ekosistem, habitat dan species lokal.

Apa hubungannya CBD dan jarak ini?

Jarak pagar adalah species asing, bukan asli dari Indonesia, tetapi dari Amerika Selatan, dan kemungkinan tidak membawa serta musuh alaminya kesini, walaupun disini tentu akan menemui musuh alami baru, hanya seberapa jauh, kita belum mengetahui secara detail. Tidak semua species asing berbahaya. Bagaimana menilai bahwa suatu species asing yang masuk ke Indonesia atau ke suatu negara akan berbahaya atau tidak, biasanya dilakukan analisis resiko, dan kita kenal adanya PRA (Pest Risk Analysis) dan yang baru disebar oleh FAO adalah Weed Risk Analysis.

Di Indonesia metode analisis resiko belum ada dan baru dibahas oleh teman-teman di karantina dan departemen pertanian. Pembahasannya harus menyeluruh karena melibatkan banyak pihak terutama dalam hubungannya dengan WTO. Artinya jika memperdagangkan produk pertanian dan terdapat kontaminasi alien species, atau ketika tidak mampu memberikan dokumen berupa daftar hama dan penyakit dari produk ditempat produksi, maka akan dipersulit atau bahkan ditolak sama sekali seperti ekspor capsikum kita ke Taiwan. Untuk itu metode WRA untuk Indonesia sesegeramungkin dikeluarkan.

Untuk negara seperti Australia, New Zealand, Amerika, Inggris dan negara2 lain di Eropa Barat, serta Afrika Selatan, mereka mengembangkan WRA dengan mengajukan berbagai macam pertanyaan yang harus dijawab oleh ahlinya untuk mengevaluasi seberapa besar resiko jika suatu species tumbuhan diimpor masuk ke suatu negara. Sebagai contoh dalam makalah disertakan daftar pertanyaan yang digunakan di Australia. File tentang *Jatropha curcas* belum ditemukan, tetapi cara mengevaluasi analisis resiko sama saja dengan setiap tumbuhan yang dibawa masuk ke Hawaii (Daehler 1999) (contoh kasus saja, tidak disarankan untuk dipakai di Indonesia)

Analisis resiko gulma *Paspalum conjugatum* untuk masuk ke Hawaii. Nilainya 28 dan ditolak masuk ke Hawaii

	<i>Paspalum conjugatum; hilograss</i>	Answer	
1.01	Is the species highly domesticated?	y=-3, n=0	n
1.02	Has the species become naturalized where grown?	y=-1, n=-1	y
1.03	Does the species have weedy races?	y=-1, n=-1	n
2.01	Species suited to tropical or subtropical climate(s) (0-low; 1-intermediate; 2-high) – If island is primarily wet habitat, then substitute “wet tropical” for “tropical or subtropical”	See Append 2	2
2.02	Quality of climate match data (0-low; 1-intermediate; 2-high) see appendix 2		2
2.03	Broad climate suitability (environmental versatility)	y=1, n=0	y
2.04	Native or naturalized in regions with tropical or subtropical climates	y=1, n=0	y
2.05	Does the species have a history of repeated introductions outside its natural range?	y=-2 ?=-1, n=0	y
3.01	Naturalized beyond native range y = 1*multiplier (see Append 2), n= question 2.05		y
3.02	Garden/amenity/disturbance weed y = 1*multiplier (see Append 2)	n=0	

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

3.03	Agricultural/forestry/horticultural weed $y = 2 * multiplier$ (see Appendix 2)	n=0	y
3.04	Environmental weed $y = 2 * multiplier$ (see Append 2)	n=0	y
3.05	Congeneric weed $y = 1 * multiplier$ (see Append 2)	n=0	y
4.01	Produces spines, thorns or burrs	y=1, n=0	n
4.02	Allelopathic	y=1, n=0	n
4.03	Parasitic	y=1, n=0	n
4.04	Unpalatable to grazing animals	y=1, n=-1	n
4.05	Toxic to animals	y=1, n=0	n
4.06	Host for recognized pests and pathogens	y=1, n=0	n
4.07	Causes allergies or is otherwise toxic to humans	y=1, n=0	n
4.08	Creates a fire hazard in natural ecosystems	y=1, n=0	n
4.09	Is a shade tolerant plant at some stage of its life cycle	y=1, n=0	y
4.1	Tolerates a wide range of soil conditions (or limestone conditions if not a volcanic island)	y=1, n=0	y
4.11	Climbing or smothering growth habit	y=1, n=0	n
4.12	Forms dense thickets	y=1, n=0	y
5.01	Aquatic	y=5, n=0	n
5.02	Grass	y=1, n=0	y
5.03	Nitrogen fixing woody plant	y=1, n=0	n
5.04	Geophyte (herbaceous with underground storage organs -- bulbs, corms, or tubers)	y=1, n=0	n
6.01	Evidence of substantial reproductive failure in native habitat	y=1, n=0	n
6.02	Produces viable seed.	y=1, n=-1	y
6.03	Hybridizes naturally	y=1, n=-1	
6.04	Self-compatible or apomictic	y=1, n=-1	
6.05	Requires specialist pollinators	y=-1, n=0	n
6.06	Reproduction by vegetative fragmentation	y=1, n=-1	y
6.07	Minimum generative time (years) 1 year = 1, 2 or 3 years = 0, 4+ years = -1	See left	1
7.01	Propagules likely to be dispersed unintentionally (plants growing in heavily trafficked areas)	y=1, n=-1	y
7.02	Propagules dispersed intentionally by people	y=1, n=-1	y
7.03	Propagules likely to disperse as a produce contaminant	y=1, n=-1	y
7.04	Propagules adapted to wind dispersal	y=1, n=-1	y
7.05	Propagules water dispersed	y=1, n=-1	y
7.06	Propagules bird dispersed	y=1, n=-1	n
7.07	Propagules dispersed by other animals (externally)	y=1, n=-1	y
7.08	Propagules survive passage through the gut	y=1, n=-1	
8.01	Prolific seed production (>1000/m <sup>2</sup> )	y=1, n=-1	y
8.02	Evidence that a persistent propagule bank is formed (>1 yr)	y=1, n=-1	y
8.03	Well controlled by herbicides	y=-1, n=1	y
8.04	Tolerates, or benefits from, mutilation, cultivation, or fire	y=1, n=-1	y
8.05	Effective natural enemies present locally (e.g. introduced biocontrol agents)	y=-1, n=1 n	
Total score:			28

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

**Data Pendukung :**

	Source	Notes
1.01		no evidence
1.02	(1) USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: <a href="http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835">http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835</a> (07 October 2002) (2) Marnette, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.177	(1) Distributional range: probably pantropical, widely naturalized in tropics (2) Originally from American tropics.
1.03		no evidence
2.01	USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: <a href="http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835">http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835</a> (07 October 2002)	Distributional range: probably pantropical, widely naturalized in tropics
2.02		
2.03	Marnette, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.177	"P. Conjugatum grows from sea level up to 1700 m altitude."
2.04	USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: <a href="http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835">http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835</a> (07 October 2002)	Distributional range: probably pantropical, widely naturalized in tropics
2.05	(1) USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: <a href="http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835">http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835</a> (07 October 2002) (2) Marnette, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.177	(1) Distributional range: probably pantropical, widely naturalized in tropics (2) Originally from American tropics.
3.01	USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). [Online Database] National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Available: <a href="http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835">http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?26835</a> (07 October 2002)	Distributional range: probably pantropical, widely naturalized in tropics
3.02	Whistler, A.W. (1995) <i>Wayside Plants of The Islands</i> . Isle Botanica, Honolulu. 202pp. p. 176	"It is common to abundant in lawns, roadsides, and other disturbed habitats, particularly in wet places." [left intentionally blank because answer was YES for <i>agricultural/horticulture weed</i> ]
3.03	(1) Silva Freire, A. da; Carvalho Pereira, R.; Kersul do Sacramento, C. (1990) Weed control with mixtures of herbicides in guaraná plantations. <i>Agrotropica</i> , 1990, Vol.2, No.1, pp.43-55, 33 ref. (2) Hasselwood, E.L. and G.G. Motter. 1983. <i>Handbook of Hawaiian Weeds</i> . University of Hawai'i Press.	(1) Field trials were conducted at Camamu, Bahia, to evaluate the following herbicide mixtures for the control of weeds (mainly <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Digitaria insularis</i> and <i>Paspalum conjugatum</i> ) in a plantation of 2.5-year-old guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> ) shrubs: paraquat + ametryn, asulam, atrazine, metolachlor or simazine at 0.3 + 3.2 kg/ha, diuron + paraquat at 2.4 + 0.3 kg, diuron + glyphosate at 1.6 + 0.8 kg, metribuzin + paraquat at 0.8 + 0.3 kg, MSMA + diuron at 2.4 + 1.6 kg and oxyfluorfen + paraquat at 1.6 + 0.3 kg. The treatments were compared with clearing by machete or hoe. The herbicide mixtures, especially paraquat + ametryn, atrazine, metolachlor, oxyfluorfen or simazine and MSMA + diuron, exhibited good control of most

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

		dicotyledonous weeds. Paraquat + oxyfluorfen or asulam and diuron + glyphosate controlled all monocotyledonous weeds, except <i>D. insularis</i> , for 65 d following treatment. No mixture was toxic to <i>gnarará</i> plants. (2)A persistent w
3.04	<a href="http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm">http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm</a>	Neal (1965) noted that "some native forests have become extinct due to this pest."
3.05	Bacon, P., P.J. Terry, N. Waltham, & P. Castro S. (1997) An Electronic Atlas of World Weed and Invasive Plants. Version 1.0, 1997. A database based on the original work "A Geographical Atlas of World Weeds" by Holm et al 1979.	<i>Paspalum</i> spp. were listed as serious, principal to common weeds around the world.
4.01	Whistler, A.W. (1995) <i>Wayside Plants of The Islands</i> . Isle Botanica, Honolulu. 202pp. p. 176	no description of these traits
4.02		no evidence
4.03		no evidence
4.04	Chong, D. T.; Tajuddin, I.; Samat, A. M. S.; Stür, W. W.; Shelton, H. M. (1997) Stocking rate effects on sheep and forage productivity under rubber in Malaysia. <i>Journal of Agricultural Science</i> , 1997, Vol.128, No.3, pp.339-346, 7 ref.	AB: The productivity of grazing sheep was assessed under 7-year-old rubber at the Rubber Research Institute of the Malaysia Experimental Station at Sungai Buloh near Kuala Lumpur, between October 1988 and May 1990. The sheep were Dorset x Marlin crossbred lambs and they grazed planted leguminous cover crops and naturally occurring species at a range of stocking rates. In the immature rubber trial, presentation yields of forage declined with time regardless of stocking rate. In the mature rubber trial, presentation yields of forage were low (<1000 kg/ha) due to low light transmission. High stocking rates (>6 sheep/ha) resulted in a decrease in the proportion of palatable species ( <i>Pueraria phaseoloides</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Asystasia gangetica</i> and <i>Mikania micrantha</i> ) and an increase in the proportion of the less palatable species (such as <i>Calopogonium caeruleum</i> and <i>Cyrtococcum oxyphyllum</i> ). Daily liveweight gains ranged from 100 g/lamb per day at 4 sheep/ha to 70 g/lamb per day at 14 sheep/ha in the immature r
4.05	Chong, D. T.; Tajuddin, I.; Samat, A. M. S.; Stür, W. W.; Shelton, H. M. (1997) Stocking rate effects on sheep and forage productivity under rubber in Malaysia. <i>Journal of Agricultural Science</i> , 1997, Vol.128, No.3, pp.339-346, 7 ref.	AB: The productivity of grazing sheep was assessed under 7-year-old rubber at the Rubber Research Institute of the Malaysia Experimental Station at Sungai Buloh near Kuala Lumpur, between October 1988 and May 1990. The sheep were Dorset x Marlin crossbred lambs and they grazed planted leguminous cover crops and naturally occurring species at a range of stocking rates. In the immature rubber trial, presentation yields of forage declined with time regardless of stocking rate. In the mature rubber trial, presentation yields of forage were low (<1000 kg/ha) due to low light transmission. High stocking rates (>6 sheep/ha) resulted in a decrease in the proportion of palatable species ( <i>Pueraria phaseoloides</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> , <i>Asystasia gangetica</i> and <i>Mikania micrantha</i> ) and an increase in the proportion of the less palatable species (such as <i>Calopogonium caeruleum</i> and <i>Cyrtococcum oxyphyllum</i> ). Daily liveweight gains ranged from 100 g/lamb per day at 4 sheep/ha to 70 g/lamb per day at 14 sheep/ha in the immature r

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk  
Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

4.06	<p>(1) Liao ChungTa; Shiao ShiuHfeng (20001) <i>Pseudonapomyza asiatica</i> Spencer (Diptera: Agromyzidae), a recently resurgent pest species which damages rice in Taiwan. Plant Protection Bulletin (Taipei), 2001, Vol.43, No.4, pp.235-242, 13 ref.</p> <p>(2) Abenes, M. L. P.; Khan, Z. R. (1990) Feeding and food assimilation by two species of rice leaffolders (LF) on selected weed plants. International Rice Research Newsletter, 1990, Vol.15, No.3, pp.31-32</p>	<p>(1) AB: <i>P. asiatica</i> was recently rediscovered causing damage to rice in central Taiwan in August 2001. Although this species is conventionally treated as a minor pest of rice, its resurgence and wider distribution require special attention. This study focuses on taxonomic and morphological descriptions of this pest species to assist further diagnostic discrimination; a redescription and illustration in greater detail of the external morphology and male terminalia are given. Moreover, some preliminary data on its ecology (featuring a distribution list and a list of hosts: maize, <i>Cynodon dactylon</i>, <i>Eleusine indica</i>, <i>Eragrostis pilosa</i>, <i>Setaria viridis</i>, <i>Paspalum conjugatum</i>, <i>Leptochloa chinensis</i> and <i>Echinochloa crus-galli</i>) and preliminary survey data are also provided.</p> <p>(2) AB: The feeding rate and food assimilation of <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> and <i>Marasmia patnalis</i> on 12 weed plants common in rice fields in the Philippines were studied in the greenhouse. Larvae of <i>C. medinalis</i> fed most on <i>Digitaria ciliaris</i>, fol</p>
4.07		no evidence
4.08	<a href="http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm">http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm</a>	no evidence
4.09	<p>(1) Toledo, J. M.; Arias, A.; Schultze-Kraft, R. (1989) Productivity and shade tolerance of <i>Axonopus</i> spp., <i>Paspalum</i> spp. and <i>Stenotaphrum secundatum</i> in the humid tropics. Proceedings of the XVI International Grassland Congress, 4-11 October 1989, Nice, France., 1989, pp.221-222, 2 ref.</p> <p>(2) Ipor, I. B.; Price, C. E. (1992) Shading effects on growth and partitioning of plant biomass in <i>Paspalum conjugatum</i> Berg. BIOTROPIA, 1992, No.6, pp.55-65, 21 ref.</p>	<p>(1) AB: In the search for grasses for silvopastoral systems, the aggressiveness, seasonal DM yield and root length of 13 accessions of <i>Axonopus</i> spp., 23 accessions of <i>Paspalum</i> spp. and 1 accession of <i>Stenotaphrum secundatum</i> were determined in a small-plot experiment in full sunlight and 60% intercepted sunlight. Regardless of season, <i>A. compressus</i> and <i>S. secundatum</i> were shade-preferring species, whereas <i>P. notatum</i> was shade-tolerant. <i>P. pilosum</i> and <i>P. plicatum</i> showed shade preference during the rainy season and intolerance during the dry, while <i>A. affinis</i> and <i>P. conjugatum</i> were intolerant to shade in the rainy and tolerant in the dry season. Crude protein contents and digestibility in vitro of 10 high-yielding accessions selected for adaptation to shade are presented. These accessions are valuable as potential components of silvopastoral systems.</p> <p>(2) AB: <i>P. conjugatum</i> plants were grown in a greenhouse with 0, 50 or 75% shading. Leaf and stolon number, DM production and NAR were decreased, and plant height</p>
4.1	Mannetje, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.177	"It is found under plantation crops and also along stream banks, roadsides and in disturbed area on a variety of soils."
4.11	Whistler, A.W. (1995) <i>Wayside Plants of The Islands</i> . Isle Botanica, Honolulu. 202pp. p. 176	"a creeping perennial grass"
4.12	<a href="http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm">http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm</a>	It forms a dense ground cover even on acidic, low-nutrient soils [blocks growth of other plants, so acts functionally as a thicket] terrestrial
5.01		
5.02	Whistler, A.W. (1995) <i>Wayside Plants of The Islands</i> . Isle Botanica, Honolulu. 202pp. p. 176	"a creeping perennial grass"
5.03		grass
5.04	Whistler, A.W. (1995) <i>Wayside Plants of The Islands</i> . Isle Botanica, Honolulu. 202pp. p. 176	"a creeping perennial grass"
6.01		no evidence

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

6.02	Sauerborn, J. (1985) Studies on the segetal flora of taro ( <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) and on the germination biology of selected weeds of Western Samoa. [FT: Untersuchungen zur Segetalflora in Taro ( <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) und zur Keimungsbiologie ausgewählter Unkrautarten auf West-Samoa.] PLITS (Plant Protection Information Tropics/Subtropics), 1985, Vol.3, No.1, 85pp., 77 ref.	AB: Species composition and distribution of the weed flora associated with taro crops in Western Samoa was studied in 1982. Among the 89 species identified belonging to 30 families, <i>Mikania micrantha</i> and <i>Paspalum conjugatum</i> occurred in all areas sampled. The diaspores of these species were capable of germination for 3 months after release from a felled secondary forest, contributing towards a large soil seed bank. Germination studies using the 6 most important weeds of taro ( <i>Ageratum conyzoides</i> , <i>Blechnum brownei</i> , <i>Crassocephalum crepidioides</i> , <i>M. micrantha</i> , <i>P. conjugatum</i> and <i>P. paniculatum</i> ) indicated that only <i>P. paniculatum</i> possessed any marked dormancy.
6.03		no evidence
6.04		no evidence
6.05	Wagner et al. 1990. Manual of flowering plants of Hawaii. Vol 2. University of Hawaii Press. Hawaii. Pg 1481	no evidence [Plants belonging to Poaceae are usually wind pollinated or self pollinating, cleistogamous or apomictic...]
6.06	Whistler, A.W. (1995) <i>Wayside Plants of The Islands</i> . Isle Botanica, Honolulu. 202pp. p. 176	"spreading by long, often reddish-purple stolons."
6.07	Mori, S. A.; Silva, L. A. M.; Lisboa, G.; Pereira, R. C.; Santos, T. S. dos (1980) Studies of weedy plants of southern Bahia 1. Productivity and phenology. [FT: Subsídios para estudos de plantas invasoras no sul do Bahia. 1. Produtividade e fenologia.] Boletim Técnico, Centro de Pesquisas do Cacau, 1980, No.73, 18 pp., 7 ref.	AB: A 200 X 400 m plot was cleared of all surface vegetation; after 105 days the number, frequency and biomass of the weed species present were determined. On this basis species were ranked in relation to their importance in endangering young cocoa plantations. The most important species were <i>Brachiaria mutica</i> , <i>Ludwigia octovalvis</i> , <i>Cyperus distans</i> , <i>Paspalum conjugatum</i> and <i>L. hyssopifolia</i> . Monocotyledons provided nearly twice as much biomass as dicotyledons, with Cyperaceae and Poaceae having the highest net primary productivity. Few plants had produced seed at 105 days but after 5 months much seed had been shed. Recommendations for weed control in young cocoa plantations are based on these findings
7.01	Whistler, A.W. (1995) <i>Wayside Plants of The Islands</i> . Isle Botanica, Honolulu. 202pp. p. 176	"It is common to abundant in lawns, roadsides, and other disturbed habitats, particularly in wet places."
7.02	Mannetje, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.178	" <i>P. conjugatum</i> is propagated from prostrate clumps, using 2-3 nodes per cutting."
7.03	Mannetje, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.178	"Cut feed can be conserved as hay." [mature spikes may contaminate seeds]
7.04		no direct evidence but the small seeds may be swept by wind and get dispersed.
7.05	Mannetje, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.177	"It is found under plantation crops and also along stream banks, roadsides and in disturbed area on a variety of soils." [no direct evidence but appearance in stream bank may suggest water dispersal]
7.06		no evidence
7.07	Mannetje, L. & R.M. Jones (1992) Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.177	"Wet fruits may become very irritating as they easily stick to one's legs and clothing."
8.01	Calderón, J.; Alán, E.; Barrantes, U. (2000) Structure, size and production of weed seeds in the humid tropic. [FT: Estructura, dimensiones y producción de semilla de malezas del trópico húmedo.] Agronomía Mesoamericana, 2000, Vol.11, No.1, pp.31-39, 15 ref.	AB: " <i>Paspalum conjugatum</i> and <i>P. virgatum</i> produced a larger number of spikelets per floral branch (381 and 1185, respectively) than <i>Ischaemum indicum</i> (81) and <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (14). Anemocory, hydrocory and zoocory are mentioned as mechanisms contributing to dispersal of these species." [easily reach



Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

		1000 seeds, if there are more than 3 floral branches per square meter]
8.02	Horng, L. C.; Leu, L. S. (1978) The effects of depth and duration of burial on the germination of ten annual weed seeds. <i>Weed Science</i> , 1978, Vol.26, No.1, pp.4-10, 18 ref.	AB: Seeds of <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Fimbristylis miliacea</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>Monochoria vaginalis</i> , <i>Polygonum lapathifolium</i> , <i>Cyperus iria</i> , <i>Amaranthus viridis</i> , <i>Cyperus difformis</i> and <i>Paspalum conjugatum</i> were placed in nylon mesh bags on the surface and at 2.5-, 7.5-, 15- and 25-cm depths in the soil in November 1974 for 10, 20, 30, 60, 90, 120, 180, 240, 300 and 365 days. In germination tests, seeds left on the soil surface gave lower % germination than those that were buried. Statistical analysis showed that the total % germination was not significantly different for seeds buried 2.5 cm and deeper for the same time interval. The ten species were classified into 3 groups on the basis of the germination data as follows: in <i>C. difformis</i> , <i>P. oleracea</i> , <i>Eleusine indica</i> and <i>Amaranthus viridis</i> , the % germination remained constant and relatively high; in <i>P. conjugatum</i> % germination remained constant for 240 days and then gradually declined at 300 and 365 days; and in <i>E. crus-galli</i> , <i>M. vaginalis</i> , <i>P.</i>
8.03	(1) Yogaratnam, N. (1971) Weed control under Hevea in Ceylon with herbicide mixtures based on MSMA. <i>Quarterly Journal, Rubber Research Institute of Ceylon</i> , 1971, Vol.48, No.3/4, pp.168-180, 10 ref. (2) Staalduine, D. van (1974) Weed control in tea plantations in Sumatra, Indonesia. <i>Mededelingen Fakulteit Landbouwwetenschappen Gent</i> , 1974, Vol.39, No.2, pp.465-482, 4 ref.	(1) AB: Seven experiments are reported in which MSMA was used alone or with aminotriazole, 2,4-D amine, sodium chlorate or dalapon to control weeds in mature rubber. <i>Paspalum conjugatum</i> was controlled by 0.825 lb/acre MSMA + 0.188-0.375 lb/acre aminotriazole. A mixed growth of <i>P. conjugatum</i> and <i>Mikania scandens</i> was controlled by 0.825-1.65 lb MSMA + 0.6-0.9 lb 2,4-D amine and this mixture was supplemented with 4-5 lb sodium chlorate or 1-2 lb dalapon when further common weed spp. were present. (2) AB: "A review is given of the weed problems in tea plantations in Sumatra, together with details of chemical weed control programmes used since 1971. An Ansar mixture (MSMA 48.6% 4 litres + 2,4-D 72% 1.8 litres + sodium chlorate 7.5 kg/ha) controls <i>Borreria</i> spp. and <i>Paspalum conjugatum</i> but is uneconomic against other species."
8.04	Mannetje, L. & R.M. Jones (1992) <i>Plant Resources of South-East Asia no.4 Forages</i> . Prosea Foundation, Bogor, Indonesia. p.178	"Close cutting and heavy grazing are recommended (for culture) since it is tolerant of defoliation"; "It is common to abundant in lawns, roadsides, and other disturbed habitats"
8.05	<a href="http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm">http://www.botany.hawaii.edu/faculty/cw_smith/pas_con.htm</a>	No serious effort has been made to evaluate this pest of native ecosystems and ranchlands for biological control [It has become a pest here, so enemies not present]

Jumlah skore 28 mengakibatkan species ini ditolak masuk ke Hawaii Di Indonesia belum ada metode PRA seperti contoh diatas. Pada bagian berikut disertakan contoh terjemahan yang dapat digunakan sebagai bahan yang dapat dimodifikasi disesuaikan dengan keadaan di Indonesia.

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

Nama Botani:		Pemilaian	
Nama Daerah		Skore:	
Suku:		Nama Penilai	
1	Domestifikasi/kultivasi	1.0.1	Sudah didomestifikasikan? Kalau "belum" ke 2.0.1
		1.0.2	Ternaturalisasi?
		1.0.3	Jenis ini mempunyai kerabat gulma?
2	Iklim dan distribusi	2.0.1	Jenis ini sesuai dengan iklim Indonesia (nilai 0-rendah; 1-rendah; 2-tinggi)
		2.0.2	Akurasi prediksi (0-rendah; 1-medium, 2-tinggi)
		2.0.3	Sesuai dengan berbagai iklim
		2.0.4	Tempat asal daerah kering
		2.0.5	Introduksi diulang ulang
3	Gula dalam siuiasi	3.0.1	Ternaturalisasi diluar daerah asli
		3.0.2	Gulma pekarangan
		3.0.3	Gulma tanaman/ horti/hutan
		3.0.4	Gulma lingkungan
		3.0.5	Gulma umum
4	Sifat tercela tumbuhan	4.0.1	Mempunyai duri, rambut gatal, buah tajam
		4.0.2	Alelopati
		4.0.3	Parasit
		4.0.4	Tidak dimakan ternak <sup>60</sup>
		4.0.5	Beracun pada hewan
		4.0.6	Inang hama penyakit
		4.0.7	Menyebabkan alergi/beracun pada manusia
		4.0.8	Tumbuhan tahan naungan
		4.0.9	Tumbuhan tahan naungan
		4.0.10	Tumbuh ditempat miskin
		4.0.11	Memanjat tumbuhan lain
		4.0.12	Membentuk semak lebat
5	Tipe tumbuhan	5.0.1	Tumbuhan air

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

		5.0.2	Rumput
		5.0.3	Tumbuhan berkayu penambah N
6	Reproduksi	6.0.1	Ada gagal reproduksi ditempat asal
		6.0.2	Menghasilkan biji yang viabel
		6.0.3	Bersilangan secara mudah
		6.0.4	Penyerbukan sendiri
		6.0.5	Memerlukan polinator
		6.0.6	Reproduksi vegetatif
		6.0.7	Waktu generasi minimum
7	Mekanisme penyebaran	7.0.1	Propagul tersebar tanpa sengaja
		7.0.2	Propagul tersebar oleh manusia
		7.0.3	Propagul sebagai kontaminan
		7.0.4	Propagul melalui angin
		7.0.5	Propagul tersebar mengapung
		7.0.6	Propagul tersebar melalui barang
		7.0.7	Propagul tersebar oleh binatang (eksternal)
		7.0.8	Propagul tersebar oleh binatang (internal)
8	Persistensi	8.0.1	Produksi biji sangat banyak ( $> 6000$ biji/ m <sup>2</sup> /tahun)
		8.0.2	Membentuk bank biji dlm tanah
		8.0.3	Dapat dikendalikan dengan herbisida
		8.0.4	Tahan atau tersebar karena terpotong
		8.0.5	Ada musuh alami di Indonesia

Saat ini terdapat model yang dikeluarkan oleh FAO dari Roma (2005) yang mengandung pertanyaan lebih sedikit yaitu terdiri atas 13 pertanyaan dan pihak Karantina sedang mempersiapkan model Indonesia. Jarak pagar dari segi biologi dapat berkembangbiak secara vegetatif maupun generatif baik dengan selfing ataupun crossing. Kemampuan tersebut mengindikasikan bahwa jarak mempunyai potensi dalam waktu singkat untuk bertambah besar populasinya, dan tidak mengherankan di beberapa negara dianggap sebagai gulma, seperti di Brazil, Fiji, Honduras, Australia, Jamaica, Panama, Puerto Rico, and Salvador (Holm et al, 1979).

Di Indonesia selama mampu memanfaatkan jarak pagar dan mengambil manfaatnya maka penanaman jarak pagar tidak akan menjadi permasalahan walaupun di negara lain dianggap sebagai gulma. Memang dalam WTO perlu memperhatikan hal itu agar tidak mengurangi daya saing produk pertanian kita.

## KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas ada beberapa hal yang dapat diambil sebagai kesimpulan :

1. Jarak pagar belum diseleksi sesuai dengan tujuan penanaman yaitu untuk berproduksi minyak tinggi. Rangkaian upaya penanaman jarak sebagai penghasil minyak masih panjang dan hal ini membuka kesempatan untuk penelitian lebih lanjut, dan perlu diperhatikan dalam praktek perkebunan. Berarti dengan sedikit sentuhan melalui persilangan akan dihasilkan variasi genetik yang baik, dengan demikian produksinya dapat ditingkatkan. Studi sintesis asam lemak, trigliserida merupakan peluang untuk diteliti yang dimungkinkan dapat menaikkan produksi minyak. Produksi minyak akan didukung oleh produksi biji yang tinggi. Karena jarak ini monoesis peran serangga amat besar, maka penyelenggara perkebunan jarak harus memperhatikan serangga penyerbuk ini.
2. Praktek agronomi harus dioptimumkan. Saat ini agronomi belum didukung oleh hasil percobaan yang menunjukkan bahwa teknik yang dipakai adalah optimum
3. Pengendalian gulma akan sederhana jika areal budidaya tidak luas akan tetapi jika areal budidaya sangat luas maka akan memerlukan perencanaan yang baik serta pemakaian teknik pengendalian yang tepat. Harus difahami bahwa pengendalian gulma juga pengendalian hama dan penyakit keseluruhannya harus terintegrasi untuk mencapai produksi yang optimum.
4. Persiapan lahan sangat menentukan, pada saat ini gulma tahunan harus disingkirkan, sedang pada fase tanam herbisida pratumbuh akan sangat membantu, dalam keadaan areal kecil maka cara manual akan lebih mudah.

5. Ketika kita menemukan bahwa jarak pagar dapat memproduksi minyak sebagai biodiesel, juga harus dipertimbangkan bahwa tumbuhan ini adalah tumbuhan asing yang kelakuannya dimasa yang akan datang belum kita ketahui dengan seksama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Holm, L.G., Pancho, J.V., Herberger, J.P., and Plucknett, D.L. 1979. A geographical atlas of world weeds. John Wiley & Sons, New York.
- Raju Salomon, A.J. & V.Ezradanam, 2002. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecis species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *Current Science* 83 (11): 1395 - 1398
- Tjitrosemito, S. 1996. Weed Management on rubber plantation with special reference to Minimum Tillage Cultivation. Jircas (Japan International Research Centre for Agricultural Sciences) . International Symposium Series No 4 : 65-75.
- Tjitrosemito, sS. 2003. Peranan Karantina dalam Menunjang Pengendalian Gulma di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar yang diselenggarakan oleh Karantina Tumbuhan Kelas 1, Panjang, Bandar Lampung, 15 Desember 2003. 15 hal.
- Tjitrosoedirdjo, Sri.S. 1993. Identification of weeds in rubber plantation; Papaer submitted to the Regional Workshop on Expert Systems in Weed Identification and Managemet in Rubber Plantation. 31 Jan- 3 Feb 1993. BIOTROP. 6 p.

**PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN JARAK PAGAR**  
**(*Jatropha curcas* Linn.)**

**Dr. Ir. Dadang, MSc.**

Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB  
Jl. Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

**I. PENDAHULUAN**

Pertambahan jumlah penduduk akan berimplikasi tidak hanya pada peningkatan kebutuhan primer seperti kebutuhan sandang, pangan, dan papan juga pada kebutuhan pendukung lainnya seperti sarana transportasi dan aktivitas industri untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat. Berkaitan dengan adanya peningkatan aktivitas transportasi dan industri maka akan menyebabkan adanya peningkatan kebutuhan bahan bakar minyak. Indonesia sendiri sekarang ini telah tercatat sebagai negara pengimpor bahan bakar minyak walaupun Indonesia masih memproduksi bahan bakar sendiri namun karena kebutuhan dalam negeri lebih besar dari pada produksi dalam negeri maka Indonesia harus melakukan impor. Lebih jauh lagi disinyalir bahwa cadangan minyak Indonesia akan habis dalam kurun waktu 10-15 tahun ke depan. Untuk itulah perlu dicari dan dikembangkan energi alternatif yang sedapat mungkin bersifat ramah lingkungan (*environmental friendly*), berkelanjutan (*sustainable*) dan dapat diperbaharukan (*renewable*). Salah satu alternatif yang sangat mungkin untuk dikembangkan adalah pengembangan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn).

Hingga saat ini jarak pagar belum banyak diupayakan secara optimal dalam arti dibudidayakan secara serius dan intensif pada lahan yang luas. Karena belum dianggap sebagai tanaman budidaya, maka keberadaan tanaman jarak pagar belum mendapat perhatian yang cukup, baik dari segi pertumbuhan dan perkembangannya (agronomi) maupun gangguan-gangguan yang terjadi pada tanaman jarak pagar tersebut seperti kehadiran hama, penyakit, dan gulma di pertanaman. Cerita akan berbeda jika kelak tanaman jarak pagar dibudidayakan secara luas dan intensif. Hal ini perlu diantisipasi sejak dini agar budidaya jarak pagar dapat menghasilkan produksi buah/biji secara optimum melalui penekanan faktor-faktor pembatas di lapangan seperti menekan kerusakan yang disebabkan oleh gangguan hama dan penyakit.

## II. KEPERLUAN TINDAKAN ANTISIPASI

Munculnya hama dan penyakit dengan intensitas kerusakan tertentu dalam suatu areal pertanaman sangat tergantung pada kondisi pertanaman tersebut yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Sejarah telah mencatat bahwa timbulnya hama dapat terjadi dengan beberapa sebab diantaranya (a) manusia merubah lingkungan asli untuk usaha pertanian dengan memasukkan spesies tanaman baru yang sebelumnya tidak ada di suatu daerah. Pengertian ini juga bisa dikembangkan yaitu pembukaan lahan untuk pertanian khususnya untuk pertanaman dengan sistem monokultur, (b) introduksi tanaman beserta organisme pengganggu tanaman tersebut dari luar ke suatu daerah tanpa menyertai musuh alaminya, dan (c) apresiasi manusia terhadap produk pertanian seperti kebutuhan sayur-sayuran yang berkualitas tinggi sehingga adanya kerusakan sedikit saja oleh organisme pengganggu tanaman akan ada penolakan dari konsumen.

Untuk pengembangan tanaman jarak pagar sebagai bahan baku biodiesel tampaknya sebab pertama, yaitu pembukaan lahan baru, harus diantisipasi secara serius akan munculnya hama dan penyakit pada pertanaman tersebut jika akan dikembangkan dalam skala luas apalagi dengan pola pertanaman monokultur. Hal ini sangat terkait dengan perubahan ekosistem di lapangan yang mana dari ekosistem kompleks menjadi ekosistem yang lebih sederhana dan juga sangat terkait dengan jumlah makanan yang sangat berlimpah bagi organisme pengganggu tanaman terutama pada sistem monokultur. Ini akan mengakibatkan semakin cepatnya perkembangan hama dan/atau penyakit pada tanaman jarak pagar.

Faktor lain yang sangat mendorong perkembangan populasi serangga hama yang cepat di pertanaman jarak pagar adalah kondisi agroklimat di Indonesia. Hal ini memungkinkan serangga hama akan berkembang secara terus menerus tanpa ada masa jeda (diapus) seperti yang terjadi pada negara-negara dengan empat musim. Hal inilah yang harus kita sikapi dengan seksama agar pertanaman jarak pagar dapat menghasilkan produksi biji sesuai atau paling tidak mendekati potensi genetiknya. Untuk itu tindakan pencegahan (preventif) dan pengendalian (kuratif) perlu dilakukan.

Agar pencegahan dan pengendalian hama dan penyakit dapat berjalan dengan efektif maka langkah awal adalah harus diketahui bioekologi serangga hama dan penyakit tanaman sehingga hal-hal yang bersifat khusus untuk masing-masing organisme dapat diketahui.

### III. BEBERAPA HAMA POTENSIAL PADA TANAMAN JARAK PAGAR

Walaupun hingga saat ini keberadaan serangga atau organisme lainnya pada tanaman jarak pagar belum dipandang sebagai masalah yang serius, namun beberapa serangga dan patogen sangat berpotensi menjadi faktor pembatas produksi apabila jarak pagar dibudidayakan secara luas dalam upaya pemenuhan kebutuhan bahan baku biodiesel.

Berikut ini akan diuraikan beberapa serangga dan mikroorganisme yang berpotensi sebagai hama dan patogen pada tanaman jarak pagar berdasarkan informasi dari berbagai negara yang telah melakukan budidaya jarak pagar dan pendekatan-pendekatan ekologis yang memungkinkan serangga atau hama dapat berkembang pada pertanaman jarak pagar.

#### 1. Serangga hama yang menyerang akar/tanaman muda

Hama yang dapat menyerang bagian perakaran dan batang muda tanaman muda terdiri atas ulat tanah dan kumbang scarabaeidae.

##### a. Ulat tanah

Di Indonesia terdapat beberapa spesies ulat tanah yang dapat menyerang tanaman jarak pagar seperti *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). Di lapangan serangga ini menyerang bibit dan tanaman muda yang baru muncul di permukaan tanah, sedangkan tanaman tua tidak diserangnya. Gejala yang tampak adalah terpotongnya batang tanaman di dekat permukaan tanah.

Larva muda hidup berkelompok (gregarious), tetapi pada larva yang instar tua hidup sendiri-sendiri (soliter) dan kadang-kadang bersifat kanibal. Larva pada siang hari masuk ke tanah dan muncul lagi pada malam hari untuk makan. Larva bila diganggu akan melingkarkan tubuhnya dan tidak bergerak. Di dalam tanah larva terdapat pada kedalaman 5 – 10 cm atau dalam gumpalan tanah. Larva yang sangat merusak adalah instar yang lebih lanjut, karena memakan pangkal batang muda lebih dari satu tanaman. Pergerakan larva sangat cepat. Seekor larva dapat merusak beberapa tanaman muda.



Ngengat yang berwarna abu-abu dengan sayap depan berwarna dasar coklat keabuabuan dengan bercak hitam dapat hidup hingga 20 hari. Rata-rata masa perkembangan serangga ini mulai telur hingga imago lebih kurang 51 hari. Di alam terdapat beberapa musuh alami seperti parasit larva dan pupa serta patogen cendawan *Metarrhizium*.

b. Lundi Scarabaeid

Lundi atau yang juga dikenal dengan istilah uret yang termasuk ordo Coleoptera dapat sangat merusak akar tanaman jarak. Hama ini banyak dijumpai pada tanah-tanah berpasir atau tanah yang diberi pupuk hijau atau pada tanah yang berdrainase baik. Lundi mudah ditemukan di dekat permukaan tanah di sekitar tanaman jarak. Lundi pada awalnya memakan humus dan kemudian menyerang akar tanaman. Serangan lundi pada tanaman muda dapat mematikan tanaman. Tanaman yang tumbuh sehat dengan vigor bagus ternyata relatif toleran terhadap serangga ini. Sanitasi lahan dapat meringankan serangan uret di lapangan.

2. Serangga hama yang menyerang daun

a. Belalang (*Valanga* spp. dan *Locusta migratoria*)

Serangga ini tergolong ordo Orthoptera. Beberapa jenis belalang dapat menyerang tanaman jarak pagar baik di pembibitan maupun tanaman di lapangan, namun demikian perhatian lebih serius harus diberikan pada pertanaman muda. Biasanya daun-daun jarak pagar yang terserang serangga ini terlihat robek-robek bahkan pada pembibitan sering terlihat tanaman jarak yang daunnya habis dimakan serangga ini. Serangga-serangga ini terutama belalang kembara bersifat polifag yang kadang kala sifat serangannya sporadis dan tiba-tiba. Karena sifat inilah kadangkala pengendalian belalang agak sulit dilakukan seperti penyemprotan insektisida tidak selalu berhasil.

b. Ulat grayak (*Spodoptera litura*)

Serangga ini bersifat kosmopolitan atau penyebarannya luas terutama di negara-negara Asia, Pasific, dan Australia. Serangga ini juga bersifat polifag dengan jumlah jenis tanaman yang dijadikan inang lebih kurang 120 jenis. Beberapa tanaman yang dijadikan inang seperti tembakau, jagung, padi, tomat, cabai, kacang-kacangan termasuk kedelai, jarak termasuk jarak pagar, talas, dan lain-lain.

Larva memakan daun tanaman baik tanaman muda maupun tanaman dewasa sehingga sering meninggalkan bekas gigitan atau kalau serangan berat hanya meninggalkan tulang daun bahkan kadang-kadang tanaman menjadi gundul.

Larva instar awal biasanya hidup berkelompok kemudian pada instar-instar selanjutnya akan memencar. Larva instar akhir dapat mencapai panjang 5 cm. Perkembangan larva membutuhkan waktu kira-kira 14 hari. Kadang-kadang larva instar akhir sangat mirip dengan ulat tanah. Warna larva bervariasi namun biasanya larva muda berwarna hijau terang, sedangkan larva yang lebih tua berwarna hijau gelap hingga coklat. Terdapat garis kuning pada samping dan atas tubuh larva. Pupa terjadi dalam tanah yang terbungkus kokon yang terbuat dari sel-sel tanah. Sayap depan imago berwarna abu-abu hingga coklat kemerahan dengan pola-pola bervariasi seperti gambaran batik. Siklus hidup kira-kira 4-5 minggu. Di alam terdapat beberapa musuh alami *S. litura* seperti parasitoid telur, parasitoid larva, predator, serta patogen NPV dan *Borrelinavirus litura*.

c. Ulat daun jarak (*Achaea janata*)

Serangga ini tergolong ordo Lepidoptera, famili Noctuidae. Serangga hama ini menyerang dan mampu menghabiskan daun jarak dalam waktu singkat. Serangan berat sangat berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas biji jarak.

Umumnya imago meletakkan telur pada daun jarak yang lebih bawah pada kedua permukaan daun di malam hari. Larva dewasa yang panjangnya dapat mencapai 6-7 cm berwarna coklat abu-abu. Pupa dapat terjadi di tanah atau di gulungan daun dengan stadium pupa 10-27 hari. Satu generasi memerlukan waktu antara 30 hingga 33 hari.

Larva memakan daun. Larva dewasa lebih rakus dibandingkan larva yang lebih muda sehingga sering pada tanaman yang diserang larva dewasa hanya meninggalkan ranting atau batang saja karena daun-daunnya habis dimakan.

d. Ulat api (*Parasa lepida*)

Hama yang tergolong ordo Lepidoptera, famili Limacodidae ini dapat menyerang tanaman jarak pagar secara sporadis. Serangga ini juga dikenal sebagai salah satu hama pada tanaman kelapa sawit. Hal ini tentunya perlu menambah kehati-hatian dan kewaspadaan apabila pengembangan

tanaman jarak pagar dilakukan berdekatan dengan tanaman kelapa sawit. Imago betina meletakkan telur pada bagian tanaman yang lunak dalam kelompok kecil. Ukuran larva maksimum dapat mencapai 1,5 – 2,5 cm. Ulat yang berwarna hijau terang dan mempunyai warna biru membujur pada bagian dorsal ini mempunyai rambut-rambut yang muncul dari tubuhnya. Ulat akan mengeluarkan senyawa tertentu yang terasa menyengat di kulit sehingga dikenal dengan nama umum ulat api. Ulat ini bergerak seperti siput. Pupa berada dalam kokon berwarna abu-abu pada batang atau bagian tanaman jarak lainnya. Stadium pupa dapat berlangsung tiga hingga lima minggu. Ulat pada awalnya hidup secara berkelompok pada daun jarak yang kemudian akan menyebar ke seluruh bagian tanaman seiring dengan pertumbuhan larva.

e. Wereng daun (*Empoasca* sp.)

Selain tanaman jarak pagar, serangga yang tergolong ordo Homoptera ini juga dapat menyerang tanaman teh dan beberapa tanaman budidaya lainnya. Kenyataan ini merupakan peringatan bahwa harus ada kehati-hatian dalam pengembangan tanaman jarak pagar dan juga harus melihat sejarah pertanaman sebelumnya.

*Empoasca* sp. ini merupakan salah satu hama utama jarak termasuk jarak pagar di daerah tropik dan subtropik. Di lapangan serangga ini dapat ditemukan sepanjang tahun namun keberadaanya lebih berbahaya pada saat pembibitan. Imago berwarna kuning kehijauan dengan warna hitam pada ujung sayap depan. Imago betina meletakkan telur dalam jaringan daun dekat dengan tulang daun pada bagian permukaan bawah. Dalam satu tahun terdapat 7-8 generasi.

Nimfa dan imago mengisap cairan daun dari permukaan bawah sehingga daun berubah warna menjadi merah atau coklat. Kadangkala daun sampai mengering dan mati. Disamping itu daun kadang-kadang menggulung/mengeriting dari bagian ujung.

f. Tungau (*Tetranychus* spp. )

Organisme ini bukan termasuk golongan serangga. Tungau *Tetranychus* spp. (Acarina : Tetranychidae) dapat merusak daun dan membuat tanaman lemah. Varietas jarak yang bunganya tidak dilapisi lilin ternyata lebih tahan terhadap hama ini. Tungau ini termasuk pemakan tumbuhan yang bersifat polifag. Selain jarak termasuk jarak pagar, banyak

tanaman lain sebagai inangnya antara lain kapas, tomat, kacang-kacangan, jeruk, pepaya, ubi jalar, kacang tanah, tanaman hias serta tumbuhan pengganggu. Tungau bertungkai empat pasang dengan bagian-bagian badannya yang mendukung alat mulut, tungkai dan bagian belakang badannya. Gejala serangan tungau akan menyebabkan daun terlihat berwarna kekuning-kuningan yang kemudian menjadi seperti karat. Daun yang demikian itu akan mengeriput dan kering berwarna kemerahmerahan seperti terbakar dan daun kemudian akan gugur.

Tungau dewasa hanya berukuran 0,5 mm dengan warna kemerahan. Tungau yang banyak bergerak pada siang hari mempunyai alat mulut menusuk dan mengisap. Perkembangan dari telur hingga dewasa sekitar 15 hari. Penyebaran tungau dapat melalui daun-daun terserang yang gugur yang dapat tertiuip angin juga dapat terjadi melalui persentuhan dengan pakaian pekerja kebun. Musuh alami yang utama adalah tungau predator dari famili Phytoseiidae yang menyerang telur dan larva. Selain itu kumbang Coccinellidae yang bernama *Stethorus spp.* juga memangsa tungau ini.

### 3. Serangga hama pada bunga dan buah

Hama yang paling penting untuk diwaspadai adalah yang menyerang ujung pucuk, bunga dan kapsul buah yang sedang berkembang. Gejala serangan beragam, mulai dari kerusakan tangkai daun muda, keguguran buah secara sporadis sampai kematian panikel secara menyeluruh.

#### a. Kepik hijau (*Nezara viridula*)

Kepik hijau, *Nezara viridula*, ini termasuk famili Pentatomidae ordo Hemiptera yang seringkali menjadi hama penting di daerah tropik. Serangga ini kadang-kadang menyerang tanaman jarak pagar pada saat pembungaan sehingga menimbulkan kerusakan berat pada kapsul buah yang sedang berkembang. Kepik hijau ini merupakan serangga polifag yang tersebar di banyak negara di dunia dan mudah dikenal dengan warna tubuhnya yang hijau. Beberapa tanaman yang sering dijadikan tanaman inang selain jarak adalah padi, tomat, dan kacang-kacangan lainnya, cabai, kapas, kentang, kedelai dan jagung.

Biasanya kerusakan utama bukanlah disebabkan tusukan dan pengisapan langsung tetapi karena racun yang dikeluarkan melalui kelenjar

ludahnya. Racun ini dapat menimbulkan kelayuan, kematian daun dan pucuk tanaman.

Serangga dewasa dan nimfa mengisap cairan tanaman. Kepik hijau dewasa berwarna hijau dengan panjang 16 mm. Kadang-kadang terlihat populasi kepik dalam jumlah besar pada tanaman dan kemudian pindah ke tempat lainnya. Perkembangan sejak telur hingga dewasa kira-kira 4–8 minggu.

b. Ulat penggerek pucuk jarak (*Dichocrosis punctiferalis*)

Serangga ini termasuk famili Pyralidae, ordo Lepidoptera yang penyebarannya meliputi Asia Tenggara, Australia dan Kepulauan Pasifik. Serangga *D. Punctiferalis* telah tercatat sebagai hama pada tanaman jarak *Ricinus communis*. Serangga ini bersifat polifag yang menyerang bagian buah, tunas, inflorescens hingga rimpang tanaman. Pada jarak, serangga ini merusak bagian ujung pucuk dan buah.

Penyerangan penggerek ini biasanya dimulai pada saat tanaman memasuki masa pembungaan. Imago betina meletakkan telur pada bagian tanaman yang lunak. Setelah telur menetas menjadi larva, larva akan menggerek pucuk tanaman jika tanaman masih muda atau bagian biji jika tanaman sudah tua. Larva dewasa tampak kuat, berwarna coklat kemerahan dengan ukuran antara 1,5 – 2,5 cm. Pupa dibungkus dalam sebuah kokon. Ulat menggerek pucuk dan cangkang biji yang menyebabkan kerusakan berat pada tanaman. Kadang-kadang kotoran larva terlihat dari luar.

4. Serangga hama pada batang

Umumnya hama yang merusak batang adalah penggerek batang. Salah satu kelompok penggerek yang potensial di Indonesia adalah *Xyleborus* spp. (Coleoptera: Cerambycidae). Kerusakan utama pada tanaman biasanya disebabkan oleh ulat yang telah melewati instar muda yang menggerek ruas batang. Batang yang terserang dapat menyebabkan kerebahan tanaman akibat gerakan larva tersebut atau menyebabkan tanaman mudah patah jika diterpa angin. Kadangkala bekas-bekas gerakan yang berwarna coklat pada batang menandakan kehadiran ulat penggerek di dalam batang.

Salah satu spesies *Xyleborus* yang tercatat dapat menyerang jarak adalah *X. fornicatus* yang dapat menyerang batang dan ranting walaupun demikian serangan serangga hama ini belum dianggap membahayakan.

### Beberapa Patogen Potensial pada Tanaman Jarak Pagar

#### a. Bercak pada bibit

Kerusakan dapat mencapai 30-40% yang umumnya terjadi pada tanaman muda/bibit yang baru pindah di lapangan dengan kondisi pengairan yang kurang baik. Gejala penyakit terlihat pada dua permukaan daun berupa bercak-bercak melingkar yang kemudian meluas menyebabkan daun busuk. Infeksi lebih jauh hingga ke batang yang dapat menyebabkan tanaman mati. Daun-daun yang lebih tua atau daun muda namun berada pada tanaman yang sudah tua dapat juga terinfeksi. Bercak-bercak pada daun biasanya berubah warna menjadi kuning lalu coklat dan konsentris

#### b. Bercak *Alternaria* (*Alternaria ricini*)

Ini merupakan salah satu penyakit penting pada pertanaman jarak pagar. Pada bulan-bulan dengan kelembaban tinggi memungkinkan cendawan berkembang cepat pada cangkang buah yang menyebabkan buah menjadi hitam. Beberapa laporan di India menyebutkan tingkat serangannya dapat mencapai 70% yang dapat menurunkan produksi biji dan kandungan minyak. Jika serangan terjadi pada awal masa pembungaan, tunas-tunas dapat mati. Jika serangan terjadi pada fase akhir pembungaan, bunga terbuka tanpa ada pembentukan kapsul buah, dan jika serangan ringan bunga-bunga menjadi kering.

Patogen dapat menyerang seluruh bagian tanaman. Awalnya penyakit tampak pada daun-daun awal kemudian jika infeksi terjadi secara intensif, tanaman menjadi kerdil bahkan dapat mengalami kematian. Bercak-bercak penyakit dapat ditemukan sepanjang tahun namun menjadi luas pada musim hujan. Penyakit disebabkan oleh *Alternaria ricini*. Produksi konidia lebih banyak terjadi pada kondisi kelembaban tinggi. Penyakit ini dapat dibawa oleh biji secara internal atau eksternal. Dilaporkan juga bahwa penyakit ini dapat menyebabkan rebah kecambah dan bercak daun ketika biji-biji terinfeksi disemai. Keadaan penyakit akan tampak berat yang berhubungan dengan kerentanan varietas, tingginya kelembaban udara

dan suhu antara 16-20 °C. Pelakuan biji dapat berguna untuk mencegah fase awal perkembangan penyakit.

c. Karat

Penyakit tampak seperti pustul karat di bawah permukaan daun. Pada bagian bawah daun akan terlihat bercak-bercak bulat kecil berwarna kuning. Jika serangan berat maka dapat mengeringkan daun. Penyakit ini disebabkan oleh *Melampsora ricini*. Patogen ini banyak menyerang tanaman-tanaman dari famili Euphorbiaceae.

d. Bercak daun cercospora

Penyakit yang disebabkan oleh *Cercospora ricinella* dapat menyebabkan kerusakan yang berat pada tanaman jarak. Gejala penyakit tampak hitam kecil atau titik coklat yang dikelilingi cincin berwarna hijau pucat. Bercak-bercak tersebut dapat dilihat dari kedua permukaan daun. Ketika bercak membesar, pusat bercak berubah warna menjadi coklat pucat dan kemudian putih keabu-abuan yang dikelilingi warna coklat tua. Pada awalnya bercak berbentuk bulat kemudian bentuk bercak menjadi tidak teratur. Penggunaan varietas yang lebih tahan lebih dianjurkan untuk pencegahan penyakit ini.

e. Layu Fusarium

Penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* ini dapat terjadi di pembibitan dan di lapangan. Jika bibit yang terserang maka daun-daun akan hijau pudar, layu kemudian mati. Daun-daun bawah rontok dan hanya menyisakan daun-daun atas. Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan meliputi pemilihan biji atau bibit tanaman yang sehat, penggunaan varietas tahan, pencegahan penggenangan air disekitar tanaman, dan membakar sampah atau bekas tanaman terinfeksi.

f. Busuk Botritis

Pada awalnya berupa bercak kecil yang berwarna kehitaman pada bunga. Penyakit yang disebabkan oleh *Botrytis ricini* ini menjadi masalah serius pada saat musim hujan yang bersamaan dengan pembentukan kapsul buah. Bahkan dinyatakan kondisi yang sangat sesuai untuk perkembangan penyakit ini adalah temperatur yang cukup sejuk disertai hujan pada malam hari. Bunga yang terinfeksi akan busuk dan tertutup cendawan yang berwarna abu-abu. Patogen dapat menyebar ke seluruh bunga dan kapsul buah.

Beberapa tindakan budidaya yang dapat mengurangi infeksi cendawan ini meliputi penanaman varietas jarak yang tidak banyak duri-duri pada kapsul, pencegahan irigasi yang berlebihan, menanam tidak terlalu rapat, memusnahkan tanaman terinfeksi, menurunkan intensitas serangan cendawan ini.

g. Bercak daun bakteri

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas ricinicola* yang menyerang kotiledon dan daun. Gejala serangan berupa bercak-bercak bulat atau tidak beraturan yang berwarna coklat gelap. Bakteri ini merupakan bakteri gram negatif yang dapat menghidrolisa pati, kemudian dapat menghasilkan amoniak dan sulfid namun tidak mereduksi nitrat. Temperatur optimum untuk pertumbuhan bakteri ini adalah 31°C. Sanitasi lapangan merupakan tindakan yang sangat baik untuk meminimalkan serangan bakteri ini. Perlakuan panas pada biji selama 10 menit dapat juga dilakukan.

### Pengendalian Hama dan Penyakit

Serangan hama dan penyakit yang terjadi pada pertanaman di lapangan merupakan salah satu faktor pembatas untuk mendapatkan produksi pertanian secara optimal. Tidak jarang serangan hama dan penyakit dapat menggagalkan panen. Untuk itu pengendalian hama dan penyakit perlu dilakukan dengan beberapa strategi seperti pengendalian mekanik, teknik kultur, biologi dan/atau kimia.

Pengendalian hama tidak terlepas dari pengetahuan bioekologi hama dan penyakit itu sendiri yang pada tahap awal adalah pengenalan/identifikasi. Beberapa hama dan penyakit potensial yang dapat menyerang pertanaman jarak pagar telah dipaparkan di muka. Berikut ini adalah beberapa tindakan pengendalian yang dapat dilakukan agar kerusakan tanaman jarak pagar dapat ditekan seminimal mungkin.

a. Secara mekanik

Tindakan pemangkasan merupakan salah satu tindakan yang sering dilakukan pada budidaya tanaman jarak pagar. Tindakan ini dapat dilakukan bersamaan dengan upaya pengendalian hama dan penyakit. Beberapa bagian tanaman jarak pagar yang terserang penggerek atau penyakit tertentu



dapat dilakukan pemangkasan sehingga akan mengurangi populasi serangga pada masa datang.

Pada saat pemanenan dapat juga sekaligus dilakukan pada buah-buah jarak yang terserang penyakit atau tergerek serangga hama, kemudian bagian-bagian atau buah-buah yang terserang dapat dikumpulkan untuk segera dimusnahkan. Tindakan lain yang dapat dilakukan seperti ulat tanah adalah dengan mengumpulkan larva yang ditemukan di sekitar tanaman lalu memamatkannya. Kemudian dapat pula melalui pengumpulan kelompok telur beserta larva instar awal ulat grayak yang kemudian dimusnahkan.

b. Secara fisik/kultur teknik

Sistem pengairan yang baik, jika menggunakan sistem pengairan, akan sangat membantu dalam mengurangi infeksi oleh patogen dan beberapa serangga hama. Faktor kelembaban iklim mikro perlu diperhatikan agar patogen tidak mudah berkembang untuk itu upaya-upaya mekanis lainnya seperti penyiangan secara berkala dapat dilakukan untuk memperbaiki iklim mikro pada pertanaman jarak pagar. Pembersihan lahan dari sisa-sisa gulma selama beberapa minggu sebelum penanaman jarak akan membantu mengurangi potensi serangan hama dan penyakit.

c. Secara biologi

Semua serangga hama yang dikemukakan di depan tercatat mempunyai musuh alami. Mengingat tanaman jarak pagar ini dapat hidup di lapangan hingga puluhan tahun (25- 30 tahun) yang memungkinkan terjadinya kestabilan ekosistem pada pertanaman tersebut. Untuk pengendalian biologi pada tanaman jarak pagar ini tindakan konservasi musuh alami akan membuat hubungan yang optimal antara musuh alami dengan serangga hama sehingga tidak terjadi peledakan hama atau serangan hama yang tinggi. Dengan adanya konservasi musuh alami diharapkan musuh alami berkontribusi besar dalam menekan dan menjaga populasi serangga hama di pertanaman jarak pagar.

Tindakan yang dapat mendukung konservasi musuh alami adalah dengan menciptakan kondisi yang optimal untuk perkembangan musuh alami di pertanaman jarak pagar seperti adanya tumbuhan-tumbuhan lain yang bunganya dapat dijadikan makanan inang musuh alami terutama parasitoid. Tentunya dengan membiarkan beberapa tumbuhan lain disekitar pertanaman jarak khususnya tumbuhan-tumbuhan yang dapat menghasilkan nektar

merupakan tindakan bijaksana. Keberadaan tumbuhan lain di sekitar pertanaman jarak dalam jumlah yang tidak terlalu banyak tidak akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman jarak pagar, apalagi jika usia pertanaman jarak pagar telah dewasa.

Tindakan lain yang penting sekali untuk diperhatikan adalah melalui aplikasi insektisida yang selektif. Aplikasi insektisida yang berspektrum luas (*broad spectrum*; dapat mematikan banyak jenis serangga) sangat berbahaya karena akan membunuh musuh alami. Yang penting juga untuk diperhatikan adalah bahwa penyerbukan pada beberapa tanaman jarak beberapa dilakukan oleh bantuan serangga. Jika dilakukan pengendalian secara kimia dengan insektisida yang berspektrum luas maka tidak menutup kemungkinan akan mengganggu penyerbukan tanaman jarak. Untuk itu pemilihan jenis insektisida, cara kerja insektisida dan cara aplikasinya harus dilakukan secara tepat dan benar sehingga tidak mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman jarak pagar yang pada akhirnya tanaman jarak yang diusahakan dapat berproduksi secara optimal.

Tindakan lain adalah dengan memanfaatkan patogen-patogen serangga hama. Patogen hama dapat dimanfaatkan sebagai agens pengendalian hama dan penyakit di lapangan yang dapat dilakukan oleh petani secara mandiri. Untuk itu perlu dilakukan sosialisasi jenis-jenis patogen apa saja yang dapat digunakan dan bagaimana metode perbanyakannya perlu dilakukan penyuluhan secara detail kepada para *growers*.

#### d. Pengendalian secara kimia

Kadangkala serangan hama dan penyakit dapat terjadi sangat berat sehingga teknologi-teknologi pengendalian non kimia yang dilakukan tidak mampu untuk menekan kerusakan tersebut. Jika mengalami hal tersebut, maka tindakan pengendalian dengan menggunakan bahan-bahan kimia tidak dapat dielakan lagi untuk menyelamatkan pertanaman agar tetap tumbuh dengan baik sehingga dapat berproduksi sesuai potensi genetiknya. Jika pestisida perlu diaplikasikan maka beberapa aspek harus diperhatikan diantaranya:

##### (i) Pemilihan jenis pestisida

Seperti telah disinggung di depan bahwa jarak pagar dalam penyerbukannya dibantu oleh serangga sehingga pemilihan jenis pestisida dan cara kerjanya sangat perlu diperhatikan. Pemilihan pestisida secara

bijaksana juga dapat membantu konservasi musuh alami pada pertanaman jarak pagar.

(ii) Ketepatan konsentrasi dan dosis

Seringkali dalam upaya menghemat pestisida, petani mengurangi jumlah takaran baik dosis maupun konsentrasi dalam aplikasi pestisida di lapangan sehingga hasil pengendalian tidak optimal bahkan seringkali mengalami kegagalan total.

(iii) Pemilihan waktu aplikasi

Waktu aplikasi sangat menentukan efikasi pestisida yang diaplikasikan sehingga hal ini perlu diperhatikan secara serius. Waktu di sini meliputi cakupan yang luas yaitu tidak hanya kaitan dengan waktu pagi dan siang, juga berkaitan dengan kondisi lingkungan saat itu seperti keadaan angin, cuaca, dan lain-lain.

#### IV. KESIMPULAN

Dalam pengembangan tanaman jarak pagar, serangan hama dan penyakit dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi buah. Tindakan antisipasi pengendalian perlu dilakukan sebelum terjadi serangan yang berat. Beberapa hama dan penyakit telah tercatat dapat menyerang pertanaman jarak pagar yang mana beberapa hama dan penyakit tersebut telah ada di Indonesia. Untuk itu perlu diketahui beberapa tindakan pengendalian agar dapat dilakukan pencegahan dan pengendalian serangan hama dan penyakit di pertanaman jarak pagar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Kalshoven, LGE. 1981. Pests of Crops in Indonesia. PT Ichtar Baru-Van Hoeve. Jakarta.
- Mariau, D. 1999. Integrated Pest management Tropical Perennial Crops. Science Publisher Inc. USA.
- Hambali, E., Dadang, Prawitasari, T., Suryani A., and Haryadi. 2005. Development of *Jatropha curcas* Linn. for Biodiesel. Bahan presentasi Pengembangan Jarak Pagar untuk Biodiesel (*English version*). SBRC, LPPM-IPB.

## ROAD MAP PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BIOENERGI

Kamaruddin Abdullah

Bagian/Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian  
Departemen Teknik Pertanian, FATETA, IPB

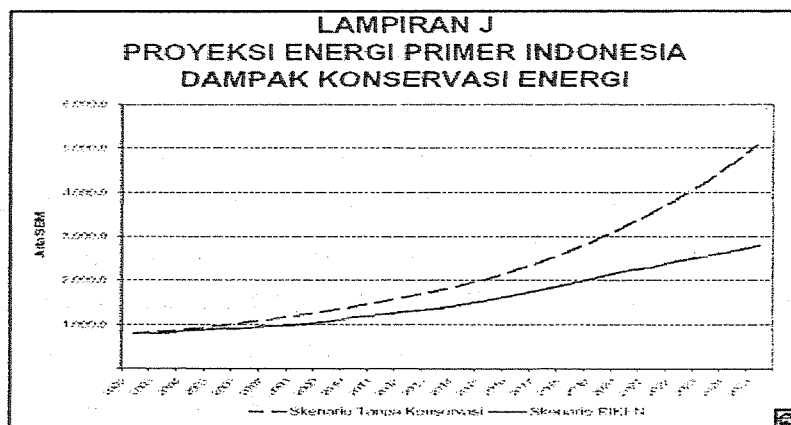
### I. PENDAHULUAN

Blue Print-Pengelolaan Energi Nasional 2005 -2025, (BP-PEN) (ESDM,2005) mulai dicanangkan pemerintah dalam rangka lebih memantapkan program pembangunan yang dapat memacu pertumbuhan disegala bidang, berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Model MARKAL yang merupakan dasar dari proyeksi kebutuhan energi tersebut (BATAN,2004, ALGAS, 1998) memperkirakan laju pertumbuhan ekonomi menjelang tahun 2020, akan mencapai 6-7%, dengan jumlah penduduk 250 juta dan GDP sebesar Rp 1660 triliun.

Berdasarkan hal tersebut, masing-masing Departemen Teknis seyogyanya menyesuaikan programnya berdasarkan kondisi ketersediaan energi tadii sehingga dapat menghasilkan dampak pembangunan nyata berupa pertumbuhan, penyediaan lapangan kerja, kemandirian (sosial politik, ekononomi, teknologi), pemerataan dan keadilan serta partisipasi masyarakat dalam segala program pembangunan. Untuk mencapai tujuan BP PEN tersebut. jenis energi yang terpilih "energy mix" adalah jenis yang dapat memenuhi persyaratan diatas, yaitu jenis energi yang disamping mampu meningkatkan pertumbuhan tetapi haruslah (bersifat bersih (tidak menghasilkan polusi dan emisi Gas Rumah Kaca GRK). Dalam hal ini jenis energi terbarukan yang berdasarkan Prof. Sayigh (2003) adalah energi yang berasal dari matahari, angin, hidro skala kecil, biomassa (juga disebut sebagai bio-energi), panas bumi, energi laut merupakan jenis energi yang sangat memenuhi persyaratan diatas. Biomassa atau juga disebut bio-energi menurut Hiller dan Stout (1985). *Biomass is defined as all organic matter except fossil fuels: that is. All crop mand forest materials, animal products, microbial cell mass, residues and by products that are renewable on a year-to-year basis*". Mengenai hidro skala kecil menurut batasan diatas adalah pembangkit energi dengan kapasita kurang dari 30 MWe sedangkan yang berasal dari biomassa adalah bentuk energi yang

sudah mengalami proses transformasi teknologi. Jadi menurut Prof, Sayigh kayu bakar atau limbah tidak termasuk kategori energi biomassa.

Di negara kita batasan diatas perlu diubah untuk sumber energi biomassa, karena sebagian besar masyarakat pedesaan bahkan sebagian masyarakat perkotaan masih memerlukan bentuk-bentuk biomassa seperti kayu bakar, lebih-lebih pada saat ini dimana harga BBM menjadi tidak terjangkau atau langka. Negara kita sebenarnya mempunyai potensi sumber energi terbarukan mencapai total 162,2 GWe, dan baru sekitar 3% yang telah secara komersial dimanfaatkan. Potensi biomassa, baik berupa kayu, ranting maupun limbah kehutanan, pertanian, dan lainnya tercatat berjumlah sebesar 49,81 MWe seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan merupakan potensi terbesar. (ESDM,2005), sedangkan pangsaanya berdasarkan permintaan akhir berdasarkan ALGAS akan mencapai 22.3%.



Gambar 1. BP-PEN 2005-2025 (ESDM,2005)

Table 2 dan Gambar 2 menunjukkan bagaimana sumber biomassa yang berbentuk limbah pabrik dapat didaur ulang untuk memenuhi kebutuhan energinya sendiri bahkan dapat pula disalurkan bagi masyarakat disekitar pabrik.

Berdasarkan data diatas jelaslah bagaimana pentingnya peranan sektor pertanian dimasa datang baik sebagai sumber pasokan energi terbarukan maupun sebagai pengguna (Kamaruddin dan Kitani, 1988). Sumber-sumber energi terbarukan seperti didefinisikan diatas umumnya sudah tersedia diseluruh pelosok tanah air, dapat segera dimanfaatkan secara efektif dan efisien sebagai sumber penggerak proses peningkatan nilai tambah produk yang dihasilkan terutama oleh daerah-daerah pedesaan dan

nelayan yang belum dijangkau listrik PLN. Dengan demikian diharapkan usaha ini dapat memacu percepatan industrialisasi di pedesaan.

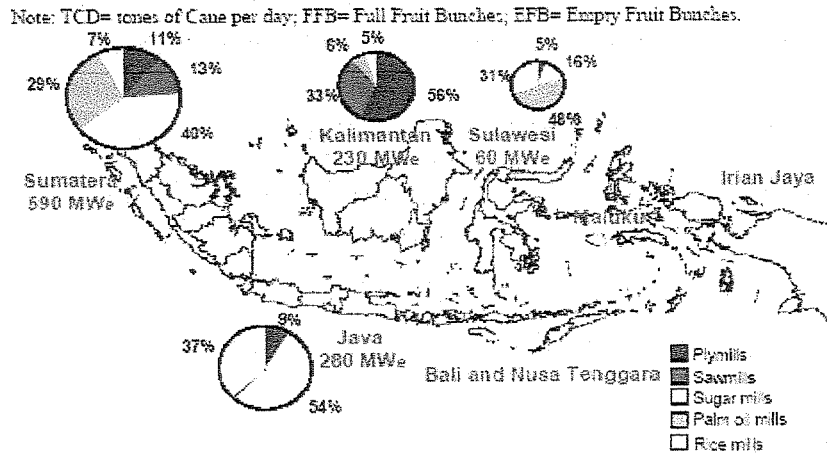
Tabel 1. Potensi dan tingkat pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan di Indonesia (ESDM,2005)

Energi Primer	Potensi Sumberdaya	Ekuivalen daya GWe	Pemanfaatan GWh	Kapasitas terpasang MW
Hidro	845 Juta SBM	75,67	6851	4200
Panas bumi	219Juta SBM	27	2593	800
Hidro skala kecil	458,75 MW	0,458		84
Biomassa		49,81		302
Surya		4,8 kWh/m <sup>2</sup> /hari		8
Angin		9,29		0,5

Tabel 2. Potensi sumber energi biomassa untuk pembangkit listrik ( ZREU,2000)

Pabrik	Ukuran pabrik	Kapasitas teknologi CHP	Potensi Biomassa
1. Pabrik gergaji	1000-3000 m <sup>3</sup> /th	40-100 kWe	0,6 m <sup>3</sup> limbah ~ 130 kWh/m <sup>3</sup> kayu gergajian
2. Pabrik plywood	40 000-120 000 m <sup>3</sup> /th	1,5 – 3 MWe	0,8 m <sup>3</sup> limbah/m <sup>3</sup> plywood
3. Pabrik gula	1000- 4000 TCD	3-10 MWe	0,3 t bagas/t gula ~ 100 kWh/t gula
4. Pabrik beras	< 0.7 t/jam >0,7 t/jam	30-70 kWe 100-300 kWe	280 kg sekam/t beras ~ 120 kWh/t beras
5. Kelapa sawit	20- 60 t FFB/jam	2-6 MWe	0,2 t EFB/t FFB 0,2 t serta/t FFB 70 kg batok/t FFB ~160 kWh/t FFB

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005



Diharapkan melalui usaha ini lapangan pekerjaan di daerah pedesaan makin tersedia, sehingga daya beli masyarakat pedesaan dapat meningkat dan masyarakat desa tidak perlu lagi berbondong-bondong melakukan urbanisasi atau mencari kerja di manca negara sebagai TKW dan TKI. Dengan demikian akan tercipta desa-desa mandiri yang dapat berfungsi sebagai pemasok kebutuhan pokok masyarakat akan pangan, sandang dan papan termasuk kebutuhan manusia akan obat-obatan alami serta energi terbarukan (seperti bio-energi).

Selama ini teknologi energi terbarukan sulit berkembang karena tidak dikaitkan dengan jelas untuk tujuan-tujuan produktif berupa kegiatan peningkatan nilai tambah produk yang umumnya berasal dari sumber daya alam terutama dari sektor pertanian dan kelautan. Dengan mengaitkan kegiatan pengembangan dan penerapan teknologi energi terbarukan dengan kegiatan ekonomi biaya investasi akan dapat terbayarkan apabila pemerintah dapat memberikan insentif berupa kemudahan untuk mendapatkan pinjaman lunak bagi UKM dan Koperasi, kebijakan fiskal dan moneter yang lebih operasional untuk diinvestasikan bagi R/D dan implementasi teknologi energi terbarukan. Penyediaan anggaran serta sistem kontrak jangka panjang untuk berbagai kegiatan pengembangan teknologi terbarukan sangat mutlak diperlukan agar hasil investasi dapat terealisasi secara konkrit.

Beberapa negara maju, seperti Amerika Serikat, Jerman dan Jepang, umpamanya, pihak pemerintah bersedia menutup sebagian biaya produksi energi terbarukan sehingga menjadi kompetitif dengan sumber energi tak terbarukan. Kebijakan RPS (Renewable Energy Portfolio Standard), Amerika

Serikat, umpamanya, mewajibkan setiap negara federal untuk menentukan pangsa energi terbarukan dalam pembangunan pembangkit energi baru. Di negara kita PP No.3 tahun 2005 sebenarnya ada kemiripan dengan ketentuan di Amerika Serikat tadi dimana setiap daerah wajib memanfaatkan sumber energi lokal untuk kegiatan pembangunannya. Dengan diratifikasinya Protokol Kyoto, tahun 2004, Indonesia sebenarnya sudah berhak untuk memanfaatkan proyek-proyek CDM (Clean Development Mechanism) sebagai sumber dana untuk pembangunan berkelanjutan. Sebenarnya ada banyak bantuan luar negeri yang dapat difokuskan kepada pengembangan dan pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan yang melimpah di negara kita. Sumber dana ini masih belum dapat kita manfaatkan secara efektif untuk menghasilkan contoh-contoh konkrit mengenai peranan dan dampak pemanfaatan teknologi energi terbarukan di negara kita.

Pemerintah bersama pihak swasta dapat memberdayakan skim-skim pendayaan yang sudah ada seperti program K-KUM (Kredit Kepercayaan Usaha Mikro) yang ada di Kantor Wapres. Kebijakan ini kelihatannya masih perlu diterapkan segera dan dimana mungkin melakukan beberapa modifikasi sesuai dengan kondisi sosial masyarakat kita yang sangat beragam kemampuannya, umpamanya dengan memberikan *grace period* dari 1-5 tahun sehingga pengusaha dengan sumber energi terbarukan dapat mengembalikan modalnya tepat waktu walaupun dengan tingkat suku bunga komersial. Seperti terlihat pada Tabel 3, beberapa teknologi energi terbarukan sebenarnya sudah dapat bersaing dengan BBM bersubsidi sekalipun. Berkat berbagai upaya advokasi, seminar akhir-akhir ini beberapa pihak swasta kelihatannya sudah ada yang tertarik untuk melakukan investasi, walaupun sumber pendanaan masih sebagian besar berharap dialokasikan dari APBN/APBD.

## II. KEGIATAN R/D DI LABORATORIUM ENERGI DAN ELEKTRIFIKASI PERTANIAN (ELP), IPB

Untuk mengurangi ketergantungan akan teknologi import, Lab.ELP telah melakukan kegiatan penelitian baik yang mendasar maupun terapan sejak awal tahun 1980-an, yang menyangkut teknologi konversi, rancang bangun proses termal yang memanfaatkan sumber energi terbarukan, kajian



sifat termo-fisik hasil pertanian yang dikaitkan dengan kebutuhan rancang bangun, pengembangan wilayah berbasis energi terbarukan dan elektrifikasi pertanian. Dalam upaya penciptaan kemandirian dalam pengembangan teknologi konversi energi terbarukan termasuk bio-energi, Lab ELP saat ini tengah melakukan penelitian dasar dan terapan seperti dijabarkan secara ringkas dibawah ini:

Penelitian dasar:

- Pengembangan pengering surya Efek Rumah Kaca (ERK) hibrid
  - Simulasi CFD dan optimisasi pengering surya ERK yang dibantu energi biomassa dan tenaga angin
  - System pengontrolan proses pengeringan pada pengering surya ERK dengan solar PV untuk daerah terpencil
  - Analisis energy dan sistem penyimpanan energi dengan PCM dan kerikil
- Pengembangan pengering tersirkulasi (re-circulation dryer) dengan sumber panas gasifier kayu/limbah
- Pengembangan sistem pendingin dengan metoda pendingin nokturnal
  - Rancang bangun mesin adsorpsi semi-kontinyu dengan pemanas gasifer
  - Rancang bangun gasifier kayu (wood gasifier) tipe imbert sebagai pembangkit co-gen
  - Simulasi dan optimisasi sistem pendingin buah-buahan dan sayuran
  - Simulasi dan optimisasi pendinginan nokturnal untuk "eco-house" Kajian reaktor bio-fuel tanpa katalis (kerjasama dengan Univ. of Tokyo)
  - Pemanfaatan minyak dari biji nimba (neem seed) dan jarak kastor (*ricinus cummunis var.*) sebagai sumber bahan bakar cair

Diseminasi teknologi energi terbarukan:

- Pembangunan Unit Pengolahan Sekala Kecil (UPSK) di beberapa desa di SUMUT, Jawa, Bali dan Nusatenggara Barat.

Pengembangan SDM

- Menerima mahasiswa S1, S2 dan S3 yang berminat meneliti energi terbarukan
- Mengadakan pelatihan baik secara nasional, regional dan internasional mengenai pemanfaatan teknologi energi terbarukan untuk tujuan produktif.

Kerjasama antara Masyarakat Energi Terbarukan dan Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi telah pula dilakukan kajian tentang keekonomian dari teknologi energi terbarukan yang saat ini tersedia di negara kita. Hasilnya adalah seperti yang dicantumkan dalam Tabel 3 berikut. Dari Tabel ini dapat kita lihat bahwa sebenarnya beberapa sumber energi terbarukan termasuk yang berasal dari energi biomassa sudah dapat bersaing dengan sumber-sumber pembangkit dengan BBM yang disubsidi sekalipun. Lalu dimana letak permasalahannya sehingga sampai saat ini pengembangan teknologi energi terbarukan masih tersendat?

Tabel 3. Hasil perkiraan biaya pembangkit energi terbarukan (diluar biaya transportasi). (Sumber Tim Kecil Renstra EBT, DJLPE, 2000)

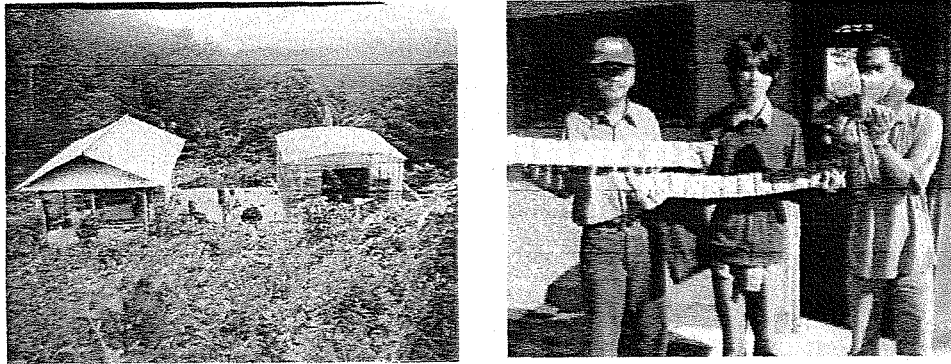
Sumber energi	Kapasitas terpasang kW	Biaya investasi US\$/k	Harga energi US\$/kWh
1.Hidro skala kecil	5	1360	0,0254
	15	900	0,0128
2. Angin	4	2350	0,11
	10	3250	0,13
3. Surya			
a. PV:a-1.Module	0.1	8086	0,16
a-2.Module	1.0	4106	0,15
c.Surya thermal	21,6	245	0,04
(kWthermal):	60	176	0,029
4. Biomassa	20	600	0,0299
	80	438	0,0157
5. Panas bumi *)	15000	2000	0,0218
	30000	1460	0,0118

\*) Biaya uap

### III. KONSEP UPSK DAN DESA MANDIRI

Laboratorium Energi dan Elektrifikasi pertanian (ELP) sejak berdirinya pada awal tahun 1980-an melakukan berbagai kegiatan penelitian dasar dan terapan dalam usaha penguasaan teknologi energi terbarukan seperti telah dijabarkan diatas. Bersama CREATA IPB hasil-hasil penelitian yang telah teruji di skala laboratorium dan lapangan dikemas dan diintegrasikan dalam bentuk Unit Pengolahan Skala kecil (UPSK) untuk mengurangi kehilangan pascapanen dan sekaligus meningkatkan nilai tambah produk yang dihasilkan pada berbagai sentra produksi. Beberapa fasilitas serta alat tersebut telah dipasang di beberapa desa di Indonesia seperti di Tarutung dan Paheha di SUMUT, desa Cibiru, Cimahi, dan koperasi kakao Ciamis, Jawa

Barat, PT Retota Sakti di Jawa Tengah, Desa Punten di Malang, Unit Pembuat Benih, UNEJ dan Koperasi petani di Puger Kulon di Jember, di desa Candikuning, Bali dan beberapa desa di Pulau Sumbawa. Fasilitas ini dikelola oleh koperasi setempat tetapi sudah ada pula pihak swasta yang telah memasang di perusahaannya. Gambar.3 adalah suatu contoh khas dari fasilitas UPSK untuk pengolahan kopi, jahe, kunyit dan kemiri yang dibangun di P.Sumbawa.



Gambar 3. UPSK untuk pengolahan kopi , jahe, kunyit dan kemiri di desa Batudulang Sumbawa (Kamaruddin, 2000)

#### IV. ROAD MAP BIOENERGI

*Road Map* BP-PEN yang telah dibuat perlu dijabarkan pada tingkat daerah karena didaerahlah tempat kegiatan ekonomi berlangsung. Penjabaran *road map* masing-masing sumberdaya energi sebagian telah tercantum dalam BPPEN 2005-2025, tetapi kelihatannya masih perlu disempurnakan baik pada tingkat nasional maupun di tingkat daerah. Khusus untuk bio-energi *road map* yang tersedia baru untuk bio-ethanol dan bio- diesel seperti disajikan dalam Lampiran.

Realisasi *road map* secara keseluruhan maupun untuk masing-masing energi sangat tergantung dari ketersediaan dana jangka panjang, komitmen para penentu kebijakan, prioritas pembangunan suatu daerah, dll. Realisasi *road map* juga hendaknya dikaitkan dengan keberhasilan pembangunan dengan indikator terukur a.l. meliputi:

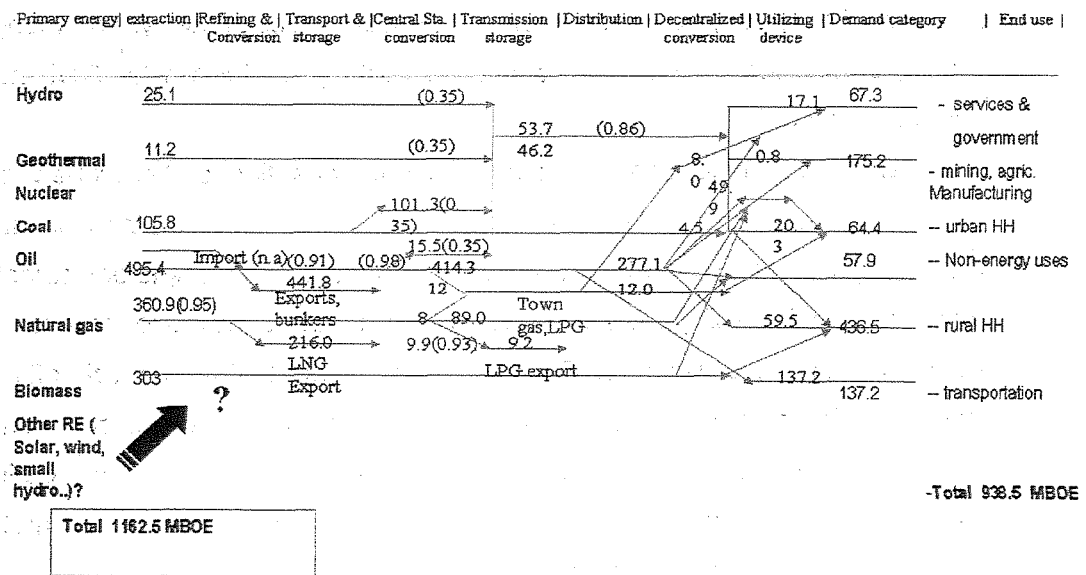
- 1) Terjadinya pertumbuhan disegala bidang
- 2) Tersedianya lapangan kerja
- 3) Kemandirian dalam semua aspek pembangunan (SDM, ekonomi,

- teknologi)
- 4) Pemerataan dan keadilan
  - 5) Partisipasi masyarakat untuk mendukung berbagai program pembangunan yang dicanangkan pemerintah

Tabel 4. Pasokan dan kebutuhan energi Indonesia - (skenario pertumbuhan ekonomi rendah untuk th 2000 seperti diperkirakan berdasarkan model RES, 1980s) (DJPE, 1980)

Ka/2004

Energy supply-demand for Indonesia -(Low growth Scenario for the year 2000 as predicted in early 1980s )-DGEEU, 1980



Suatu daerah tentunya memiliki sumber energi dan sumberdaya alam dan kondisi sosial ekonomi yang berbeda karena itu akan mempunyai skala prioritas pembangunan sektoral yang berbeda pula. Karena itu suatu daerah baik pada tingkat propinsi maupun kabupaten/ kota seyogyanya mempunyai pilihan "energy mix" yang spesifik. Pilihan teknologi yang akan dipilih sudah merupakan kesepakatan masyarakat setempat, tergantung dari yang sesuai dengan sumberdaya alam serta produk unggulannya. Suatu contoh pemilihan teknologi yang dapat disarankan adalah dengan menggunakan model multi-atribut

(Foell,1983, Irwanto 1986). Bila  $U_x$  merupakan kegunaan suatu teknologi energi, ki adalah pembobotan kegunaannya untuk tujuan pembangunan ke i, maka pilihan teknologi energi adalah yang mempunyai

nilai  $U_x$  yang optimum. Nilai  $k_i$ , dapat ditentukan oleh masing-masing daerah dengan melibatkan para pakar, pemuka daerah, anggota DPRD, dan lain-lain untuk mendapatkan konsensus. Bentuk fungsi  $U_x$ , yang merupakan komponen dari persamaan kegunaan  $U_x$  perlu ditentukan dengan mempertimbangkan dampak positif dan negatif dari suatu pilihan teknologi. Jadi

$$U_x = \sum k_i U_{xi} \text{-----} \approx \text{optimum}$$

$k_i$ , adalah pembobotan dari kepentingan dan kerugian suatu kegunaan suatu teknologi energi ke  $-i$  ( $U_{xi}$ ) dan dapat berupa jumlah lapangan kerja baru yang diciptakan, nilai PAD yang diciptakan, dampak terhadap kesehatan dan lingkungan, jumlah kecelakaan yang mungkin terjadi, dan lain-lain. Nilai  $k_i$  biasanya  $<1$  sedangkan jumlah  $k_i$ , tidak harus sama dengan 1.

$U_{xi}$ , adalah kegunaan suatu teknologi pada tingkat kebutuhan daya tertentu. Bentuk fungsi  $U_x$  bisa kontinyu atau diskrit, dimana indikator dampaknya dapat ditentukan berdasarkan kinerja dari teknologi tersebut. Adapun contoh hasil penentuan "energy mix" untuk suatu skenario tertentu dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel ini dapat terlihat kondisi efisiensi dari masing-masing sumber energi, kemungkinan substitusi dengan sumber-sumber energi terbarukan, berdasarkan kondisi yang optimal. Tabel serupa tentunya dapat dibuat pada tingkat daerah dengan metoda seperti yang telah dijelaskan diatas.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

- 1) Indonesia sudah mempunyai *road map* kebutuhan energi termasuk sebagian bio- energi (bio-ethanol dan bio-diesel) sampai dengan tahun 2025.
- 2) Indonesia mempunyai sumber energi terbarukan yang cukup besar mencapai 162,2 GWe, dimana energi biomassa merupakan yang terbesar yaitu 48,91 MWe. Walaupun demikian sumber energi potensial ini baru sekitar 0,6% yang termanfaatkan dalam bentuk bio-energi yang telah mengalami proses konversi dengan penerapan teknologi.

- 3) Sektor pertanian diharapkan sangat berperan dalam upaya mengembangkan dan memanfaatkan sumber daya bio-energi, baik sebagai pemasok maupun pengguna dalam upaya meningkatkan nilai tambah produk pertanian dan kesejahteraan masyarakat petani dan nelayan
- 4) *Road map* energi untuk masing-masing sumber energi termasuk biomassa masih perlu disempurnakan dan dimonitor serta dievaluasi secara berkala baik secara nasional maupun pada tingkat daerah sesuai dengan dinamika kebutuhan pembangunan dan kondisi sosio ekonomi serta penguasaan berbagai teknologi energi yang diperlukan untuk menunjang pembangunan berkelanjutan.
- 5) Disamping pihak pemerintah yang mendukung program pemanfaatan energi terbarukan secara menyeluruh baik dalam hal merumuskan berbagai kebijakan operasional baik berupa insentif dalam bentuk kebijakan fiskal, kepastian hukum, dan iklim yang kondusif bagi makin berperannya pihak swasta dan masyarakat luas untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan yang potensial.
- 6) IPB dan berbagai perguruan tinggi serta lembaga penelitian hendaknya dapat memacu penguasaan teknologi energi terbarukan melalui kegiatan R/D dan desiminasi teknologi melalui kerjasama yang sinergis baik dengan Departemen Teknik maupun swasta.
- 7) Dalam rangka pengembangan SDM yang diperlukan untuk penguasaan teknologi energi terbarukan, IPB sudah sejak lama mempunyai kurikulum yang berkaitan dengan pengembangan sumber-sumber energi terbarukan baik pada tingkat sarjana maupun pascasarjana. Upaya ini perlu kiranya diikuti oleh berbagai perguruan tinggi lainnya.

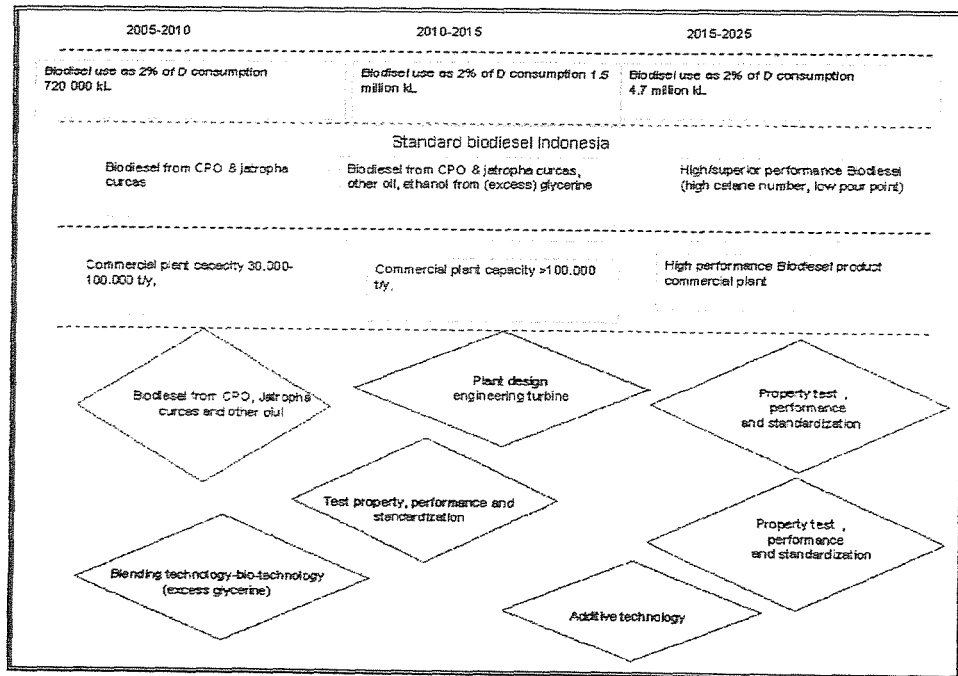
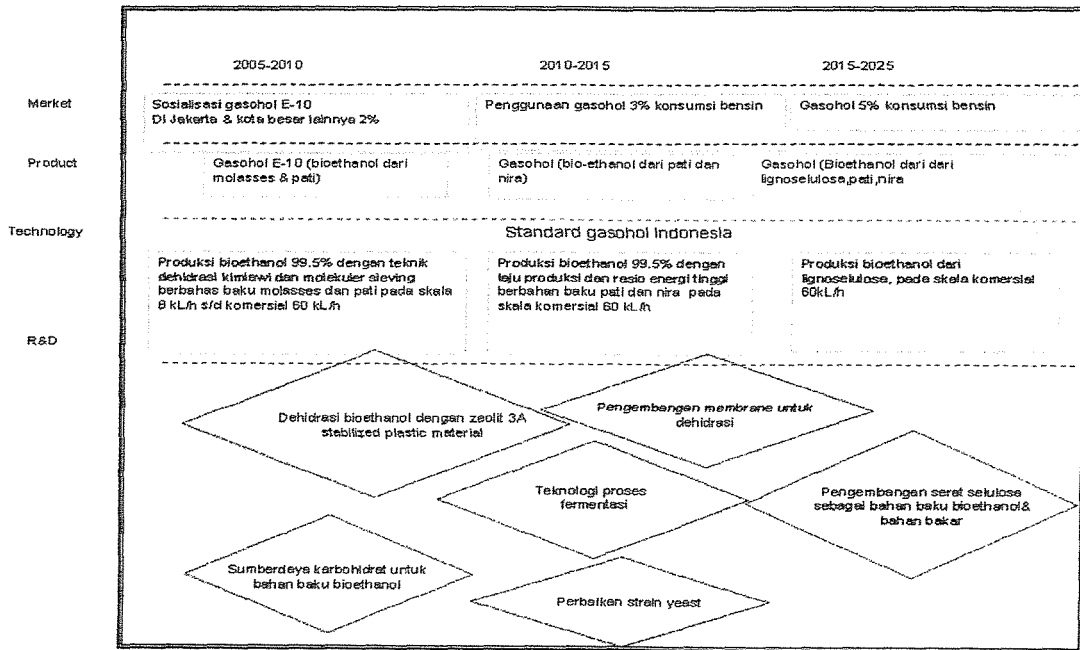
## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral-ESDM, 2005. *Blue Print Pengelolaan Energi Nasional*.
- Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi, 1999. Renstra EBT. Laporan akhir
- Foell, W.K. 1983. Intensive Course/Workshop on Energy Systems Analysis and Planning in Indonesia, Editor.:Univ. of Wisconsin.
- Hiller, E.A and B.A. Stout, 1985." Biomass Energi", TEES Monograph, Texas A&M University Press.
- Kamaruddin Abdullah. 2000. Final report."Utilization of Environmental Friendly Natural Energy to Promote Agro-based Industry"-A Japanese ODA bGrassroots Project. CREATA-IPB.
- Kamaruddin A. and Kitani O.,1988. Alternative Energy Resources for Agriculture, DGHE-JSPS Program.
- Kamaruddin Abdullah, 2004, Renewable Energy Conversion and its Utilization in Asean Countries, Journal of Energy, Elsevier
- Kamaruddin. A, 20000. Dissemination of GHE solar dryer in Indonesia. Renewable Energy- the Energy for the 21<sup>st</sup> century, Part IV. P.2159.,A.A.M. Sayigh ed., Pergamon Press.
- Kohar Irwanto, A.,1986. Disertasi Doktor, PPs IPB.
- Manurung, R.,. Design and modeling of a novel continuous open core downdraft rice husk gasifier. PhD Dissertation. Reijksuniversiteit Groningen, 1994
- Sayigh, A.A., 2003. World renewable energy scenario, Proc. Intl. Symposium on Renewable Energy, Kuala Lumpur, 14-17 September..
- Sims, R.E.H, 2002. Biomass, bioenergy and barriers, Renewable Energy World .Renewable Energy World, Vol.5, No.4, pp118-131.
- ZREU (Zentrum fur rationell Energieanwendung und Umwelt GmbH),2000. *Biomass in Indonesia-Business Guide*.

# Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

## LAMPIRAN

Road map untuk bio-ethanol (ESDM,2005)



Road map bio-diesel (ESDM,2005)



## TEKNOLOGI EKSTRAKSI BIJI JARAK SKALA KECIL

M. BUDIONO

PT. TRACON INDUSTRI

### I. PENDAHULUAN

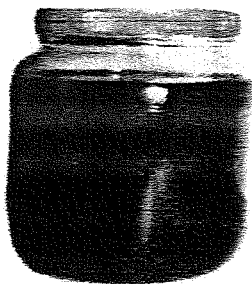


Proses pembuatan minyak dari biji-bijian berskala kecil diminati sebagai sebuah usaha pertanian atau usaha rumahan yang potensial yang dapat meningkatkan pendapatan dan menyerap lapangan pekerjaan di pedesaan.

Beberapa dari minyak biji-bijian juga dapat digunakan untuk menggantikan pelumas berbahan dasar petroleum tertentu dan sebagai bahan bakar. Saat ini, biodiesel, yang merupakan hasil esterifikasi minyak nabati telah memiliki pasar karena dalam penggunaannya dapat mengurangi beberapa keluaran emisi gas buang.

Alat ekstraksi merupakan bagian penting dari hampir semua pabrik penghasil ekstrak minyak biji bijian khususnya minyak biji jarak pagar, oleh karenanya pada makalah ini akan membahas proses dan alat yang diperlukan untuk ekstraksi minyak dari jenis biji-bijian serta informasi mengenai beberapa jenis peralatan yang ada pada saat ini serta rencana pengembangan pembuatan alat ekstraksi di dalam negeri.

### II. MINYAK JARAK



Tanaman jarak menghasilkan biji jarak terdiri dari sekitar 65% daging buah dan 35 % kulit. Kandungan minyak dalam biji jarak pagar sekitar 30-50 persen minyak sehingga dapat diekstraksi menjadi minyak jarak.

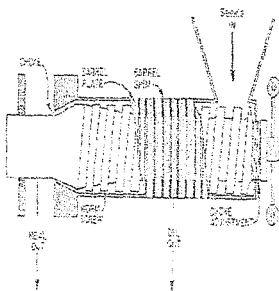
Minyak jarak lebih kental dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Viskositas minyak jarak hanya berubah sedikit dengan perubahan temperatur.

Komponen minyak jarak yang terbesar adalah TRIGLISERIDA (94%) dengan berat molekul asam lemak yang tinggi dan kandungan tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan tanaman. Dengan komponen dan

karakteristik tersebut, maka minyak jarak sangat potensial dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif, baik yang langsung digunakan. (Minyak Bakar) maupun melalui proses lanjutan (Biodiesel).

Tanaman jarak selain menghasilkan minyak jarak, Inti biji jarak yang telah diekstraksi akan menghasilkan bungkil dan tempurung biji yang bisa digunakan sebagai pupuk, pakan ternak, biogas dan biobriket.

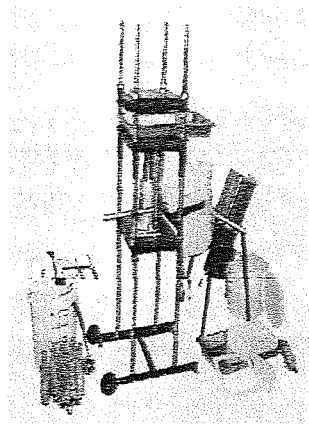
### III. TEKNOLOGI EKSTRAKSI



Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Terdapat beberapa metoda ekstraksi yaitu dengan metoda pemanasan, metoda penekanan pengepresan dan metoda pelarutan.

Metoda ekstraksi dengan pemanasan tidak dilakukan secara komersial terhadap minyak nabati karena memerlukan biaya yang besar khususnya bahan bakar. Pada makalah ini akan dibahas mengenai metoda penekanan (hidrolik dan berulir) serta metoda pelarutan.

#### III. 1. METODA PENEKANAN DENGAN HIDROLIK



Alat penekan hidrolik dapat dijalankan baik dengan tangan maupun dengan listrik. Di banyak bagian dunia, inilah cara yang paling praktis dan ekonomis untuk menyuling minyak dari biji-bijian. Alat penekan hidrolik mudah dioperasikan.

Bahan biji disusun berlapis di alat pres, setiap lapis dipisahkan dengan kain. Tekanan dilakukan perlahan pada awalnya dan kemudian meningkat ketika minyak dalam jaringan berkurang.

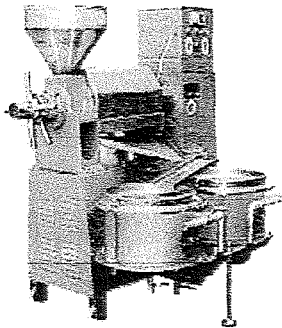
#### Keuntungan :

Dapat dijalankan dengan tangan atau listrik, ekonomis, mudah dioperasikan dan dirawat, Operator hanya membutuhkan pelatihan minimum dan perolehan minyak dari biji sangat baik

**Kerugian :**

Biaya peralatan besar, suku cadang sulit didapat jika di daerah terpencil, listrik, atau generator untuk menghasilkan listrik, harus tersedia untuk mengoperasikan model yang lebih besar.

**III. 2. METODA PENEKANAN BERULIR**



Metoda ekstraksi dengan menggunakan penekanan berulir (srew) merupakan teknologi yang lebih maju dan banyak digunakan di industri pengolahan minyak saat ini. Prinsip operasinya adalah bahan mendapat tekanan dari ulir yang berputar dan dengan sendirinya terdorong keluar.

Minyak keluar melalui celah celah diantara ulir dan penutup yang dapat berupa pipa atau lempengan besi berongga yang mempunyai celah dengan ukuran tertentu.

Teknik ini tidak memerlukan perlakuan penekanan pendahuluan terhadap biji jarak, kecuali menjaga kondisi dari biji bijian seperti halnya cara penyimpanan, pembersihan serta jika sangat diperlukan dengan membuang sebagian kulit yang tidak mengandung minyak. Selain itu jika ingin mendapatkan hasil yang baik biji jarak dapat dipanaskan lebih dahulu untuk meningkatkan kualitas minyak yang tidak diketahui atau pada alat penekanan diberikan pemanas sebelum dilakukan penekanan.

**Keuntungan :**

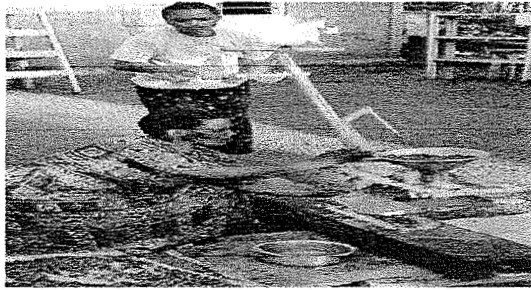
Kapasitas produksi bisa lebih besar dan menghemat waktu karena dilakukan secara kontinyu serta membutuhkan sedikit pekerja

**Kerugian :**

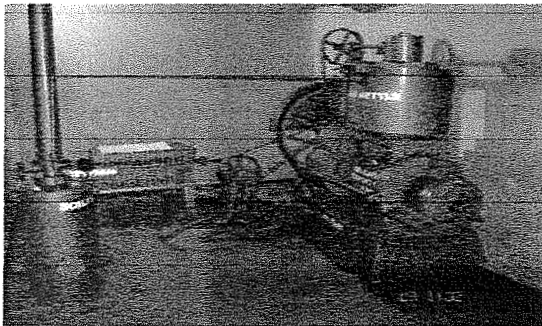
Harga peralatan cukup mahal dan biaya perawatan tinggi. Diperlukan lebih banyak energi, minyak masih harus dilakukan penyaringan.

Beberapa model alat ekstraksi berulir telah dikembangkan hampir diseluruh dunia, dimana kapasaitas dan harganya bervariasi tergantung kebutuhan dan jenis biji-an yang akan diekstrak. Saat ini China dan India yang mengembangkan alat ekstrasi khususnya untuk biji jarak. Beberapa model alat ekstrasi dapat dilihat sebagai berikut dari yang sederhana sampai dengan yang modern :

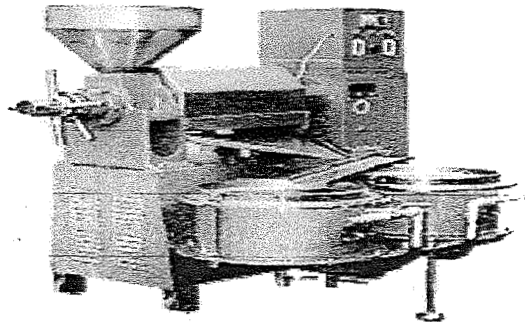
1. RAM PRESS (AFRICA)



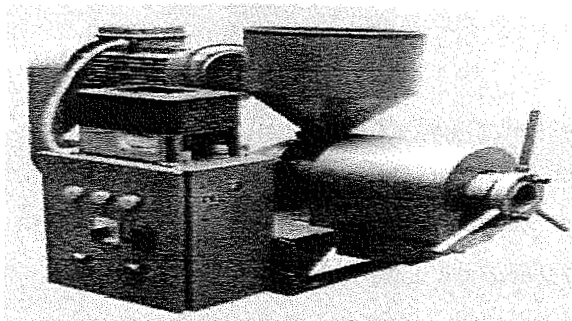
2. RAJKUMAR PRESS (INDIA)



3. DOUBLE ELEPHANT (CHINA)



4. KEK PRESS (EUROPE)



## 5. IPB BOGOR (INDONESIA)



### III.3. METODA PELARUTAN

Karena sebagian besar proses tekanan mengakibatkan minyak menjadi terlalu panas dan hitam serta meninggalkan kandungan minyak yang tinggi pada batangan bijian, metode ekstraksi minyak dengan bahan pelarut kemudian dikembangkan.

Karena efisien, proses yang menggunakan larutan untuk menghasilkan minyak nabati dalam jumlah besar dipakai secara luas. Peralatannya juga telah tersedia. Teknologi dasar dari penyulingan dengan larutan ini sederhana, tetapi harus hati-hati dalam menentukan apakah dan dimana proses ini dapat dipakai.

Ekstraksi minyak nabati menggunakan larutan, yang menghasilkan minyak lebih banyak dibanding metode sebelumnya dan meysisakan ampas yang lebih bermanfaat, lebih menarik karena kuantitas biji-bijian yang dapat diproses besar dengan larutan prinsipnya sederhana, tetapi kompleks dalam penerapannya.

#### Pengoperasian

Biji disiapkan dengan cara dipecah menjadi potongan kecil. Potongan ini dipanaskan dan dimasukkan ke gilasan. Gilasan membuat potongan menjadi serpihan yang rata setipis kertas. Kemudian serpihan tipis ditambahi larutan sehingga minyak akan larut atau keluar dari serpihan tersebut. Larutan yang direbus dengan suhu rendah ( $65^{\circ}$  C) dipakai sehingga larutan dapat dihilangkan dari minyak dan serpihan. Penyulingan dengan larutan mengeluarkan hampir semua minyak, hanya meninggalkan minyak 1 persen atau kurang dalam serpihan. Sayangnya, sebagian besar larutan berbahaya,

lebih berbahaya daripada bensin. Larutan tersebut sangat mudah terbakar atau meledak. Oleh karena itu, peralatan untuk mengeluarkan minyak dan menghilangkan larutan harus kedap udara dan anti bocor. Semua saklar motor dan elektrik, lampu, dan lain-lain harus didesain khusus yakni anti ledakan uap. Korek api, rokok, obor, alat las, gerinda, dan alat lain yang menghasilkan panas atau percikan api harus dilarang dibawa ke tempat di mana larutan dipakai. Kelalaian sehingga ada kontak dengan sumber api atau percikan api akan menyebabkan ledakan.

#### **Lokasi dan desain**

Pabrik penyulingan dengan larutan adalah sistem yang rumit dan harus dengan hati-hati dirancang untuk keselamatan. Karena bahaya ledakan, pabrik penyulingan dengan larutan harus berlokasi cukup jauh dan aman dari daerah pemukiman, dan didesain oleh insinyur berpengalaman. Instalasi pabrik tanpa insinyur yang ahli adalah kesalahan yang berbahaya.

#### **Biaya**

Biaya pabrik penyulingan dengan larutan lebih tinggi daripada biaya pabrik ekstraksi dengan alat pemeras, biasanya dua kali lipat. Namun, karena pabrik dengan larutan menghasilkan minyak lebih banyak, jenis ini masih menjadi pilihan bijaksana yang ekonomis.

#### **Kualitas produk**

Penyulingan dengan larutan tidak hanya menghasilkan lebih banyak minyak, sistem ini menghindari pemanasan minyak dan ampas yang berlebihan yang kadang terjadi pada penyulingan dengan alat pemeras. Ampas yang diekstrak dengan larutan dapat dipanggang untuk mendapatkan kualitas pangan dan pakan yang optimal.

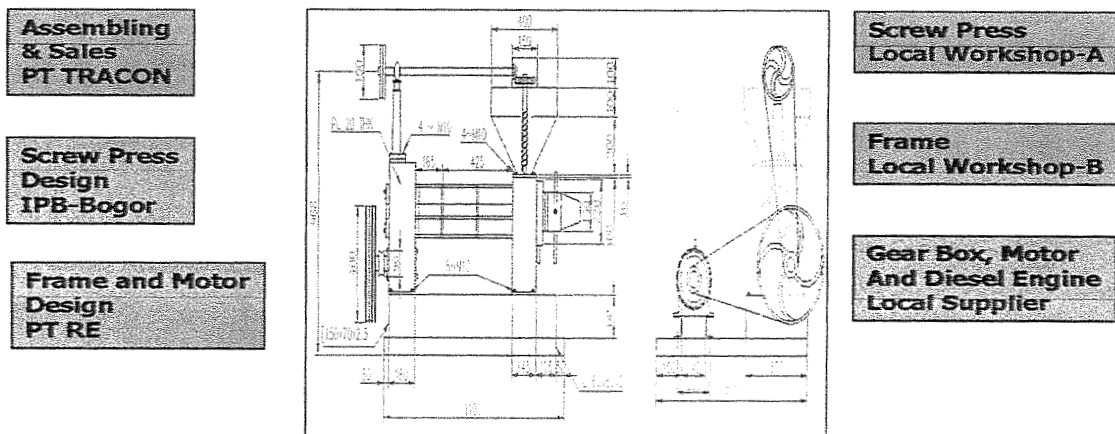
### **IV. PROGRAM PENGEMBANGAN ALAT EKSTRAKSI**

Dalam rangka menunjang pengembangan budidaya tanaman jarak di Indonesia, maka PT Tracon Industri sebagai anak perusahaan PT REKAYASA INDUSTRI akan berpartisipasi dalam pengembangan pembuatan ALAT EKSTRAKSI dan pabrik biodiesel skala kecil di INDONESIA dengan memanfaatkan kemampuan lembaga pendidikan dan lokal pabrikan.

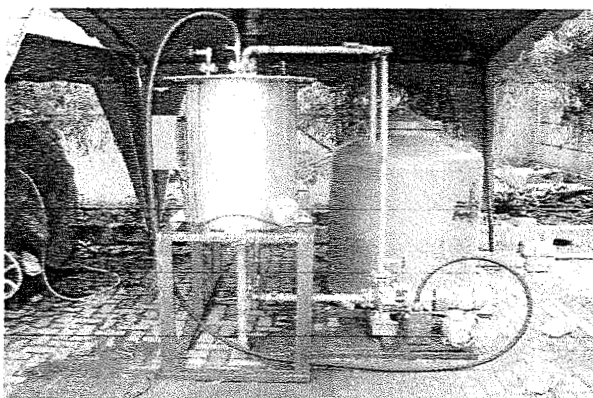
Model yang akan dikembangkan berupa alat penekanan berulir, alat pemanas biji dan penyaring minyak dengan kapasitas masukan dari 100Kg , 300 dan 500 kg per jam yang dapat diproses dengan motor listrik maupun mesin diesel. Sedangkan Pabrik biodiesel yang dikembangkan berkapasitas 200 Liter/hari, 500 Liter/hari dan 1000 Liter/hari

Peralatan tersebut akan diusahakan se-efisien mungkin dengan harga yang dapat terjangkau oleh masyarakat petani didaerah sehingga dapat menghasilkan minyak jarak yang berkualitas sehingga dapat meningkatkan pendapatan parapetani dan usahawan minyak jarak serta membantu pemerintah dalam mengatasi permasalahan bahan baku minyak.

Saat ini PT Tracon Industri sedang mengembangkan peralatan ekstraksi skala kecil bersama sama dengan IPB Bogor dan PT Rekayasa Engineering untuk mendesai ulang Poros Ulir (Srew Shaft) supaya dapat menghasilkan keluaran minyak yang efisien baik dari tenaga listriknya maupun dari bahan bakunya. Model pengembanganya akan dilanjutkan dengan beberapa pabrikan lokal untuk mengembangkan desain rangka baja dan motor/mesin disel.



### PABRIK BIODIESEL SKALA KECIL (200 L/HARI)



## PROSES PENGOLAHAN DAN PEMANFAATAN MINYAK JARAK MENJADI BODIESEL PADA BERBAGAI SKALA INDUSTRI

Tirto Prakoso

Kelompok Studi Biodiesel  
Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung

### I. MINYAK JARAK PAGAR

Tanaman jarak menghasilkan biji jarak pagar yang terdiri dari 60 persen berat kernel (daging *buah*) dan 40 persen berat kulit. Inti biji (kernel) jarak pagar mengandung sekitar 40-45 persen minyak sehingga dapat diekstrak menjadi minyak jarak dengan cara mekanis ataupun ekstraksi menggunakan pelarut seperti heksana. Minyak jarak pagar merupakan jenis minyak yang memiliki komposisi trigliserida yang mirip dengan minyak kacang tanah. Tidak seperti jarak kaliki (*ricinus communis*) kandungan asam lemak esensial dalam minyak jarak pagar cukup tinggi sehingga minyak jarak pagar merupakan sebetulnya dapat dikonsumsi sebagai minyak makan asal saja racun yang berupa *phorbol ester* dan *curcin* dapat dihilangkan.

Minyak jarak tidak lebih kental dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Komponen minyak jarak yang terbesar adalah trigliserida yang mengandung asam lemak oleat dan linoleat seperti yang dicantumkan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kandungan asam lemak minyak jarak

Asam lemak	Komposisi [% - berat ]
Asam oleat	43,2
Asam linoleat	34,3
Asam palmitat	14,2
Asam stearat	6,9

Minyak jarak pagar memiliki sifat fisik seperti yang ditampilkan pada tabel 2 berikut ini :



Tabel 2. Sifat fisik minyak jarak pagar

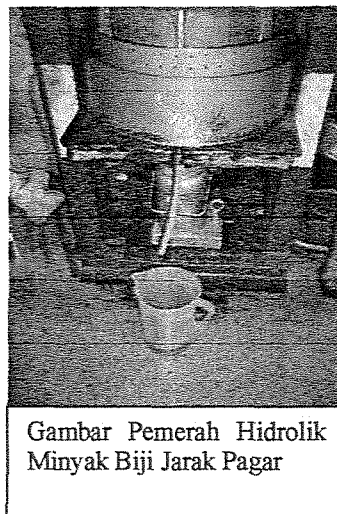
Sifat fisik*	Satuan	Value
Flash point	$^{\circ}\text{C}$	236
Density at 15 $^{\circ}\text{C}$	$\text{g}/\text{cm}^3$	0,9177
Viscosity at 30 $^{\circ}\text{C}$	$\text{mm}^2/\text{s}$	49,15
Carbon residue (on 10% distillation residue)	%(m/m)	0.34
Sulfated ash content	%(m/m)	0,007
Pour point	$^{\circ}\text{C}$	-2,5
Water content	ppm	935
Sulfur content	ppm	<1
Acid value	$\text{mgKOH}/\text{g}$	4,75
Iodine value	----	96,5

\*.hasil pemerah tangan

## II. EKSTRAKSI MINYAK BIJI JARAK

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Terdapat beberapa metoda ekstraksi, yaitu *rendering*, teknik pemerahan mekanis (*mechanical expression*) dan menggunakan pelarut (*solvent extraction*).

Pemerahan mekanis merupakan suatu cara ekstraksi minyak dari bahan yang berupa biji-bijian dan paling sesuai untuk memisahkan minyak dari bahan yang tinggi kadar minyaknya yaitu sekitar 30-50 persen. Sebagaimana kita ketahui bersama, minyak jarak pagar terkandung dalam bahan yang berbentuk biji dengan kandungan minyak sekitar 25-30 persen (biji berkulit). Berdasarkan hal tersebut maka metoda ekstraksi yang dipandang ekonomis untuk biji jarak yaitu teknik pemerahan mekanis.



Dua cara yang umum digunakan pada pemerahan mekanis biji jarak yaitu pemerahan hidrolik (*hydraulic pressing*) dan pemerahan berulir (*screw press*).

Pemerahan hidrolik adalah pemerahan dengan menggunakan tekanan. Tekanan yang dapat digunakan sekitar 140,6  $\text{kg}/\text{cm}$ . Besarnya tekanan yang digunakan akan mempengaruhi sedikit- banyaknya minyak jarak yang dihasilkan. Untuk teknik pemerahan hidrolik, sebelum dilakukan pemerahan,

biji jarak perlu mendapat perlakuan pendahuluan berupa pemasakan.

Pemasakan biji jarak bertujuan untuk menggumpalkan protein, mematikan enzim-enzim terutama enzim lipase kemudian untuk membuka sel-sel pembungkus minyak di dalam daging biji. Penggumpalan protein diperlukan untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi, berkurangnya lipase yang aktif akan mengurangi proses hidrolisis trigliserida asam lemak. Jika enzim masih aktif maka kadar asam lemak bebas pada minyak akan bertambah ketika proses penyimpanan. Pembukaan sel-sel minyak pada daging biji akan membantu mempercepat proses pemerahan. Dengan pemerahan hidrolis umumnya dihasilkan rendemen minyak sampai dengan 30 persen (dari biji berkulit) Pada Gambar 1 sampai dengan gambar 12 dibawah ini disajikan diagram alir proses pendahuluan sampai dengan pemerahan minyak jarak menggunakan metode pemerahan hidrolis.



Gambar 1. Daun dan buah dari *Jatropha Curcas L*



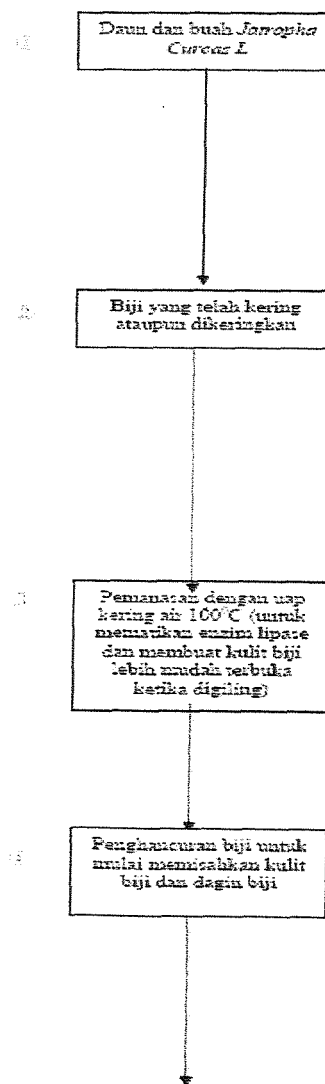
Gambar 2. Biji *Jatropha* kering



Gambar 3. Alat Pemanas biji

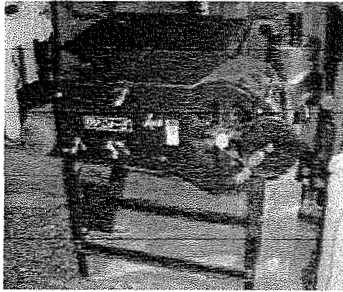


Gambar 4. Penghancur kulit biji (alat giling)

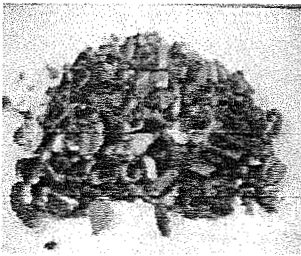




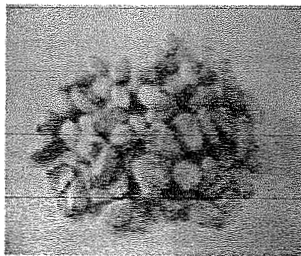
Gambar 5. Kernel (white) and Shell



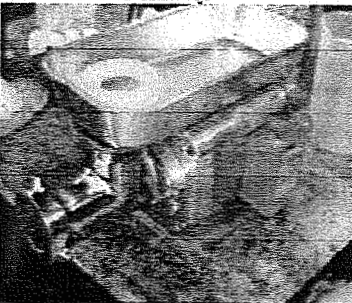
Gambar 6. Pemisah daging biji dan kulit



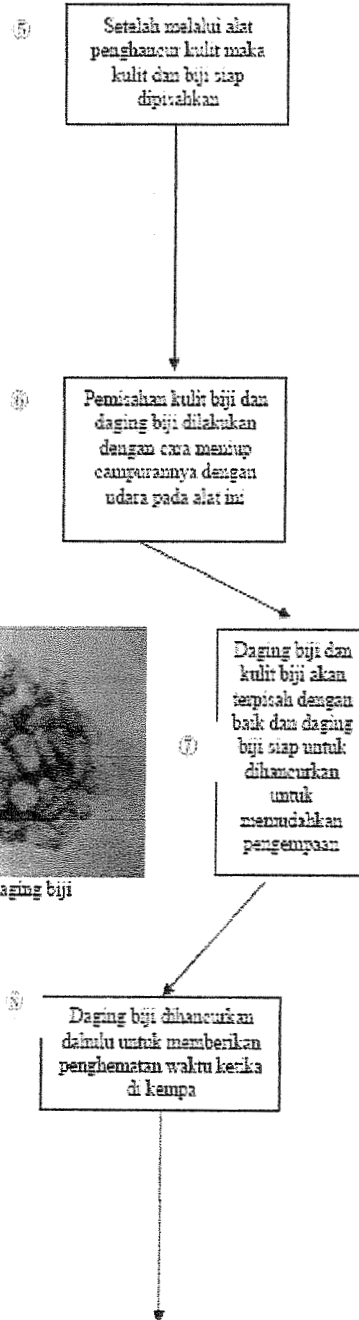
Gambar 7a. Kulit biji

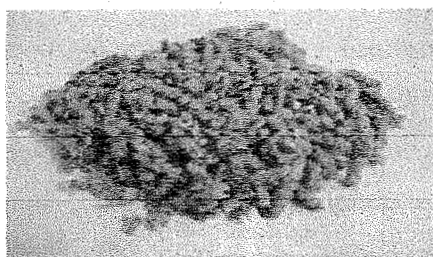


Gambar 7b. Daging biji



Gambar 8. Mincer





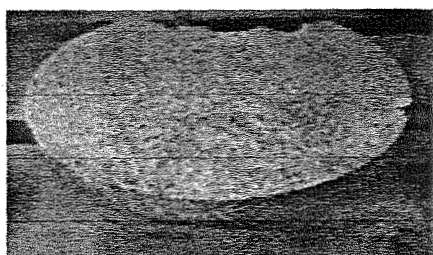
Gambar 9. Daging biji yang telah digiling



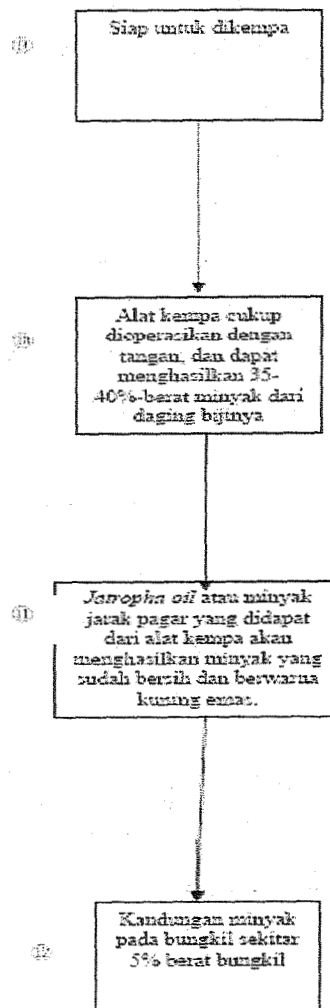
Gambar 10. alat kempa hidrolik



Gambar 11. *Jatropha* oil



Gambar 12. Bungkil

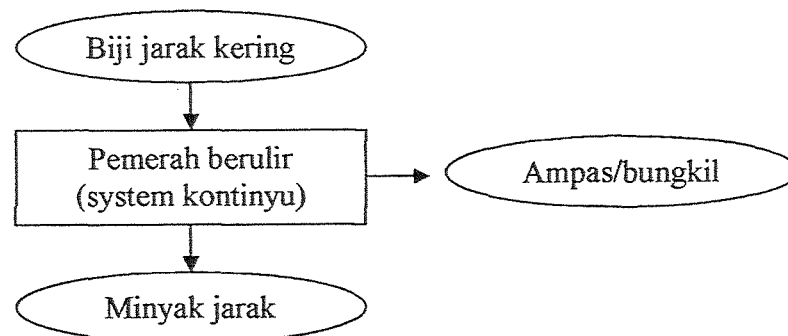


Teknik ekstraksi biji jarak dengan menggunakan pemerahan berulir (*screw*) merupakan *teknologi* yang lebih maju dan banyak digunakan di industri pengolahan minyak jarak saat ini. Dengan cara ini biji jarak dipress menggunakan pemerahan berulir (*screw*) yang berjalan secara kontinyu. Teknik ekstraksi ini tidak memerlukan perlakuan pendahuluan bagi biji jarak yang akan diekstraksi. Biji jarak kering yang akan diekstraksi dapat langsung dimasukkan ke dalam *screw press*. Tipe alat pemerah berulir yang digunakan dapat berupa pemerah berulir tunggal (*single screw press*) atau pemerah berulir ganda (*twin screw press*). Rendemen minyak jarak yang

dihasilkan dengan teknik pemerah berulir tunggal (*single screw press*) sekitar 30 - 40 persen, sedangkan dengan teknik pemerah berulir ganda (*twin screw press*) dihasilkan rendemen minyak sekitar 30-40 persen. Pada Gambar 13 disajikan diagram alir proses ekstraksi minyak jarak menggunakan metode pemerahan berulir.

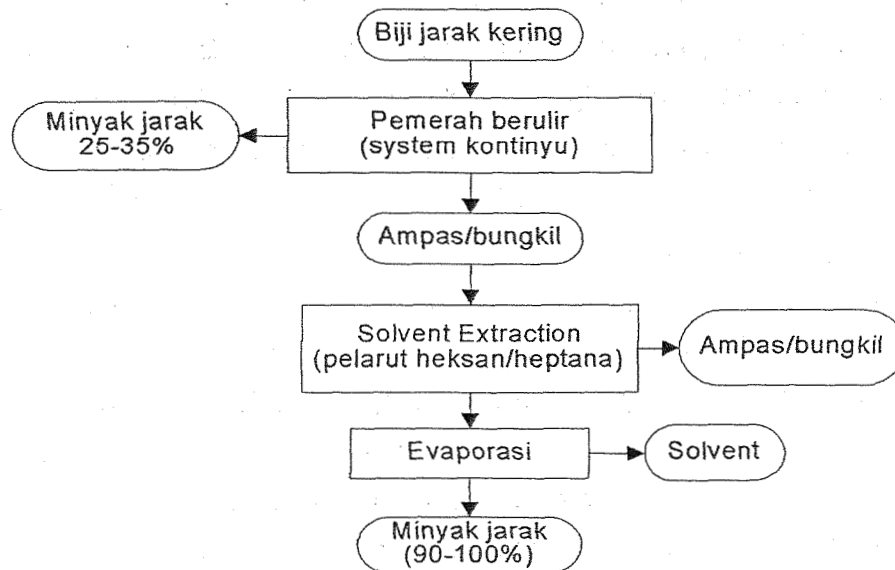
Kelebihan dari teknik pengempaan menggunakan alat pemerah tipe berulir (*screw*) adalah :

- a. Kapasitas produksi menjadi lebih besar karena proses pemerahan dapat dilakukan secara kontinyu.
- b. Menghemat waktu proses produksi karena tidak diperlukan perlakuan pendahuluan, yaitu pengecilan ukuran dan pemasakan/pemanasan.
- c. Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi



Gambar 13. Diagram alir ekstraksi minyak jarak dengan metode pemerahan berulir

Teknik pemerahan mekanis juga dapat dikombinasikan dengan teknik ekstraksi dengan pelarut. Walaupun mutu yang dihasilkan cukup bagus terutama jika menggunakan metode ekstraksi dengan pelarut, namun dari segi biaya produksi sangat mahal. Sehingga kombinasi metode ekstraksi pemerahan dengan metode ekstraksi pelarut tidak sesuai untuk industri kecil menengah. Kombinasi teknik ekstraksi ini lebih sesuai bila diterapkan untuk industri besar. Pada Gambar 14 disajikan diagram alir ekstraksi minyak jarak dengan metode kombinasi.

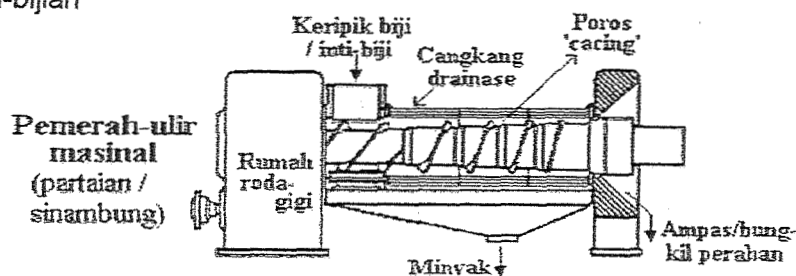


Gambar 14. Diagram alir ekstraksi minyak jarak dengan kombinasi metode *twin srew press* dan *solvent extraction*

### III. Alat *Screw Press*

Cara kerja alat ekstraksi biji jarak tipe berulir (*screw*) ini adalah dengan menerapkan prinsip ulir dimana bahan yang akan dipress ditekan dengan menggunakan daya dorong dari ulir yang berputar. Bahan yang masuk ke dalam alat akan terdorong dengan sendirinya ke arah depan, kemudian bahan akan mendapatkan tekanan setelah berada di ujung alat. Semakin bahan menuju ke bagian ujung alat tekan yang di alami bahan akan menjadi semakin lebih besar. Tekanan ini yang akan menyebabkan kandungan minyak yang terdapat dalam bahan keluar.

Secara umum karakteristik kimia dan fisik minyak jarak yang dihasilkan dengan menggunakan alat pemerah tipe berulir (*screw*) hampir sama kualitasnya jika dibandingkan dengan minyak jarak yang ada di pasaran. Pada Gambar 15 disajikan salah satu tampilan alat ekstraksi minyak dari biji-bijian



Gambar 15. Sketsa gambar pemerah dengan metoda ulir

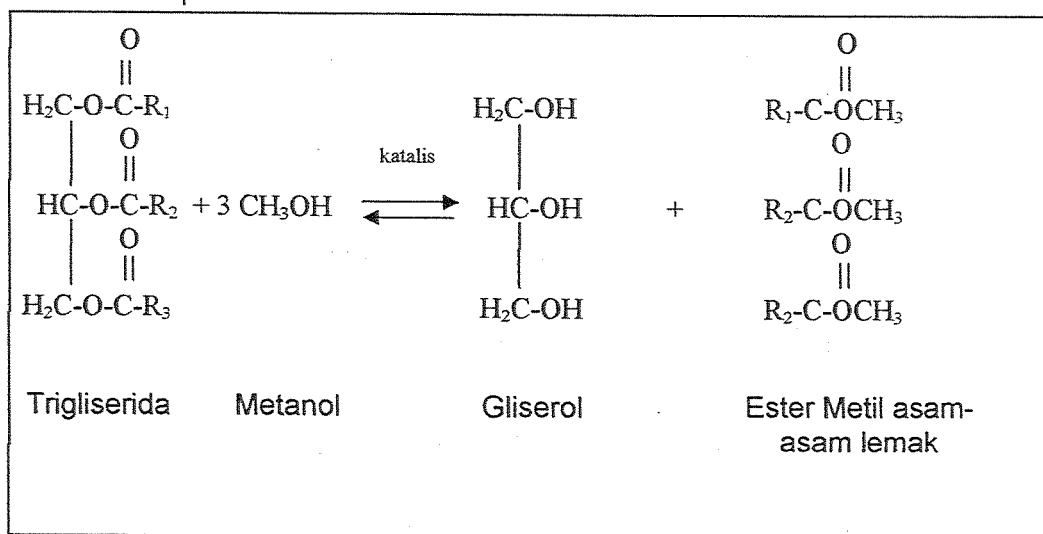
#### D. PROSES PRODUKSI BODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR

Metil ester (biodiesel) dari minyak jarak pagar dapat dihasilkan melalui proses transesterifikasi trigliserida dari minyak jarak. Transesterifikasi adalah penggantian gugus alkohol dari suatu ester dengan alkohol lain dalam suatu proses yang menyerupai hidrolisis. Namun berbeda dengan hidrolisis, pada proses transesterifikasi yang digunakan bukanlah air melainkan alkohol. Umumnya katalis yang digunakan adalah sodium metilat, NaOH atau KOH

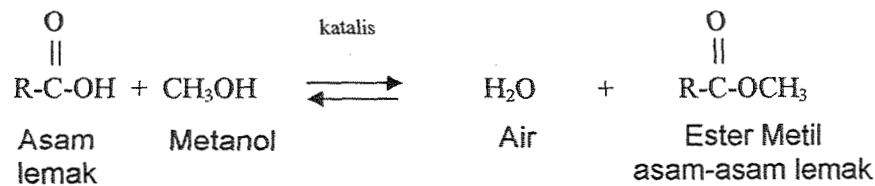
Metanol lebih umum digunakan karena harganya lebih murah, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan jenis alkohol lainnya seperti etanol. Transesterifikasi merupakan suatu reaksi kesetimbangan. Untuk mendorong reaksi agar bergerak ke kanan agar dihasilkan metil ester (biodiesel) maka perlu digunakan alkohol dalam jumlah berlebih atau salah satu produk yang dihasilkan harus dipisahkan. Pada Gambar 16 disajikan reaksi esterifikasi asam lemak dan transesterifikasi trigliserida dengan metanol untuk menghasilkan metil ester (biodiesel).

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen ester yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi adalah rasio molar antara trigliserida dan alkohol, jenis katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air, dan kandungan asam lemak bebas pada bahan baku (yang dapat menghambat reaksi yang diharapkan). Faktor lain yang mempengaruhi kandungan ester pada biodiesel diantaranya yaitu kandungan gliserol pada bahan baku minyak, jenis alkohol yang digunakan pada reaksi transesterifikasi, jumlah katalis sisa dan kandungan sabun.

Untuk membuat biodiesel dari minyak jarak pagar dari hasil ekstraksi screw maupun



Tiap molekul trigliserida mengandung 3 gugus asam lemak (yang tidak perlu sama). Jadi untuk tiap mol trigliserida yang terkonversi (termetanolisis) akan dikonsumsi 3 mol metanol serta dihasilkan 1 mol gliserin dan 3 mol ester metil asam-asam lemak



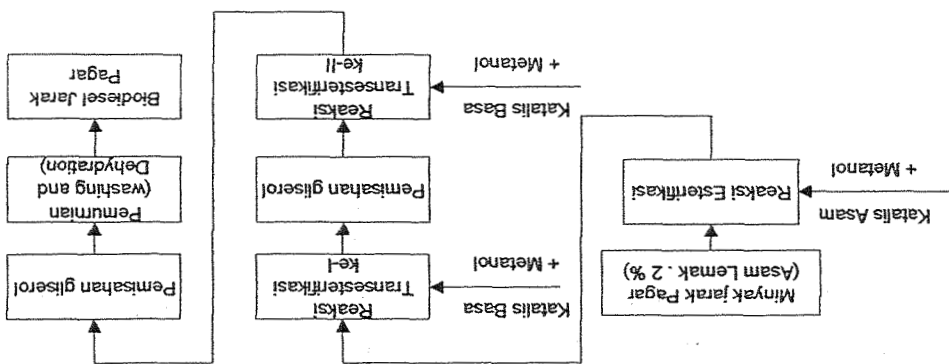
Asam lemak adalah asam monokarboksilat alifatik yang beratom karbon  $\geq 6$  dan yang terdapat di alam, umumnya genap

Gambar 16. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi untuk produksi biodiesel

alat kempa yang sudah dipaparkan diatas, diperlukan terlebih dahulu analisa kadar asam lemak bebas atau harus ditentukan terlebih dahulu harga bilangan asam (*acid value*/ mgKOH/g-minyak), jika harga bilangan asam diatas 4 mgKOH/g (ekivalen kadar asam lemak bebas 2%) minyak maka pembuatan biodiesel disarankan melalui proses pre- esterifikasi atau dengan menambah porsi katalis (NaOH atau KOH) sesuai bilangan asam yang didapatnya. Pembuatan biodiesel dari bahan baku minyak jarak pagar dengan kadar asam lemak bebas (tinggi dalam hal ini maksimum 15%) maka terlebih dahulu harus mereaksikan minyak dengan metanol dengan katalis asam (98%-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebanyak 5-10 mL/liter minyak, jumlah metanol yang diperlukan adalah 15 kali stoikiometrik sesuai dengan analisa bilangan asam minyak yang bersangkutan. Reaksi dilaksanakan dengan waktu dua jam. Jumlah metanol yang ditambahkan adalah 22,5 mL Metanol/kg minyak/%FFA. Oleh karena kadar asam minyak meningkat dengan pemberian asam katalis maka perlu ditambahkan jumlah katalis basa ketika mereaksikannya secara transesterifikasi sebanyak 1,2 kali jumlah katalis basa atau mengekstraksi sisa asam sebagai katalis maupun asam lemak yang belum bereaksi.

Tahap-tahap pereaksian untuk memproduksi biodiesel secara umum yang dipakai untuk skala kecil maupun industri diperlihatkan pada gambar 17 dibawah ini





Gambar 17. Tahapan proses produksi biodiesel secara umum

DAFTAR PUSTAKA

Brown, Robert C. 2003. *Biorenewable Resources : Engineering New Products from Agriculture*. Iowa State Press A Blackwell Publishing Company. United States of America.

Knothe, G., Van Gerpen, J. Krahl, J. 2004. *The Biodiesel Handbook*, AOAC Press. United States of America.

Mittelbach, M., dan Remschmidt, C. 2006. *Biodiesel the Comprehensive Handbook*, Boersdruck Ges.m.b.H. Austria

## PEMAKAIAN MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L) PADA KOMPOR BERTEKANAN

I. K. Reksowardojo<sup>1</sup>, A. Surachman<sup>2</sup>, Tri Sigit.P<sup>2</sup>, Ibrahim<sup>3</sup>, T. H. Soerawidjaja<sup>3</sup>, T. P. Brodjonegoro<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Combustion Engines and Propulsion System Lab., Mechanical Engineering Dept., Institut Teknologi Bandung

<sup>2</sup> Mechanical Engineering Department, Institut Teknologi Nasional, Bandung

<sup>3</sup> Chemical Engineering Department, Institut Teknologi Bandung

### I. PENDAHULUAN

Permintaan dan pemakaian bahan bakar minyak untuk membangkitkan energi semakin tinggi. Sejalan dengan itu, harga sejati bahan bakar minyak semakin mahal karena sumber bahan bakar fosil semakin langka dan ditambah lagi dengan isu pemanasan global akibat emisi gas buang. Menuntut semua kalangan masyarakat dunia berpikir dan berusaha keras mencari sumber energi alternatif yang berpotensi mensubstitusi minyak bumi. Terutama sumber energi yang dapat memberikan keuntungan strategis bagi ekologi, ekonomi dan sosiologi.

Salah satu sumber yang menjadi sorotan adalah minyak tanaman dari biji buah jarak pagar. Karena selain tanaman non-pangan, juga karena rendemen minyak biji jarak pagar yang tinggi dan kemampuannya yang telah teruji untuk tumbuh di lahan kering serta ongkos produksi yang lebih rendah.

Selain sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, minyak jarak pagar dapat pula diaplikasikan untuk bahan bakar kebutuhan rumah tangga. Perancangan dan pembuatan kompor tekan minyak jarak pagar ini merujuk pada kompor semawar minyak tanah. Pemakaian minyak jarak pagar sebagai bahan bakar kompor tekan telah diuji secara sederhana dan dibandingkan dengan pemakaian bahan bakar minyak tanah dan minyak sawit. Hasil pengujian menunjukkan, kompor ini mengkonsumsi minyak jarak pagar sebanyak 0,336 liter/jam dan minyak tanah 0,408 liter/jam. Untuk mendidihkan 600 mililiter air, bahan bakar minyak tanah butuh waktu sekitar 6 menit, bahan bakar minyak jarak pagar sekitar 7 menit dan bahan bakar minyak sawit butuh waktu sekitar 9 menit. Ongkos produksi

pembuatan kompor tekan minyak jarak pagar ini sekitar Rp.200.000-Rp.300.000.

*Kata kunci: bahan bakar, minyak jarak pagar, kompor tekan*

## 1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan penduduk dan ekonomi menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan untuk semua sektor kehidupan. Permintaan dan pemakaian bahan bakar minyak untuk membangkitkan energi semakin tinggi. Sejalan dengan itu, harga sejati bahan bakar minyak semakin mahal karena sumber bahan bakar fosil semakin langka. Jika perkiraan cadangan minyak bumi Indonesia habis pada tahun 2020 menjadi kenyataan, maka sumber-sumber bahan bakar alternatif yang potensial harus dikembangkan secara intensif dari sekarang. Selain itu, isu pemanasan global dan kesepakatan dalam Kyoto protocol menyebabkan semakin besar artinya bahan bakar dengan kadar emisi gas buang yang rendah.

Negara ini memiliki banyak sumber energi alternatif, terbaharui maupun tak terbaharui, seperti batu bara, panas bumi, gas alam, tenaga air, tenaga angin dan beraneka ragam tanaman penghasil energi. Namun mengingat permasalahan di atas dan krisis multidimensi yang menimpa bangsa ini, maka harus diprioritaskan sumber energi alternatif yang paling berpotensi untuk memberikan keuntungan secara ekologi, ekonomi dan sosiologi.

Berdasarkan hasil penelitian, tanaman jarak pagar (*jatropha curcas*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak yang berpotensi besar. Jarak pagar dapat dijadikan sumber penyedia bahan baku energi terbarukan dengan harga produksi yang lebih rendah.

Tanaman jarak pagar dapat tumbuh di lahan kritis dan biasa dijadikan sebagai tanaman pagar. Tanaman ini tidak memerlukan perawatan yang intensif, dapat berfungsi sebagai tanaman pencegah erosi dan selama ini tumbuh secara liar.

Jarak pagar mengandung racun dan tidak dapat dikonsumsi sebagai bahan pangan seperti kelapa sawit. Sehingga pemanfaatan minyak biji buah tanaman jarak pagar secara komersil tidak akan bersaing dengan kebutuhan pangan nasional. Alasan lain minyak jarak lebih baik adalah karena berasal dari tumbuhan sehingga ketika dibakar, minyak itu tidak turut berperan sebagai penggalak emisi gas buang di udara berupa karbon

dioksida. Selain itu, minyaknya memiliki struktur kimia yang mengandung oksigen sehingga pembakarannya lebih sempurna.

Salah satu pemanfaatan minyak jarak pagar sebagai bahan bakar diterapkan untuk pemenuhan kebutuhan energi rumah tangga, yaitu sebagai bahan bakar kompor. Penelitian yang sama telah dilakukan di Hohenheim University, Stuttgart, Germany. Dalam penelitian ini, jenis kompor yang dipilih adalah kompor tekan. Alasan pemilihan jenis kompor tersebut karena harga yang relatif lebih murah dan volume pemakaiannya yang lebih tinggi, terutama untuk masyarakat dengan tingkat kemakmuran rendah di daerah yang potensial ditanami tumbuhan jarak pagar, dan biasanya berupa lahan kritis.

## 2. EKSPERIMEN DAN PROSEDUR

### 2.1. Informasi tentang biji dan minyak jarak pagar Indonesia

Menurut Steger dan van Loon (1941), biji dan minyak jarak pagar Indonesia memiliki karakteristik seperti di bawah ini: Buah jarak pagar rata-rata terdiri dari 3 biji. Biji jarak pagar rata-rata berukuran 18 x 11 x 9 mm, beratnya 0,62 gram, dan terdiri atas 58,1 % - inti atau daging (*kernel*) dan 41,9 % - kulit. Kulit hanya mengandung 0,8 % - ekstrak eter. Kadar minyak dalam inti biji 54,2 % - atau 31,5 % dari berat total biji. Massa jenis pada 78<sup>o</sup>C adalah 0,8783 kg/liter, viskositas pada 20<sup>o</sup>C adalah 71 cp, angka iodium sekitar 102,8–103,1 dan angka penyabunan adalah 196,3.

Asam-asam lemak penyusun minyak terdiri dari 22,7 % asam jenuh dan 77,3 % asam tak jenuh. Kadar asam lemak minyak terdiri dari 17,0 % asam palmitat, 5,7 % asam stearat, 37,1 % asam oleat dan 40,2 % asam linoleat.

Minyak jarak pagar berwujud cairan bening berwarna kuning dan tidak menjadi keruh sekalipun disimpan dalam jangka waktu lama. Komposisi proksimat bungkil bebas minyak terdiri dari 12,9 % air, 10,1 % abu, 45,1 % protein kasar, 31,9 % serat kasar dan bahan organik tak bemitrogen.

Sekalipun kadar proteinnya sangat tinggi tetapi bungkil sangat beracun karena antara lain mengandung zat racun kurkin (*curcin*). Sehingga tidak bisa dijadikan pakan ternak tanpa diolah terlebih dahulu tetapi merupakan pupuk yang baik karena mengandung kalium dan fosfat.

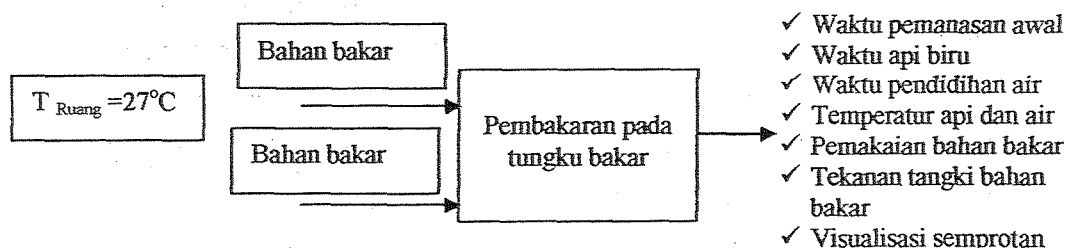
Menurut Lide dan Frederikse (1995), minyak jarak pagar memiliki titik penyalaaan pada 340°C dan nilai kalor 39,65 MJ/kg, serta perbandingan beberapa sifat fisik antara minyak jarak pagar, minyak tanah dan minyak kelapa sawit (*palm oil*) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Sifat fisik beberapa minyak nabati dan minyak fosil  
(Lide dan Frederikse, 1995)

Fuel	Ignition Point °C	Kinematic Viscosity (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> /s)	Iodine Value	Saponificati on Value	Gross Calorific Value (Mj/kg)
Physic Nut Oil	340	75,7	103,0	198,0	39,65
Coconut Oil	270-300	51,9	10,4	268,0	37,54
Palm Oil	314	88,6	54,2	199,1	39,54
Rapeseed Oil	317	97,7	98,6	174,7	40,56
Sunflower seed Oil	316	65,8	132,0	190,0	39,81
Kerosene	50-55	2,2	-	-	43,50
Diesel Oil	55	2-8	-	-	45,00

## 2.2. Pengujian pemakaian bahan bakar minyak jarak pagar pada kompor tekan

Dalam pengujian kompor tekan ini, pengamatan dan pengambilan data dibatasi hanya pada beberapa parameter saja. Parameter tersebut terdiri dari waktu pemanasan awal, waktu api biru, waktu untuk mendidihkan air dan konsumsi bahan bakar. Pengujian dilakukan dalam tiga variasi bahan bakar yang berbeda, yaitu minyak tanah sebagai parameter pembanding, minyak jarak pagar murni dan minyak sawit murni. Selanjutnya, data yang diperoleh dibandingkan untuk menentukan layak atau tidak minyak nabati tersebut digunakan sebagai bahan bakar. Gambar 2.2. menunjukkan pola pengukuran yang dilakukan



Gambar 2.2. Pengukuran parameter uji kompor tekan

Pengujian kompor tekan ini dilakukan dengan pola yang sangat sederhana, seperti terlihat pada gambar 2.2. Karena pengujian dibatasi hanya pada kemungkinan penggantian bahan bakar minyak tanah dengan minyak nabati (minyak jarak pagar dan minyak sawit) pada kompor semawar yang dimodifikasi. Unjuk kerja yang dilakukan belum sampai pada tahap pengujian pengaruh masing-masing bahan bakar terhadap kekuatan material kompor.

Untuk mengukur waktu digunakan alat ukur stopwatch, pengukur temperatur digunakan termokopel, untuk mengukur tekanan di dalam tabung bahan bakar digunakan *pressure gauge*, dan volume pemakaian bahan bakar diukur menggunakan gelas ukur.

### 3. PRINSIP KERJA DAN KOMPONEN KOMPOR TEKAN MINYAK JARAK PAGAR

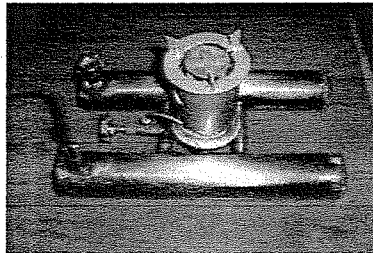
#### Prinsip kerja kompor tekan minyak jarak pagar

Pada dasarnya, prinsip kerja kompor tekan minyak jarak pagar ini sama dengan kompor semawar berbahan bakar minyak tanah yang banyak digunakan oleh pedagang makanan. Karena perancangan dan pembuatan kompor minyak jarak pagar ini merujuk pada kompor semawar minyak tanah. Pada kompor tekan minyak jarak pagar ini terdapat penambahan lilitan pipa pemanas dan terdapat beberapa modifikasi bentuk pada tungku bakar. Adapun modifikasi dilakukan untuk menyesuaikan fungsi komponen pemanas tambahan yang diberikan. Hal ini didasari oleh sifat fisik minyak jarak pagar yang lebih kental. Viskositas minyak jarak pagar lebih tinggi dari pada minyak tanah. Sehingga untuk bisa mengalir dan dapat bercampur dengan udara dengan baik, minyak tersebut harus bertekanan dan dipanaskan.

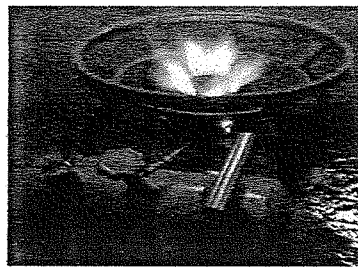
Gambar 3.1 menunjukkan gambar prototipe kompor tekan minyak jarak pagar yang telah berhasil diuji. Data spesifikasi kompor tekan ini adalah bobot 2-3 kilogram, dimensi 25 x 36 x 25 cm, kapasitas tangki bahan-bakar 1 liter, konsumsi bahan bakar minyak jarak 0,336 liter/jam, dan ongkos produksi sebesar Rp 200.000-300.000.

Pemanasan awal dilakukan ketika kompor tekan akan dinyalakan. Pembakaran untuk pemanasan awal dilakukan di dalam tabung pemanas. Proses ini ditujukan untuk memanaskan pipa bahan bakar dan tungku

Proses ini ditujukan untuk memanaskan pipa bahan bakar dan tungku bakar. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan viskositas minyak dan minyak dapat mencapai temperatur penyalaan serta siap terbakar ketika dikenai api. Waktu yang diperlukan saat pembakaran untuk pemanasan dimulai sampai minyak dapat terbakar disebut waktu pemanasan awal. Dan saat minyak mulai terbakar sampai api berubah warna dari merah menjadi biru disebut waktu api biru. Selanjutnya, sebagai pengujian aplikasi, kompor tekan dipakai untuk mendidihkan air.



Gambar 3.1.a. Prototipe kompor tekan minyak jarak pagar dengan tangki baja anti karat



Gambar 3.1.b. Prototipe kompor tekan minyak jarak pagar dengan tangki besi biasa

Prinsip kerja kompor tekan minyak jarak ini dapat diuraikan sebagai berikut :

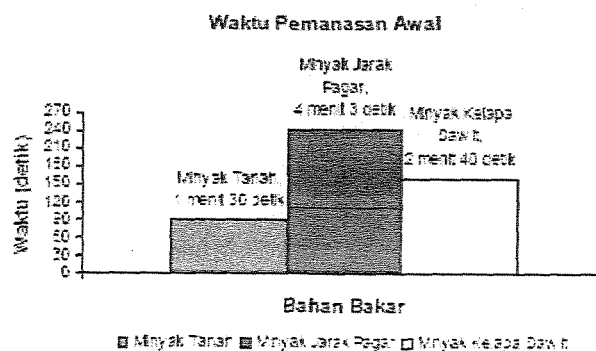
- Bahan bakar dimasukkan ke dalam tangki dan kemudian diberi udara tekan dari kompresor.
- Ruang pemanasan awal dinyalakan untuk pemanasan pipa minyak.
- Udara yang tertekan mendorong minyak jarak pagar ke pipa pemanas dan tungku bakar.
- Karena dipanaskan, minyak jarak pagar yang kental menjadi uap.
- Uap minyak jarak pagar dialirkan ke penyembur (*spuyer*).
- Uap disemburkan keluar melalui lubang penyembur berukuran kecil.
- Di udara bebas, uap itu akan menyala jika disulut api

#### 4. HASIL PENGUJIAN KOMPOR TEKAN MINYAK JARAK PAGAR

Hasil pengujian kompor ini, akan memberikan gambaran perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemanasan awal, perubahan warna api menjadi biru, konsumsi bahan bakar dan waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air. Hasil pengujian ini menunjukkan kinerja kompor tekan untuk tiga variasi bahan bakar, yaitu minyak tanah (kerosin), minyak jarak pagar murni, dan minyak kelapa sawit murni.

##### 4.1. Waktu pemanasan awal

Untuk pemanasan awal, minyak jarak pagar memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan minyak tanah dan minyak sawit, seperti terlihat pada gambar 4.1. Selisih waktu antara minyak jarak pagar dan minyak tanah sekitar 2 menit 33 detik. Dan selisih waktu antara minyak jarak pagar dan minyak sawit sekitar 1 menit 23 detik. Perbedaan waktu tersebut karena minyak jarak pagar memiliki *ignition point* yang lebih tinggi dibandingkan minyak tanah dan minyak kelapa sawit. Sehingga minyak jarak pagar lebih lama untuk dinyalakan.



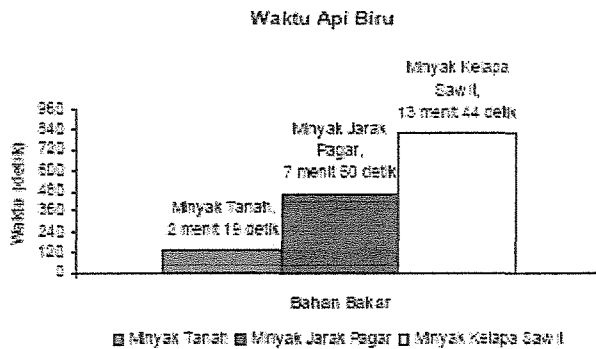
Gambar 4.1. Waktu pemanasan awal

##### 4.2. Waktu api biru

Terjadinya perubahan warna api menjadi biru jika bahan bakar telah mencapai temperatur penguapan yang konstan. Hasil pengujian menunjukkan waktu yang diperlukan minyak jarak pagar untuk memperoleh warna api biru lebih lama dari minyak tanah dan lebih cepat dibandingkan minyak kelapa sawit, seperti pada gambar 4.2. Hal ini karena minyak jarak memiliki viskositas yang lebih tinggi dari minyak tanah dan lebih rendah dibandingkan minyak kelapa sawit. Sehingga minyak jarak lebih cepat mencapai temperatur penguapan dibandingkan minyak kelapa sawit.



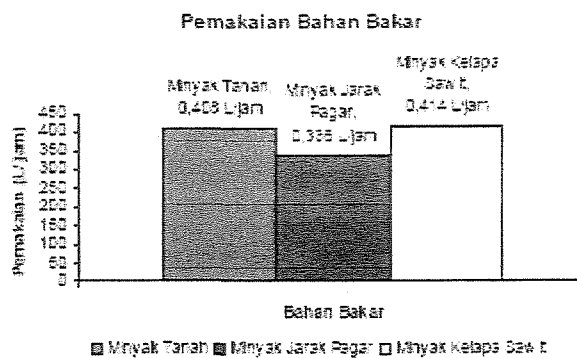
Selisih waktu antara minyak tanah dan minyak jarak pagar sekitar 5 menit 31 detik dan selisih minyak jarak pagar dengan minyak kelapa sawit sekitar 5 menit 54 detik



Gambar 4.2. Waktu api biru

#### 4.3. Pemakaian bahan bakar

Pemakaian bahan bakar minyak jarak pagar lebih kecil dibandingkan dengan pemakaian bahan bakar minyak tanah dan minyak kelapa sawit dalam hitungan waktu yang sama, seperti terlihat pada gambar 4.3. Konsumsi minyak tanah sekitar 0,408 liter/jam, konsumsi minyak sawit sebesar 0,414 liter/jam dan konsumsi minyak jarak pagar sekitar 0,336 liter/jam.



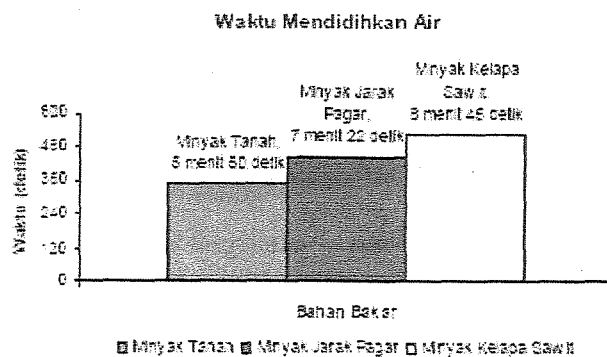
Gambar 4.3. Pemakaian bahan bakar

#### 4.4. Waktu pendidihan air

Untuk mendidihkan 0,6 liter air, minyak jarak membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan minyak tanah, tetapi lebih cepat jika

dibandingkan dengan waktu pemanasan yang dibutuhkan minyak kelapa sawit, seperti terlihat pada gambar 4.4. Bahan bakar minyak tanah butuh waktu sekitar 6 menit, bahan bakar minyak jarak pagar sekitar 7 menit dan bahan bakar minyak sawit butuh waktu sekitar 9 menit.

Kondisi ini terjadi karena nilai kalor minyak jarak pagar lebih rendah dari minyak tanah dan lebih tinggi dari minyak kelapa sawit.



Gambar 4.4. Waktu mendidihkan air

#### 4.4. Pengamatan Visual

Pengamatan visual ini ditekankan pada bentuk semburan bahan bakar yang keluar dari lubang *spuyer*, khususnya untuk bahan bakar minyak jarak. Pengamatan dimulai sejak dilakukan pemanasan awal sampai terjadinya perubahan warna api menjadi biru. Dari hasil pengamatan diketahui bahwa pada satu jam pertama tidak terjadi masalah. Tetapi pada saat 45 menit pada jam kedua mulai timbul gangguan pada semburan uap bahan bakar yang keluar dari lubang *spuyer*. Dan akibatnya nyala api jadi terganggu. Hal ini terjadi karena lubang *spuyer* mulai ditumpuki karbon pengotor. Ini merupakan akibat dari kandungan gum atau getah yang terkandung di dalam minyak nabati. Sehingga sebaiknya minyak harus dibersihkan terlebih dahulu.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pengujian dan pemaparan di atas, dapat ditentukan beberapa kesimpulan, seperti di bawah ini:

- Minyak jarak pagar dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor tekan, akan tetapi minyak tersebut harus dibersihkan terlebih dahulu.

- Minyak jarak pagar sebagai bahan bakar pada kompor tekan membutuhkan waktu lebih lama untuk pemanasan awal dibandingkan dengan minyak tanah dan minyak sawit.
- Dalam waktu pemakaian yang sama pada kompor tekan, konsumsi bahan bakar minyak jarak pagar lebih kecil dibandingkan dengan pemakaian minyak tanah dan minyak sawit.
- Untuk memperoleh warna api biru pada kompor tekan, waktu yang dibutuhkan minyak jarak pagar lebih lama dibandingkan minyak tanah, tetapi lebih cepat dari minyak kelapa sawit.  
Untuk mendidihkan air, minyak jarak pagar membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan minyak tanah, tetapi lebih cepat dibandingkan minyak kelapa sawit.
- *Burner* kompor semawar minyak tanah yang ada di pasaran dapat digunakan untuk kompor tekan minyak jarak dengan modifikasi *spuyer* dan tambahan komponen pemanasan awal.

## DAFTAR PUSTAKA

- E. Stumpf., A. Esper., R. Baumann., W. Muhlbauer, 1998, "Plant Oil-based Cooking Stove: Primary Research Results", Institute for Agricultural Engineering in the Tropics and Subtropics, Hohenheim University, Stuttgart, Germany.
- Mithlbauer, W., A. Esper., E. Stumpf ., R. Baumann, 1998, "Rural Energy, Equity and Employment: Role of *Jatropha Curcas*", Institute for Agricultural Engineering in the Tropics and Subtropics, Hohenheim University, Stuttgart, Germany.
- Rubrik Ilmu dan Teknologi, Senin, 5 Desember 2005, "Kompur Minyak Jarak Pagar", Koran Tempo.
- Soerawidjaja, Tatang H, 2003, "Catatan-Catatan Seputar Pengindustrian Jarak Pagar", Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Terestrial Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Institut Teknologi Bandung.
- Soerawidjaja, Tatang H., Adrisman Tahar., Iman K. Reksowardojo., Tirta Prakoso, 15 Agustus 2003, "Tantangan-Tantangan terhadap Pengembangan Biodiesel di Indonesia dan Alur Tentatif Penyisihannya", Materi acara Diskusi Terbatas "Upaya Perumusan Kebijakan Nasional Pengembangan Biodiesel di Indonesia" LAPI ITB, Bandung.
- Surachman, Aris, 2005, "Perancangan, Pembuatan Dan Pengujian Kompur Dengan Bahan Bakar Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*)", Tugas Akhir, Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

## PERWILAYAHAN AGROKLIMAT TANAMAN JARAK BERDASARKAN MODEL SIMULASI

Handoko Seameo Biotrop

Pusat Biologi Tropis Wilayah Asia Tenggara

### I. PENDAHULUAN

Jarak merupakan tanaman potensial penghasil minyak yang dapat dibudidayakan di Indonesia dalam skala yang besar. Model simulasi perwilayahan agroklimat tanaman jarak pagar sampai saat ini belum diteliti. Untuk itu hasil penelitian perwilayahan agroklimat tanaman jarak kaliki berdasarkan model simulasi dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan studi serupa pada jarak pagar.

Jarak kaliki dapat tumbuh pada berbagai macam lingkungan termasuk pada lahan marginal. Indonesia memiliki keuntungan untuk mengembangkan tanaman jarak karena Indonesia terletak di wilayah Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) dengan sinar matahari yang berlimpah, curah hujan yang cukup besar yang sangat mendukung pertumbuhan tanaman. Permasalahannya adalah menemukan lokasi yang tepat karena Indonesia memiliki cuaca dan iklim yang bervariasi. Kami telah mengembangkan teknologi untuk penetapan wilayah pertanian jarak menggunakan model panen dinamis yang didukung oleh GIS (Sistem Informasi Geografis) yang dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Model ini dapat membantu manajemen produksi jarak kaliki di lapangan yang meliputi pemilihan musim tanam, pengaplikasian pupuk nitrogen dan penjadwalan irigasi termasuk analisis biaya dan keuntungan.

Untuk mendapatkan keuntungan yang optimal, biji jarak yang dihasilkan di kebun akan diproses lebih lanjut untuk menghasilkan minyak (kualitas 1 dan kualitas 3). Untuk itu dibutuhkan teknologi pasca panen dan proses di pabrik.

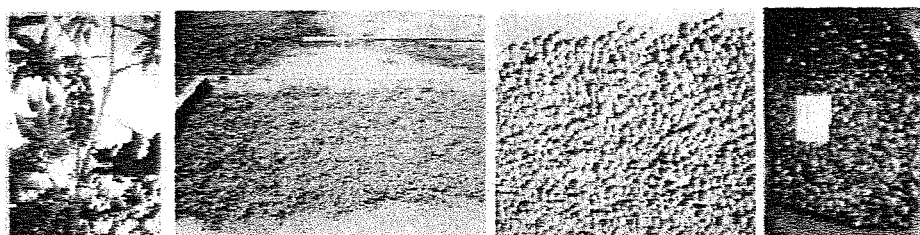


Figure 1.1. Castor oil grain.

## II. POTENSI PENGEMBANGAN MINYAK JARAK DI INDONESIA

### 2.1 Lahan Pertanian untuk menghasilkan biji minyak jarak

Indonesia yang berlokasi di daerah khatulistiwa (gambar 2.1) memiliki rentang iklim dari iklim hangat sampai iklim dingin dan dari curah hujan yang rendah sampai yang tinggi. Suhu yang tinggi ditemukan di daerah pantai dan suhu rendah di wilayah pegunungan. Secara umum, dibelahan bumi bagian selatan, sebelah barat bagian Indonesia memiliki curah hujan yang lebih tinggi jika dibandingkan bagian timur yang iklimnya kering. Kombinasi iklim dan curah hujan tersebut mendukung berbagai macam tumbuhan pertanian, salah satunya adalah tanaman jarak yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia. Gambar 2.2 mendeskripsikan contoh suhu udara dan hujan pada dua lokasi secara jelas tentang iklim Indonesia.

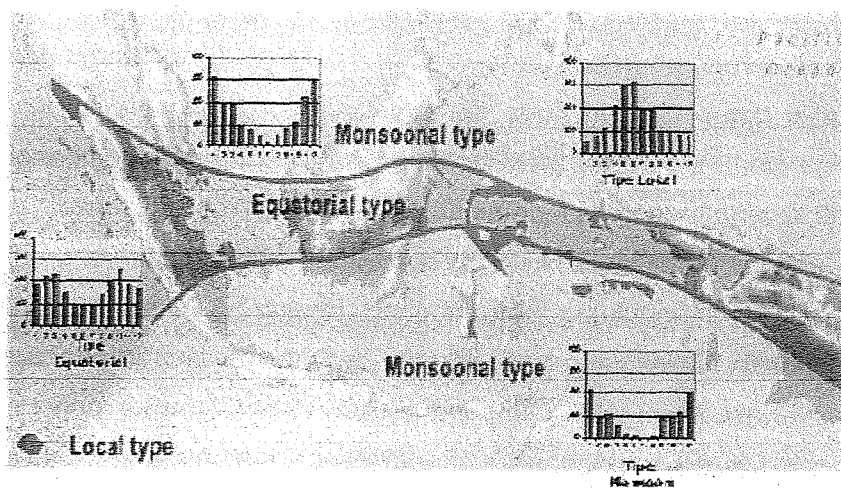


Figure 2.1. Map of rainfall types in Indonesia

Tanaman jarak dapat tumbuh pada iklim kering dan suhu tinggi dan tanah marginal (tidak produktif). Bagaimanapun juga, tanaman tumbuh dan berproduksi dan meningkat secara signifikan ketika didukung irigasi dan pemupukan. Gambar 2.3 mendeskripsikan pengaruh pengaplikasian pemberian air irigasi dan pemberian pupuk nitrogen pada lahan jarak dari hasil penelitian yang dilakukan pada berbagai lokasi di Pulau Jawa.

Periode pertumbuhan berkisar 5-6 bulan bergantung pada kondisi suhu udara. Semakin rendah suhu semakin rendah pertumbuhan dan memperpanjang periode pertumbuhannya, dalam banyak kasus, hal tersebut menghasilkan biomassa tanaman dan hasil yang lebih tinggi terhadap faktor lingkungan yang dibandingkan.

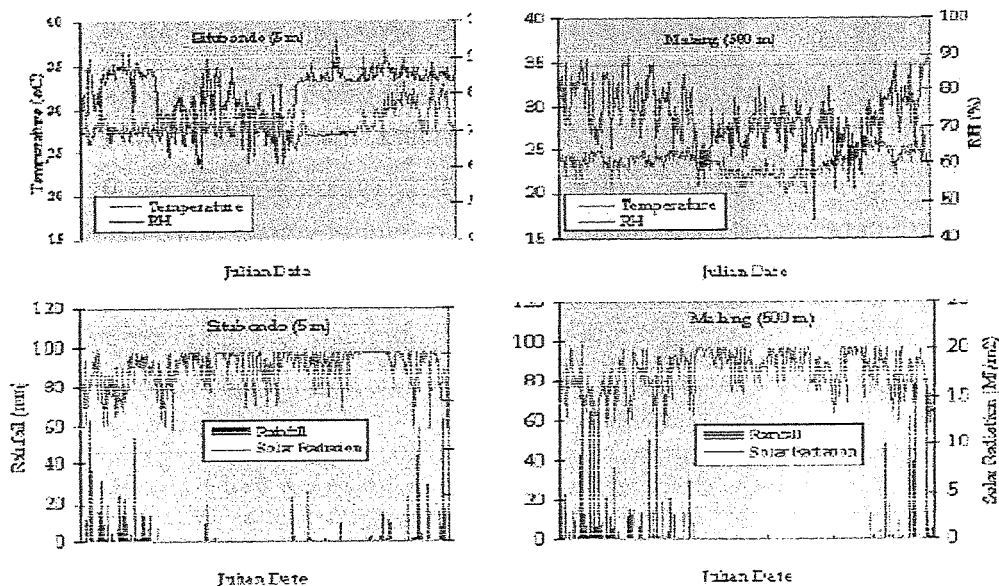


Figure 2.2. Weather variables of air temperature, humidity (RH), solar radiation and rainfall at two locations in Java island with different altitudes (Surbando (5 m, left) and Malang (500 m, right)).

Pertumbuhan tanaman jarak dari pembudidayaan sampai pemanenan akan menentukan hasil biji dan kandungan minyak, sebagai yang telah dikemukakan, pertumbuhan tanaman ditentukan oleh ketersediaan air tanah baik melalui pengaturan air irigasi, seperti halnya nutrisi tanah, ketersediaan nitrogen. Air merupakan bagian terpenting untuk mendukung pertumbuhan melalui tranpirasi menggunakan stomata dari proses fotosintesis yang sejalan dengan tingkat respirasi. Pada kondisi minimnya air lahan, tanaman akan mempertahankan air dengan menutup stomata dengan konsekuensi mengurangi proses fotosintesa, jika kondisi tersebut berlangsung lebih lama tumbuhan akan mengalami kekurangan air. Untuk itu, penting untuk melakukan pengaturan ketersediaan air lahan untuk mendapatkan hasil minyak jarak yang lebih tinggi.

Nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar dibandingkan nutrisi tanah yang lain, untuk memproduksi protein dan substansi tumbuhan yang lain. Klorofil sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis juga mengandung sejumlah substansial nitrogen. Selama jarak menghasilkan minyak, pemberian pupuk nitrogen secara signifikan akan meningkatkan kandungan minyak pada biji sebagaimana hasil penelitian kami.

Memproduksi tanaman jarak dalam jumlah yang banyak membutuhkan perencanaan yang baik dan informasi ketersediaan lahan untuk manajemen

yang efisien. Iklim merupakan variabel faktor yang penting untuk dipertimbangkan, selama tanaman membutuhkan sinar matahari, maka curah hujan tidak boleh terlalu kecil. Permasalahan pada pertanian tropical adalah bahwa musim pertumbuhan terjadi selama musim hujan dimana awan menutupi sinar matahari. Sebagai akibatnya, air tersedia tapi energi matahari terbatas, dan sebaliknya, selama musim kemarau cahaya matahari berlimpah ketika air tersedia dalam jumlah yang sedikit. Untuk itu kita dapat menggunakan data cuaca dengan memanfaatkan teknologi canggih ketika memang dibutuhkan informasi yang akurat untuk perencanaan yang baik.

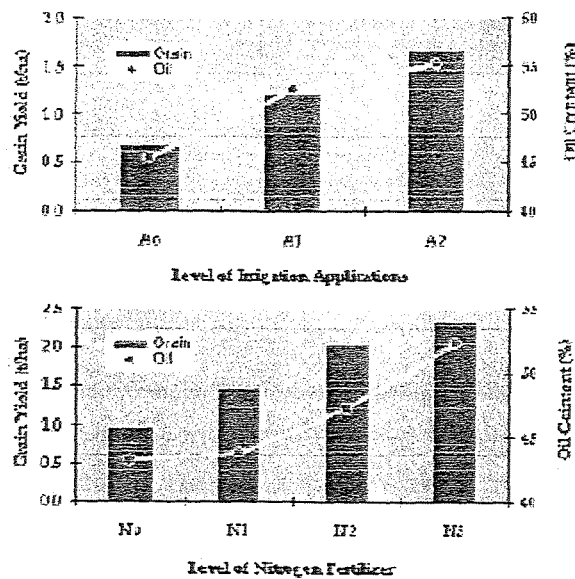


Figure 2.3. Effect of irrigation (top) and nitrogen fertilizer (bottom) to grain yield and oil content of castor oil.

Saat ini, kita dapat mengembangkan alat (Sistem Penunjang Keputusan) untuk mendukung perencanaan pertanian dan proses pengambilan keputusan berdasarkan pada sistem model yang dinamis dalam bentuk Model simulasi tanaman. Model yang telah kita bangun berdasarkan hasil pengalaman dan publikasi data ilmiah yang dapat digunakan untuk penetapan wilayah jarak dan analisa ekonominya. Model dapat diaplikasikan pada beberapa lokasi di Indonesia selama model tersebut mensimulasikan pertumbuhan tanaman jarak berdasarkan input variabel cuaca ( cahaya matahari, suhu udara, kelembaban dan curah hujan), sifat fisik tanah (titik kelayuan permanen dan kapasitas lahan), kegiatan agronomi atau inputnya meliputi irigasi, aplikasi pupuk nitrogen, waktu penyemaian dan variabel



ekonomi dari biaya input tersebut. Hasil meliputi periode pertumbuhan (hari), biomassa tanaman dan hasil tanaman, kebutuhan tenaga kerja dan variabel ekonomi yang meliputi biaya dan tingkat pengembalian, rasio keuntungan dan biaya, serta periode pengembalian. Pengintegrasian menggunakan pendekatan GIS, kita dapat membuat peta dinamis terhadap berbagai macam outputs / hasil setiap propinsi di Indonesia.

## 2.2 Hasil Estimasi

Hasil dari tanaman jarak (baik tanaman dan minyaknya) merupakan hasil estimasi berdasarkan model tanaman yang sudah kami kembangkan menggunakan input data cuaca, karakteristik tanah dan agronominya. Pada waktu yang sama, kita juga memasukkan variabel ekonomi untuk mendapatkan biaya dari inputan tersebut. Model dapat dijalankan untuk berbagai lokasi dan waktu penyemaian yang dapat menentukan lokasi potensial dan efisiensi manajemen untuk pertumbuhan tanaman. Gambar 2.4 menggambarkan bentuk masukan dari model dan memprediksikan hasil dan periode pertumbuhan. Hasil dan rasio keuntungan dan biaya (B/C) menghasilkan bentuk penyebaran tanaman dari hari ke hari dalam satu tahun pada satu lokasi digambarkan pada Gambar 2.5. Untuk tujuan perwilayahan untuk mendapatkan lokasi potensial di setiap propinsi, hasilnya disajikan pada gambar 2.6

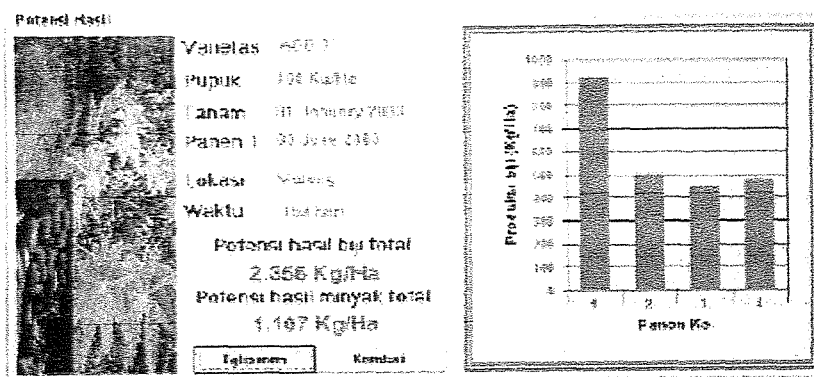


Figure 2.4. Input form of the model (top), and the predicted yield (grain and oil) as well as growing period (bottom).

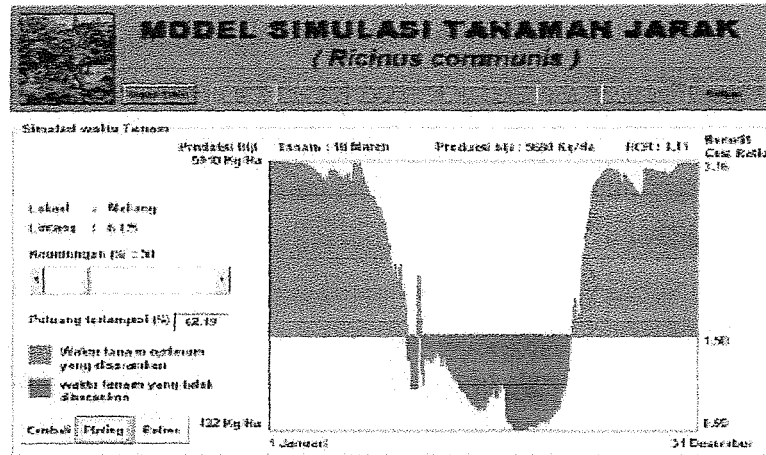


Figure 2.5. Predicted yield and B/C for sowing from 1 January to 31 December in Malang.

Gambar 2.5 menunjukkan contoh model prediksi untuk hasil tanaman (2.356 kg/ha) dan kandungan minyak (1.107 kg/ha) ketika tanaman jarak kaliki ditanam di Malang pada 1 Januari. Tanaman dipanen sebanyak 4 kali dan hasilnya panen individunya telah disajikan. Periode pertumbuhan juga memprediksikan oleh model selama 159 hari.

Waktu penyemaian optimum dapat dihasilkan dengan menjalankan model, sebagai contoh waktu penyemaian dari 1 Januari sampai 31 Desember, dan hasil serta rasio keuntungan terhadap biaya (B/C) diprediksikan oleh model sesuai (Gambar 3.5). Dari hasilnya, waktu penyemaian terbaik berkisar dari Oktober sampai maret dengan rasio keuntungan dan biaya (B/C) lebih dari 1,5 atau ketika tanaman bersemai selama musim hujan.

Gambar 2.6 menggambarkan distribusi dari hasil prediksi di Propinsi Jawa Timur dan Nusa Tenggara Barat untuk penyemaian tanaman pada 1 Januari dengan pemberian pupuk nitogen sebanyak 70 kg/ha. Kita dapat melihat pada lokasi yang berbeda, memproduksi hasil yang berbeda sebagai hasil interaksi antara kondisi lingkungan dan periode pertumbuhan. Kita juga dapat menyatakan, bahwa perbedaan waktu penyemaian akan menyebabkan perbedaan pola distribusi secara spasial selama perbedaan kondisi lingkungan tanaman tumbuh, khususnya variabel cuaca, setelah proses penyemaian.

Berdasarkan kompleksitas dari pertumbuhan tanaman, hal tersebut tidak memungkinkan untuk menggambarkan adanya interaksi seluruh faktor

seperti meliputi cuaca, tanah, dan kegiatan agronomi menggunakan lahan eksperimen. Dengan demikian, lebih efisien jika menggunakan alat penunjang keputusan secara kuantitatif seperti model tanaman dinamis untuk perencanaan produksi jarak di Indonesia

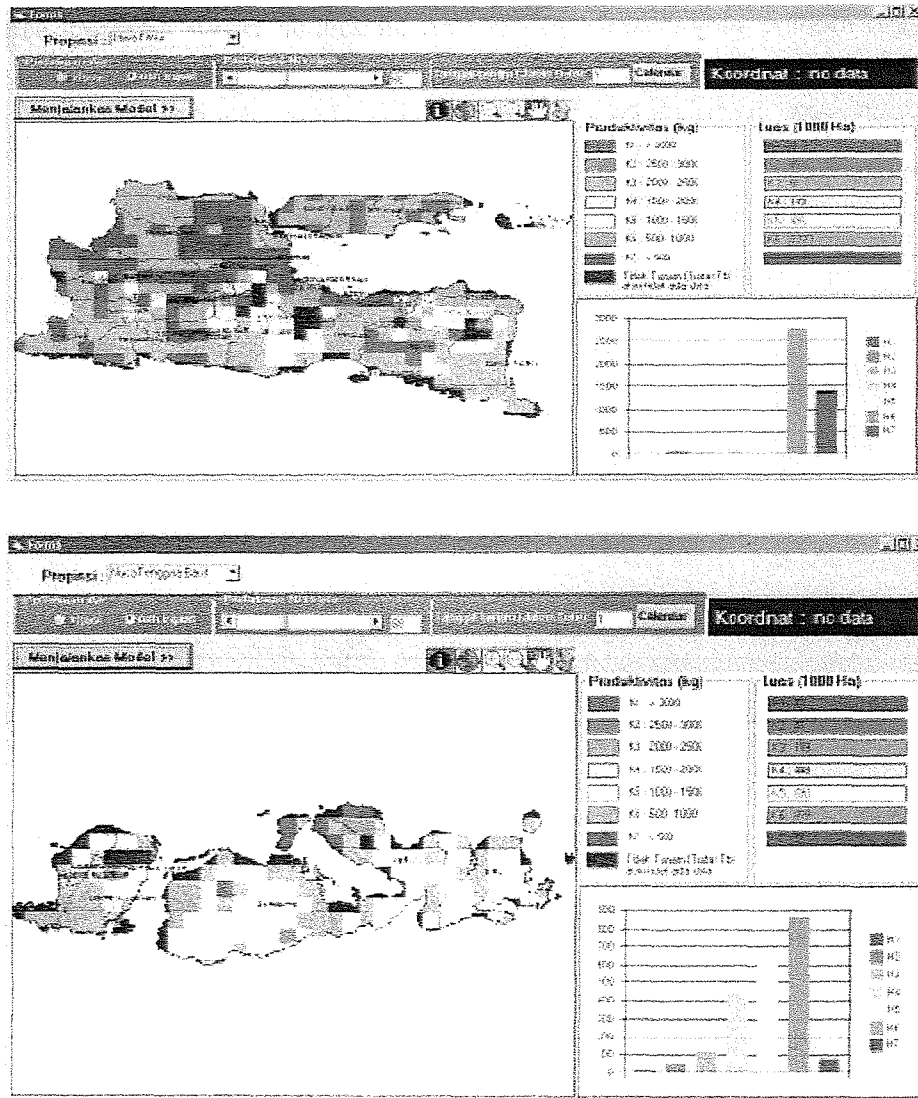


Figure 2.6. Predicted yield at all locations in East Java (top) and West Nusa Tenggara (bottom) for the crop sown at 1 January.

### III. KESIMPULAN

Tanaman jarak pagar potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Model simulasi untuk tanaman jarak jenis lain telah dikembangkan dan dapat digunakan sebagai referensi untuk penyusunan model simulasi perwilayah agroklimat tanaman jarak pagar dalam hal penetapan wilayah sebagai

penunjang manajemen pertanian meliputi penyeleksian waktu penyemaian, aplikasi irigasi, penggunaan pupuk nitrogen dan penyeleksian tanaman.

Model dapat juga digunakan untuk membantu analisis pertumbuhan tanaman jarak pada berbagai lokasi dan waktu. Meskipun jarak diyakini dapat tumbuh pada lahan marginal, bagaimanapun juga, produksi akan meningkat dengan meningkatnya pemberian air dan pemberian pupuk nitrogen. sebagai tambahan, cuaca adalah variabel yang secara simultan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sebagai mana yang telah ditunjukkan oleh model simulasi tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aung, M.M., Handoko, I & Risdiyanto, I. 2003. Decision Support System of Agricultural
- Crops and Application of Geographic Information System for Suitability Classification (Case Study Location - Jambi Province, Indonesia). Journal of GIS, Remote Sensing and Dynamic Modelling. No. 3, Year 2003
- Charles-Edwards, D.A., Doley, D. and Rimmington, G.M. 1986. Modelling Plant Growth and Development. Academic Press. Sydney. 235p.
- Connor, D.J. and Handoko, I. 1994. Simulation modeling and Nitrogen Management of Rain fed Wheat Crops. Proceedings of The International Conference. Beijing Agric. University Press. September 5-13. 1994. pp:293-302.
- De Jong, R. and Kabat, P. 1990. Modeling Water Balance and Grass Production. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 1725-1732.
- De Witt, C.T. 1982. Simulation of living systems., in 'Simulation of plant growth and crop production' (F.W.T. Penning de Vries and H.H. van Laar, eds.). Pudoc. Wageningen. pp: 3-8.
- Denmead, O.T. and Millar, B.D. 1976. Field Studies of the Conductance of Wheat Leaves and Transpiration. Agron. J. 68: 307-311.
- Forrester, J.W. 1961. Industrial Dynamics. Cambridge, Mass. MIT Press. 464p.
- France, J. and Thornley, J.H.M. 1984. Mathematical models in agriculture: a quantitative approach to problems in agriculture and related sciences. Butterworths. London-Boston. 335p.
- Handoko, I. 1994. Dasar Penyusunan Model Simulasi Komputer untuk Pertanian. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA IPB. Bogor. 97p.
- Handoko, I. 2005. Quantitative Modeling of System Dynamics for Natural Resources Management. SEAMEO BIOTROP. Bogor. 82p.
- Penman, H.L. 1948. Natural evaporation for open water, bare soil and grass. Proc. R.Soc. London 193: 120-146.
- Rimmington, G.M. and Connor, D.J. 1987. The Wheat Game. School of Agriculture and Forestry. The University of Melbourne. 20p.
- Ritchie, J.T. 1972. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. Water Resource Research 8: 1204-1213.

## POTENSI JARAK PAGAR SEBAGAI TANAMAN SEKAT BAKAR BERNILAI EKONOMI TINGGI

Lailan Syaufina dan Irdika Mansur

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB PO Box 168 Bogor 16001

### I. PENDAHULUAN

Pada tahun 1950, Indonesia masih memiliki hutan tropika basah yang sangat luas. Lima puluh tahun kemudian, 40% dari luas total hutan Indonesia mengalami kerusakan yang memprihatinkan. Penutupan lahan hutan berkurang dari 162 juta ha menjadi 98 juta ha. Laju deforestasi mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada era 1980-an, laju deforestasi di Indonesia sekitar 1 juta ha, dan kemudian meningkat menjadi 1.7 juta ha di awal tahun 1990-an. Sejak tahun 1996, laju deforestasi tahunan Indonesia mengalami peningkatan menjadi 2 juta ha (FWI/GFW, 2001).

Salah satu faktor penyebab tingginya laju deforestasi di Indonesia adalah kebakaran hutan, disamping masalah illegal logging. Sejak tahun 1982/1983, kebakaran hutan menjadi masalah yang sangat serius dimana seluas 3.6 juta ha hutan tropika basah di Kalimantan yang selama ini dikenal sebagai hutan yang selalu hijau dan basah rusak terbakar. Sejak itu, kejadian kebakaran menjadi kejadian yang rutin terjadi. Kejadian kebakaran yang sangat menggemparkan dan menimbulkan dampak lingkungan yang luas hingga mengganggu lingkungan negara tetangga adalah peristiwa kebakaran pada tahun 1997/1998 yang telah merusak hutan dan lahan di Sumatera dan Kalimantan seluas 10 juta ha dimana kabut asap menjadi isu internasional yang sangat serius.

Penyebab kebakaran hutan di Indonesia dapat dikelompokkan ke dalam dua bagian, yaitu: faktor alam dan faktor manusia. Letusan gunung berapi adalah salah satu contoh faktor alam penyebab kebakaran. Seringkali, kemarau yang panjang maupun gejala iklim El Nino disebut sebagai penyebab kebakaran di Indonesia. Pada kenyataannya, kondisi iklim bukan merupakan penyebab kebakaran melainkan faktor pendukung terjadinya kebakaran. Penyebab utama kebakaran hutan dan lahan di Indonesia

adalah manusia, baik sengaja maupun tidak sengaja. Dalam dekade terakhir ini, kegiatan penyiapan lahan dengan cara membakar menjadi penyebab utama peristiwa kebakaran hutan dan lahan yang selalu berulang dan setiap tahun terjadi.

Berbagai upaya pengendalian telah dicoba dan dimasukkan dalam sistem pengelolaan hutan dan lahan. Namun, hingga saat ini belum mencapai hasil yang optimal dalam meminimalkan kejadian kebakaran hutan dan lahan di Indonesia. Oleh karena itu, adanya upaya-upaya pengendalian kebakaran baik yang bersifat teknis maupun non teknis, perlu didukung oleh berbagai pihak. Salah satu upaya teknis adalah dengan membangun sekat bakar vegetasi yang bertujuan untuk meminimalkan kejadian kebakaran hutan dan lahan. Dalam upaya tersebut, jarak pagar dinilai berpotensi untuk menjadi tanaman sekat bakar dalam pendekatan teknis pencegahan kebakaran. Makalah ini mencoba mengupas potensi jarak pagar sebagai tanaman sekat bakar yang bernilai ekonomi tinggi.

## II. PENGENDALIAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN

Pada dasarnya, pengendalian kebakaran hutan dan lahan dapat dikelompokkan ke dalam dua kegiatan utama, yaitu: 1) Pencegahan kebakaran dan 2) Pemadaman kebakaran. Diantara dua kegiatan utama tersebut, kegiatan pencegahan harus diutamakan, karena akan menghindarkan dari dampak dan kerugian yang ditimbulkan oleh kebakaran itu sendiri. Kegiatan pencegahan dalam kebakaran hutan dan lahan dapat dilakukan dengan pendekatan 3 E (Pyne *et al.* 1996), yaitu:

1) *Education* (pendekatan melalui pendidikan).

Dilakukan baik secara formal di sekolah dan atau universitas, maupun secara informal melalui penyuluhan dalam berbagai bentuk dan media komunikasi seperti leaflet, poster, booklet, radio, televisi, surat kabar dan sebagainya

2) *Engineering* (pendekatan secara teknis)

Dilakukan dengan membangun sekat bakar (*fire break*), baik secara manual maupun mekanis atau dengan pembakaran.

3) *Law Enforcement* (pendekatan secara hukum)

Dilakukan dengan membuat dan menegakkan peraturan perundangan dalam bidang kebakaran hutan dan lahan.

Sekat bakar (*fire break*) didefinisikan sebagai penghalang alami atau buatan untuk memisahkan, menghentikan dan mengendalikan penjarangan api atau untuk menyediakan jalur pengendali tempat dilakukannya pemadaman kebakaran (Brown and Davis 1973, Chandler *et al.* 1983). Pada dasarnya, terdapat dua macam sekat bakar, yaitu: 1) jalur kuning dan 2) jalur hijau. Jalur kuning berupa jalur yang dibersihkan dari semak dan bahan bakar bawah, sehingga dapat menahan penjarangan api. Sedangkan, jalur hijau merupakan jalur yang dibangun dengan cara menanam lahan dengan tanaman yang relatif tahan terhadap api (*fire resistant trees*). Lebar jalur untuk sekat bakar sangat bervariasi tergantung kepada kemungkinan penjarangan api, dapat berkisar antara 1 m sampai dengan 30 m.

Adapun tujuan pembangunan sekat bakar diintegrasikan dengan tujuan pengelolaan lahan itu sendiri. Tetapi pada umumnya untuk mengisolasi sumber rawan kebakaran atau mengendalikan kebakaran dan menjauhkan api dari areal yang bernilai tinggi. Apabila jalur dibuat untuk membagi areal yang dilindungi ke dalam blok-blok sekat bakar, maka istilahnya adalah sekat bahan bakar (*fuel break*) yang merupakan blok tumbuhan berkayu yang selalu hijau yang relatif tahan terhadap kebakaran. Pembangunan sekat bahan bakar ini harus diintegrasikan dalam strategi perencanaan pengendalian kebakaran hutan dan lahan.

Dalam pemilihan jenis untuk tanaman sekat bakar, beberapa persyaratan harus dipenuhi, antara lain: selalu hijau, berkulit tebal, berkadar air tinggi, tajuk pohon sedang sampai rimbun, tegakan sedang sampai rapat, perakaran sedang sampai dalam, mudah bertunas dan serasah mudah lapuk. Pada kenyataannya, memang tidak ada satu pohonpun yang tahan terhadap api. Tetapi, dari pengalaman yang ada, beberapa jenis vegetasi terutama jenis daun lebar dapat berfungsi menjadi sekat bakar yang efektif, seperti *Gmelina arborea*.

Pengalaman dari proyek Manajemen dan Pencegahan Kebakaran Hutan di Jambi dan Kalimantan Barat oleh Departemen Kehutanan yang didanai oleh JICA menunjukkan bahwa percobaan pembuatan jalur hijau (*Integrated Greenbelt-IGB*) di perbatasan taman nasional merupakan contoh yang baik untuk kegiatan pencegahan kebakaran berbasis masyarakat. Jenis tanaman yang digunakan antara lain: *Leucaena*



*leucocephala*, *Gliricidia sephium*, *Calliandra callothyrsus*, *Aleurites moluccana* dan *Gmelina arborea* (Otsuka et al. 1999).

### III. POTENSI JATROPA SEBAGAI SEKAT BAKAR

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sejauh ini telah dikenal sebagai tanaman penghasil minyak yang berpotensi sebagai bahan bakar. Penggunaan minyak tanaman sebagai bahan bakar mesin telah terukir dalam sejarah sejak waktu yang lama, dimana perkembangan teknologi sudah disempurnakan. Di saat kondisi dunia dalam krisis bahan bakar dalam dekade terakhir ini, tampaknya minyak yang dihasilkan tanaman jarak pagar menjanjikan untuk dikembangkan. Apalagi dengan teknologi sederhana yang sudah dikembangkan, pemanfaatan jarak pagar sebagai sumber energi akan menjadi alternatif yang menguntungkan bagi masyarakat pedesaan yang mengalami masalah dalam mendapatkan bahan bakar minyak.

Selain sebagai sumber energi domestik, jarak pagar juga dapat berfungsi sebagai minyak pelumas, pestisida, sabun dan bahan obat-obatan, seperti: getahnya dapat berfungsi sebagai desinfektan pada infeksi mulut dan menghentikan pendarahan, daunnya bisa digunakan sebagai obat malaria dan untuk keperluan memijat serta minyaknya dapat digunakan untuk obat penyakit kulit (Henning 1998).

Proyek percontohan bantuan Jerman di Mali menunjukkan bahwa pengembangan tanaman jarak memiliki prospek yang tinggi (Henning 1998). Jarak ditanam sebagai tanaman pagar yang hingga saat ini telah tertanam sepanjang 10.000 km jarak pagar dengan produksi minyak yang dihasilkan sebesar 1.700.000 liter minyak per tahunnya. Pengembangan jarak pagar ini dikenal sebagai "Jatropha system" yang merupakan sistem terintegrasi pengembangan jarak pagar yang mencakup:

- sumber energi yang terpulihkan
- pengendali erosi dan pemulihan kesuburan tanah
- pemberdayaan kaum wanita
- penurunan tingkat kemiskinan

Di Indonesia, pengembangan minyak jarak tampaknya akan mengalami peningkatan yang berarti. Menurut Wijanarko (2005), pemerintah segera meluncurkan kegiatan industri minyak jarak sebagai

ganti minyak tanah, minyak bakar dan minyak industri. Lebih jauh dikatakan bahwa di banding penggunaan briket batubara, gas bumi atau sumber lainnya, minyak jarak lebih sederhana, murah, dan tidak akan habis. Disamping itu juga menghidupkan ekonomi masyarakat pedesaan dan menjanjikan berbagai produk turunan yang akan membuahkan lapangan kerja.

Sejauh ini, perhitungan ekonomi pengembangan jarak pagar selalu mempertimbangkan penanaman jarak pagar secara monokultur. Seperti dinyatakan oleh Setyawan (2005) bahwa masyarakat akan diuntungkan dari penanaman pohon jarak, karena setiap hektar tanah yang ditanami jarak akan menghasilkan pendapatan 5 juta rupiah per tahun, atau sekitar Rp 320.000,- per bulan, sehingga penghasilan akan mencapai lebih dari US \$ 1 per hari (batas kemiskinan Bank Dunia). Angka tersebut diperoleh dari Bahan Rapat Rektor ITB pada Rakor Tingkat Menteri Masalah Penanggulangan Kemiskinan sebagai berikut:

Basis pendapatan petani

- 1 pohon menghasilkan 4 kg jarak per tahun
- 1 ha berisi 2500 pohon
- 1 tahun menghasilkan biji jarak 10.000 kg (10 ton)
- harga jual biji Rp 500,- per kg

maka keuntungan riil petani adalah Rp 5.000.000,- per ha per tahun, karena mereka tidak perlu membeli bibit dan pupuk.

Pendapatan tersebut tampaknya lebih kecil jika dibandingkan dengan pendapatan petani padi yang apabila diasumsikan: produksi padi sebesar 6 ton per ha dan harga padi Rp 1.000/kg, maka pendapatan petani sekitar Rp 6.000.000,- per ha. Padahal dalam satu tahun, padi dapat ditanam sebanyak 2 kali. Disamping itu, di antara dua musim tanam padi, areal tersebut dapat ditanami jenis tanaman pertanian lainnya. Dengan demikian, gambaran ini menunjukkan bahwa pendapatan per ha areal yang ditanami akan lebih besar dibandingkan dengan areal yang ditanami pohon jarak secara monokultur.

Berdasarkan hal tersebut di atas, tulisan ini mencoba memberikan alternatif pola penanaman jarak pagar dalam mengoptimalkan produktivitas lahan. Dintinjau dari aspek pengendalian kebakaran hutan dan lahan, jarak pagar tampaknya berpotensi untuk dijadikan tanaman

sekat bakar berupa jalur hijau, dengan karakteristik antara lain:

- merupakan tanaman yang tahan kekeringan (*drought-resistant*)
- berdaun lebar (bentuknya hampir sama dengan *Gmelina arborea* sebagai *fire resistant tree*)
- memiliki kadar air tinggi
- sebagai anggota Euphorbiaceae, jarak pagar juga bisa ditanam secara vegetatif dan mudah bertunas

Dalam pengelolaan hutan, biasanya jenis tanaman pokok (seperti: jati, akasia, mahoni, sengon dan yang lainnya) ditanam dalam petak-petak yang berukuran mulai dari 7 sampai dengan 30 ha. Sekat bakar berupa jalur hijau biasanya ditanam mengelilingi petak tanaman pokok dengan lebar 2 m sampai dengan 20 m. Dalam hal ini, jarak pagar dapat ditanam dalam bentuk jalur dengan mengelilingi petak tanaman pokok. Apabila lebar jalur hijau jarak pagar sekitar 20 m dan ditanam pada keliling lahan sekitar 1 km, maka total luas areal tanaman jarak pagar adalah 20 ha. Nilai ekonomi areal pengelolaan tersebut akan terdiri dari nilai ekonomi tanaman pokok sekaligus nilai ekonomi jarak pagar itu sendiri. Ilustrasi berikut menggambarkan perhitungan ekonomi secara kasar:

- luas petak : 100 ha, keliling lahan : 4000 m
- lebar sekat bakar : 20 m, luas sekat bakar : 8 ha
- bila produksi biji jarak 8 ton/ha, maka akan dihasilkan 48 ton bila harga jual biji Rp 500, maka akan didapat Rp 24.000.000/th atau 16.000 liter minyak

Pola penanaman jarak pagar sebagai jalur hijau untuk sekat bakar dapat pula diterapkan dalam pengelolaan hutan rakyat, yang dapat dibangun secara bersama-sama oleh masyarakat di lahan-lahan milik desa maupun milik individu masyarakat. Manfaat yang diperoleh tentunya bukan hanya dari aspek ekonomi saja, tetapi juga dari aspek ekologi dan sosial. Beberapa manfaat yang dapat diperoleh oleh masyarakat dengan sistem pengelolaan lahan tersebut, antara lain:

- Berkurangnya konsumsi masyarakat terhadap bahan bakar hutan yang berupa kayu bakar karena adanya alternatif sumber bahan bakar baru dari jarak pagar, sehingga kerusakan hutan juga akan berkurang
- Berkurangnya ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar minyak

tanah

- Dengan adanya peningkatan kesejahteraan masyarakat dari hasil pengelolaan lahan tersebut, maka kelestarian hutan akan terpelihara
- Penanaman jarak pagar yang dikombinasikan dengan jenis pohon lainnya akan dapat memberikan manfaat lingkungan, seperti: pencegah erosi dan banjir, menghasilkan oksigen serta menyerap karbon.

Apabila ditelaah lebih lanjut, masih banyak lagi manfaat yang dapat diperoleh dari sistem penanaman jarak pagar sebagai tanaman sekat bakar baik pada pengelolaan hutan tanaman maupun pengelolaan hutan rakyat.

Walaupun demikian, untuk mendapatkan ukuran optimal dalam pembangunan sekat bakar jarak pagar baik ditinjau dari aspek pencegahan kebakaran maupun manfaat ekonomi dan ekologi, perlu dilakukan pengkajian yang lebih mendalam yang tentunya menjadi peluang dan tantangan bagi kita semua.

#### IV. KESIMPULAN

Kebakaran hutan dan lahan merupakan ancaman yang sangat serius dan memberikan dampak yang merugikan bagi lingkungan, baik tingkat nasional maupun internasional. Salah satu cara pengendalian kebakaran adalah dengan pembuatan sekat bakar dalam rangka pencegahan kebakaran. Ditinjau dari karakteristik tanaman, jarak pagar (*Jatropha curcas*) memiliki potensi yang baik untuk tanaman sekat bakar sebagai jalur hijau, antara lain: tahan kekeringan, berkadar air tinggi, berdaun lebar, dan mudah bertunas. Untuk optimalisasi pengelolaan lahan, disarankan agar penanaman jarak pagar sebagai jalur hijau diintegrasikan dalam pengelolaan hutan tanaman maupun hutan rakyat yang dapat memberikan manfaat baik dari aspek ekonomi, ekologi maupun sosial.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASEAN. 2001. Fire, Smoke, and Haze. The ASEAN Response Strategy. Asian Development Bank. Philippines.
- Brown, A. A dan K. P Davis. 1973. Forest Fire Control Use. Mc. Grow – Hill Books Company. USA.
- Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud, D. Williams. 1983. Fire in Forestry Vol. I. John Wiley and Sons, Inc. Canada. 450 pp.
- Forest Fire Prevention Management Project 2. 2004. Sistem Deteksi dan Peringatan Dini. <http://ffpmp2.hp.infoseek.co.jp/earlypageindo.htm> [23 April 2004]
- FWI/GFW. 2001. Potret Keadaan Hutan Indonesia. Bogor, Indonesia; Forest Watch Indonesia dan Washington D. C.: Global Forest Watch.
- Henning, R. K. 1998. Use of *Jatropha curcas* L. (JCL): A household perspective and its contribution to rural employment creation. Experiences of the *Jatropha* Project in Mali, West Africa, 1987 to 1997. Presentation at the "Regional Workshop on the Potential of *Jatropha Curcas* in Rural Development & Environmental Protection", Harare, Zimbabwe, May 1998
- Henning, R. K. 2004. "The *Jatropha* System" – Economy & Dissemination Strategy Integrated Rural Development by Utilisation of *Jatropha curcas* L. (JCL) as Raw Material and as Renewable Energy Presentation of „The *Jatropha* System“ at the international Conference „Renewables 2004“ in Bonn, Germany, 1. – 4- June 2004
- Setyawan, K. 2005. Primadona Minyak Jarak : Menjaga Rakyat Dari Kemiskinan Dan Krisis BBM  
<http://www.jarakpagar.com/asp/pagar0.asp?utk=09&nom=20> – 29 November 2005
- Setyawan, K. 2005 "Kunci" Mempersempit Jarak Si Kaya Dan Si Miskin.  
<http://www.jarakpagar.com/asp/pagar0.asp?utk=09&nom=20> – 29 November 2005
- Otsuka, M., Sumantri, D. Hariri dan S. Yunardy. 1999. Progress and Plan of Participatory Methods for Forest Fire Prevention Through Development of Integrated Green Belt in Jambi and West Kalimantan Sites. Proceedings of 2<sup>nd</sup> International Workshop on Forest Fire Control and Suppression Aspects. Faculty of Forestry IPB. Bogor.
- Pyne, S. J, P.L. Andrews dan R. D. Laven. 1996. Introduction to Wildland Fire. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York-Chichester-Brisbane- Toronto-Singapore.

## TINJAUAN KRITIS TERHADAP KEBIJAKAN PENGEMBANGAN JARAK PAGAR UNTUK BIODIESEL SELUAS 10 JUTA HEKTAR DI INDONESIA\*)

Dwi Andreas Santosa

Dosen pada Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

### I. PENDAHULUAN

Pada tanggal 12 Oktober 2005 di Jakarta, 8 menteri dan 9 organisasi mendeklarasikan dan menandatangani "Gerakan Nasional Penanggulangan Kemiskinan dan Krisis BBM melalui Rehabilitasi dan Reboisasi 10 Juta Hektar Lahan Kritis dengan Tanaman yang Menghasilkan Energi Pengganti BBM". Penandatanganan deklarasi tersebut adalah Menko Kesejahteraan Rakyat, Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala Bapennas, Menteri Sosial, Menteri Dalam Negeri, Menteri Pertanian, Menteri Pekerjaan Umum, Meneg Koperasi dan UKM, Meneg Ristek, Ketua Asosiasi Pemerintahan Provinsi Seluruh Indonesia, Ketua Umum Badan Kerjasama Kabupaten Seluruh Indonesia, Direktur Utama PT PLN, Ketua Umum HKTI, Ketua Masyarakat Energi Hijau Indonesia, Managing Director Peace Ecosystems Indonesia, Direktur Utama Artha Ventura, dan Pimpinan ITB serta IPB.

Untuk melaksanakan kesepakatan dan "Gerakan Nasional" tersebut dirumuskan hal-hal sebagai berikut yaitu:

1. Mendukung dan memfasilitasi pelaksanaan Strategi Nasional Penanggulangan Kemiskinan (SNPK) sebagai bagian dari penghormatan, perlindungan dan pemenuhan hak dasar rakyat menuju kehidupan yang lebih bermutu dan bermartabat.
2. Mendukung dan memfasilitasi sosialisasi gerakan nasional penanggulangan kemiskinan dan krisis BBM melalui rehabilitasi dan reboisasi 10 juta hektar lahan kritis dengan tanaman yang menghasilkan energi pengganti BBM kepada masyarakat luas, diantaranya jarak pagar, tebu, sawit, umbi-umbian, sagu.
3. Mendukung, memfasilitasi dan mengembangkan skema pembiayaan termasuk keuangan mikro dalam gerakan nasional ini serta memberikan

insentif fiskal yang diperlukan.

4. Mendukung, memfasilitasi dan mengembangkan pendirian sentra-sentra pembibitan, penyebaran bibit kepada masyarakat luas, pengembangan perkebunan, pembangunan unit pengolahan biji jarak pagar dan pengembangan produk-produk samping dan turunan.
5. Menjamin pembelian biji dan minyak jarak pagar dari masyarakat oleh BUMN yang bergerak di bidang energi.
6. Membentuk tim kerja di lingkungan masing-masing dalam rangka mensukseskan kesepakatan ini.
7. Membentuk forum lintas pelaku dalam rangka koordinasi paling lambat 3 hari setelah penandatanganan kesepakatan ini dan melaporkan kepada Menko KESRA selaku Ketua Tim Koordinasi Penanggulangan Kemiskinan.
8. Menggalang kemitraan global dalam penanggulangan kemiskinan dan krisis BBM dengan pendekatan Mekanisme Pembangunan Bersih (*Clean Development Mechanism*) dalam kerangka Protokol Kyoto. (Menko Kesra, 2005)

Tim dari Menko Kesra dan Meneg BUMN menargetkan penanaman 10 juta hektar lahan kritis dengan jarak pagar tersebut akan dapat diselesaikan pada tahun 2009. Melalui program tersebut dua sasaran sekaligus ingin dicapai : 1) alternatif penanggulangan kemiskinan serta 2) penyediaan sumber energi terbarukan untuk mengatasi krisis BBM di masa kini dan mendatang.

Alasan-alasan yang mendasari pencanangan program tersebut disikapi secara kritis dalam tulisan ini. Selain itu, rekomendasi berupa alternatif kebijakan juga disajikan.

## II. TINJAUAN KRITIS

### 2.1 KRISIS ENERGI ASAL SUMBERDAYA TIDAK TERBARUKAN?

Selama hampir 6 ribu tahun sejarah manusia dicirikan dengan perjuangan tanpa henti untuk memamen energi dalam upaya mendukung kehidupan mereka dengan kuantitas yang semakin lama semakin besar serta semakin beragam sumber dan cara mendapatkannya. Kita saat ini hidup dalam suatu dunia yang praktis didominasi oleh energi. Energi telah

menjadi pilar kekuatan ekonomi dan politik serta menentukan hirarki negara-negara di dunia. Energi juga mengatur prinsip-prinsip geopolitik untuk semua pemerintahan.

Disisi lain, ketergantungan dan kebutuhan yang semakin tinggi terhadap energi fosil terkait dengan perubahan pelan tapi pasti iklim dunia. Membakar hidrokarbon melepaskan tidak hanya energi, tetapi juga karbon dioksida, suatu senyawa yang ketika mencapai atmosfer akan berperan sebagaimana kaca seukuran planet bumi yang akan menjerat sebagian panas matahari yang seharusnya lepas ke angkasa luar yang menyebabkan peningkatan suhu global. Pada tahun 2035 dunia akan memakai dua kali lipat energi yang dibutuhkan saat ini. Kebutuhan akan minyak akan meningkat dari sekitar 80 juta barel menjadi 140 juta barel per hari. Penggunaan gas alam akan meningkat 120 persen dan batu bara sekitar 60 persen. Kebutuhan energi akan meningkat tajam di negara-negara dengan pertumbuhan ekonomi tinggi seperti Cina, India, Indonesia dan beberapa negara di asia timur dan tenggara.

Pada saat terdapat kepastian kebutuhan energi dunia di masa depan, disisi lain tidak ada sesuatu yang pasti tentang darimana seluruh energi tersebut akan diperoleh. Pertumbuhan yang tinggi teknologi dan informasi pada saat ini telah membuat tenaga listrik menjadi segmen pasar energi yang paling cepat pertumbuhannya serta menjadi kendala utama bagi negara-negara yang ekonominya sedang tumbuh. Dalam tempo 10 tahun ke depan kebutuhan tenaga listrik akan meningkat 70 persen, pada kondisi dimana sebagian besar tenaga listrik diperoleh dari pembangkit tenaga yang digerakkan oleh gas alam maupun batu-bara.

Jumlah sumber minyak baru yang ditemukan tiap tahun semakin lama semakin menurun. Jumlah penemuan ladang minyak baru tertinggi terjadi pada tahun 1960, setelah itu terus menurun. Beberapa pendapat yang optimistik, seperti pemerintah AS percaya bahwa produksi minyak akan tetap terus naik hingga mencapai ambang (*peak*) setelah tahun 2035, dengan demikian dunia masih memiliki waktu memadai untuk menemukan sumber-sumber energi baru yang potensial. Berdasarkan teori, *peak* produksi minyak bumi tercapai bila setengah dari cadangan minyak bumi telah diambil. Dipihak lain, beberapa kelompok yang dikenal dengan "kelompok pesimistis" yakin bahwa produksi minyak mencapai *peak* tercapai pada tahun ini (2005)



sehingga tinggal penurunan produksi minyak yang akan berlangsung sampai semua cadangan minyak di seluruh dunia habis, meskipun ini tidak terbukti. Bila konsumsi minyak terus meningkat dengan laju yang tinggi seperti yang terjadi pada saat ini, maka kebutuhan minyak akan mencapai titik kritis pada tahun 2015, dimana bila terjadi *peak* produksi minyak pada tahun tersebut bisa menimbulkan bencana yang luar biasa.

Dari berbagai studi tentang cadangan terbukti dan cadangan yang belum ditemukan (*undiscovered* -cadangan yang belum dikonfirmasi melalui pengeboran tetapi terindikasi kuat berdasarkan pelacakan geologis-), cadangan total minyak bumi diperkirakan sebesar 2,6 trillion barel. Konsumsi minyak bumi di dunia saat ini sebesar 83,3 juta barel per hari (Kompas, 2005) dengan pertumbuhan konsumsi sebesar 2 persen setiap tahun, maka dengan cadangan total sebesar 2,6 trilyun barel tersebut *peak* akan mencapai sekitar tahun 2030. Problem terbesar, angka kedua cadangan minyak bumi tersebut baik yang sudah terbukti maupun yang belum ditemukan meragukan. Sebagaimana telah diuraikan "angka" cadangan tersebut seringkali dikeluarkan dan dibesarkan lebih karena pertimbangan ekonomis dan politis. Pengungkapan cadangan minyak bumi seringkali berubah-ubah, padahal disisi lain, misalnya dari negara-negara OPEC, belum pernah ada laporan penemuan yang signifikan tentang cadangan minyak bumi baru selama tahun 1980 dan 1990an.

Penemuan cadangan minyak baru semakin lama semakin sedikit. Sejak tahun 1995, dunia menggunakan paling sedikit 24 milyar barel minyak per tahun, tetapi cadangan minyak baru yang ditemukan rata-rata hanya 9,6 milyar barel per tahun. Berdasarkan hal tersebut dan hitungan "kelompok pesimis", cadangan minyak dunia baik yang terbukti maupun yang belum ditemukan hanya sebesar 1 trillion barel sehingga *peak* akan tercapai jauh lebih cepat yaitu lima tahun lagi (2010). Sehingga tidak banyak waktu bagi seluruh manusia di bumi ini untuk mempersiapkan berbagai konsekuensi yang akan muncul bila puncak produksi tersebut terjadi.

Hal yang sama juga dialami di Indonesia. *Peak* produksi minyak di Indonesia sudah terjadi beberapa tahun yang lalu. Pencarian ladang minyak baru semakin lama semakin sulit dan dengan risiko serta biaya yang semakin tinggi. Beberapa ladang minyak baru yang ditemukan memiliki tingkat produksi yang relatif rendah sehingga tidak mampu meningkatkan produksi minyak

Indonesia secara signifikan. Gambaran pesimistis bahkan menyatakan minyak Indonesia akan habis dalam 15 tahun mendatang.

Dengan gambaran tersebut maka justifikasi untuk pengembangan energi alternatif dari sumberdaya terbarukan seolah-olah sangat kuat. Berdasarkan tinjauan ekonomi energi, suatu energi alternatif terbarukan apakah itu energi asal biomasa (biodiesel, biogas, gasohol), matahari, dan angin akan diadopsi besar-besaran bila sumber energi tersebut sama atau lebih murah dari sumber energi pesaingnya (sumber energi fosil). Dari berbagai perhitungan pengembangan besar-besaran energi alternatif akan menguntungkan bila harga minyak mentah dunia dua kali harga psikologis tertinggi sebesar US\$ 25 per barel. Sudah sejak 6 bulan terakhir ini harga minyak mentah membubung di luar kendali bahkan pernah mencapai US\$ 70 per barel. Sayangnya harga sangat tinggi tersebut diperkirakan tidak akan bertahan lama selama *peak* produksi belum tercapai.

Minyak bumi merupakan komoditas ekonomi yang paling volatil. Harga sewaktu-waktu bisa melonjak sangat tinggi akibat perang, terorisme, kerusuhan sosial dan bencana alam di negara produsen. Setelah semuanya mereda harga akan turun kembali. Harga psikologis tertinggi sebenarnya sekitar US\$ 25 per barel (rata-rata harga minyak mentah dalam 2 dekade terakhir sebesar US\$ 20 per barel, Robert, 2004). Sedang harga "alamiah" dengan catatan negara-negara produsen dan kartel tidak memanipulasi harga dan situasi dunia "aman-aman saja" akan bertengger pada angka US\$ 14 per barel atau lebih rendah (Robert, 2004). Harga dikendalikan oleh produsen baik OPEC maupun non-OPEC serta kartel perusahaan minyak internasional. Di satu sisi harga tinggi akan menguntungkan produsen dan kartel tetapi keuntungan itu bersifat sementara. Berdasarkan hukum ekonomi, harga tinggi akan menurunkan permintaan dan pengalihan ke sumber energi alternatif. Hal tersebut mengawatirkan produsen dan kartel minyak bumi, sehingga produksi kemudian dipicu (negara produsen besar mampu meningkatkan produksi sebesar 0,5 juta barel dalam semalam dan 2 juta barel dalam 3 bulan, Robert, 2004) sehingga minyak bumi berlimpah di pasar dan harga turun. Biasanya mekanisme stabilisasi harga minyak bumi tersebut dilakukan ketika harga psikologis tertinggi telah tercapai.

Dengan demikian program pengembangan jarak pagar besar-besaran untuk bioesol terlalu riskan bila hanya didasarkan asumsi cadangan minyak

bumi di Indonesia yang semakin menipis dan harga minyak dunia. Ketika jarak pagar sudah ditanam besar-besaran oleh pemerintah, dunia usaha, petani dan masyarakat kemudian tiba-tiba harga minyak bumi anjlok dibawah ambang ekonomis untuk pengembangan biodiesel maka hal tersebut akan muncul menjadi "bencana" tersendiri.

## 2.2. LAHAN KRITIS, ADAKAH DAN SESUAIKAH?

Alasan kedua yang mendasari pengembangan jarak pagar secara besar-besaran adalah ketersediaan lahan kritis yang sangat luas di Indonesia. Lahan kritis didefinisikan sebagai lahan yang telah mengalami kerusakan sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai batas toleransi (Departemen Kehutanan, 2002). Lahan kritis yang dimaksud adalah lahan-lahan dengan fungsi lahan yang ada kaitannya dengan kegiatan reboisasi dan penghijauan, yaitu fungsi kawasan hutan lindung, fungsi kawasan lindung di luar kawasan hutan dan fungsi kawasan budidaya untuk usaha pertanian.

1. **Fungsi Kawasan Hutan Lindung.** Berdasarkan kriteria fungsi kawasan lindung, penilaian kekritisan lahan didasarkan pada (a) keadaan penutupan lahan atau penutupan tajuk pohon yang memiliki bobot penilaian tertinggi yaitu 50%, (b) kelerengan lahan dengan bobot penilaian sebesar 20%, (c) tingkat erosi (bobot 20%) dan (d) manajemen atau usaha pengamanan lahan (bobot 10%).
2. **Fungsi Kawasan Budidaya untuk Usaha Pertanian.** Berdasarkan fungsi tersebut kekritisan lahan dinilai berdasarkan produktifitas lahan yaitu nisbah produksi yang diperoleh dari lahan tersebut terhadap produksi komoditas umum tertentu pada pengelolaan tradisional (bobot 30%), kelerengan lahan (bobot 20%), tingkat erosi yang diukur berdasarkan tingkat hilangnya lapisan tanah, baik untuk tanah dalam maupun tanah dangkal (bobot 15%), adanya batu-batuan (bobot 5%) dan manajemen yaitu usaha penerapan teknologi konservasi tanah pada setiap unit lahan (bobot 30%).
3. **Fungsi Kawasan Hutan Lindung di Luar Kawasan Hutan.** Pada fungsi kawasan lindung di luar kawasan hutan, kekritisan lahan dinilai berdasarkan vegetasi permanen yaitu persentase penutupan tajuk pohon (bobot 50%), kelerengan lahan (bobot 10%), tingkat erosi (bobot 10%) dan manajemen (bobot 30%).

Berdasarkan kriteria yang telah dikembangkan tersebut jumlah total seluruh lahan kritis di Indonesia hingga akhir tahun 2001 adalah:

1. Dalam kawasan hutan seluas 8.136.646 ha
2. Luar kawasan hutan seluas 15.106.234 ha

Sehingga total lahan kritis di seluruh Indonesia lebih dari 23,24 juta hektar (Departemen Kehutanan, 2002).

Data tentang lahan kritis yang dikeluarkan oleh pemerintah bisa sangat berbeda antar satu departemen dan departemen lainnya (Suwardjo *et al.*, 1994). Sebagai contoh, studi yang pernah dilakukan pada awal tahun 1990 di Kawasan Timur Indonesia menghasilkan jumlah lahan kritis seluas 1.876.600 ha yang didasarkan kajian Departemen Kehutanan, 12.750.000 ha berdasarkan kriteria yang dikembangkan oleh Departemen Transmigrasi (mereka memberikan istilah tanah marjinal), Departemen Dalam Negeri (menggunakan istilah tersendiri yaitu tanah rusak) menghasilkan angka hanya 268.330 ha (tidak termasuk Papua dan bekas Timor Timur) dan Departemen Pertanian mengeluarkan angka sebesar 5.347.533 ha. Berdasarkan data yang simpang-siur tersebut kemudian Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat melakukan penelitian dan delienasi kembali yang menghasilkan angka 7.324.787 ha lahan kritis yang terdapat di Kawasan Timur Indonesia yang meliputi Bali, NTT, NTB, Sulteng, Sulsel dan Sultra (Suwardjo *et al.*, 1994). Kesimpangsiuran data lahan kritis tersebut tidak hanya terjadi untuk Kawasan Timur Indonesia tetapi juga Kawasan Barat Indonesia. Hingga saat ini tidak ada satupun data valid baik yang berupa revisi data-data yang telah ada atau berdasarkan pemetaan terbaru berbasis citra satelit dan GIS yang bisa digunakan untuk merumuskan kebijakan pengembangan lahan kritis.

Sebagian besar data tentang potensi sumberdaya lahan di Indonesia saat ini hanya pada tingkat tinjau (skala 1:250.000). Sangat sedikit data tersedia yang berada pada skala yang lebih detil. Informasi tersedia tersebut sangat mempengaruhi kualitas dan ketepatan data, perencanaan, serta kebijakan pemanfaatan sumberdaya lahan (Soekardi, 1994). Informasi lengkap tentang tingkat kekritisannya lahan dan penyebab timbulnya lahan kritis tersebut merupakan prasyarat penting untuk pemanfaatannya, memanen keuntungan ekonomi, serta untuk mengatasi dan mencegah meluasnya lahan kritis secara efektif dan efisien (Suparmi, 1993).

Pertanyaan lebih lanjut adalah, bagaimana munculnya angka 10 juta hektar lahan kritis yang bisa dikembangkan untuk budidaya jarak? Kemungkinan data tersebut muncul untuk memenuhi target "20% solar disubsitusi dengan biodiesel". Dengan demikian landasan pertimbangan tersebut jauh dari "tata cara logis" untuk menelorkan sebuah kebijakan atau program.

Tidak semua lahan kritis bisa dibudidayakan bahkan untuk tanaman yang paling pioner sekalipun. Sebanyak 30-40% lahan kritis terdiri dari hanya bahan induk (batu), di puncak-puncak bukit/pegunungan, atau kelerengan sangat tinggi sehingga sama sekali tidak dapat diusahakan (Tafakresnanto, komunikasi pribadi). Sebanyak 50-60% dari yang tersedia tersebut merupakan tanah ber pH rendah (< 5), gambut, atau tergenang sehingga tidak cocok untuk budidaya jarak pagar. Produksi jarak pagar optimum pada lahan yang relatif bercurah hujan rendah yang jumlahnya kira-kira hanya 30-40% dari total lahan kritis.

Dengan asumsi data lahan kritis yang dikeluarkan Departemen Kehutanan pada tahun 2002 adalah benar yaitu seluas 23,24 juta hektar, maka lahan yang bisa digunakan untuk budidaya jarak pagar hanya seluas 1,67 hingga 3,25 juta hektar, jauh dari "harapan" seluas 10 juta hektar. Angka tersebut akan lebih kecil lagi bila dipertimbangkan faktor infrastruktur, SDM di wilayah tersebut, kompetisi penggunaan lahan, ketersediaan bibit dan budidaya.

### 2.3. MONOKULTURISME ALTERNATIF

Persoalan krisis BBM dan ketahanan energi adalah persoalan besar sehingga memerlukan berbagai alternatif pemecahan. Pencanangan program penanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) besar-besaran justru membalikkan logika berpikir, bukannya menjaring dan mengembangkan berbagai alternatif untuk mengatasi persoalan yang ada, tetapi tergiring menjadi berpikir sempit dan miskin alternatif (menanam jarak pagar seluas 10 juta hektar). Ketiadaan alternatif tersebut bahkan dalam penetapan *Jatropha curcas* L. sebagai tanaman terpilih. Dalam keluarga *Jatropha* sendiri terdapat beberapa anggota yang kesemuanya berpotensi untuk menghasilkan minyak yang dapat dikembangkan menjadi biodiesel.

*Jatropha* Linn.(Euphorbiaceae) merupakan genus yang beranggotakan 70 spesies (Banerji *et al.*, 1985) atau dalam catatan lain sebanyak 150 spesies (Holtum, 1939) yang tersebar di wilayah tropis dan sub-tropis di dunia. *Jatropha curcas* L. merupakan tanaman semak yang berasal dari Amerika Latin (Soliven, 1928) yang beriklim tropis. Beberapa spesies *Jatropha* dikenal memiliki potensi untuk menghasilkan minyak untuk substitusi minyak diesel. Spesies-spesies tersebut diantaranya adalah *J. curcas* L., *J. grandulifera* Roxb., *J. gossypifolia* L., dan *J. multifida* L. Dari suatu kajian yang membandingkan ke empat spesies tersebut diketahui kandungan minyak dalam biji masing-masing spesies tersebut adalah : *J. Curcas* sebesar 48,5%, *J. mutifida* (32,4%), *J. gossypifolia* (28,5%) dan *J. grandulifera* (27.2%). Nilai kalori minyak yang berasal dari keempat spesies tersebut berturut-turut sebesar 41.77; 57,12; 42,19 dan 47,24 kJ/g. Nilai tersebut mirip dengan nilai kalori standar untuk minyak diesel yaitu sebesar 42.57 kJ/g. Minyak dari keempat spesies jarak tersebut memiliki komposisi minyak jenuh sebanyak 15.2% (*J. gossypifolia*) hingga 27.3% (*J. multifida*) sedangkan sisanya merupakan minyak tidak jenuh (Banerji *et al.*, 1985). Data tersebut sudah barang tentu akan berbeda-beda tergantung kultivarnya, cara budidaya dan kondisi iklim serta tanahnya.

Program penanaman besar-besaran satu jenis tanaman bisa memunculkan bencana ekologis yang bila terjadi akan sangat sulit diremediasi. Jarak pagar merupakan spesies alien berasal dari Amerika Latin. Tanaman tersebut mudah berkembang biak pada berbagai kondisi, tipe lahan dan iklim. Sifatnya yang relatif tahan terhadap hama dan penyakit tanaman akan membantu tanaman tersebut untuk tersebar dan menguasai populasi tanaman di wilayah pengembangan. Bila program jarak pagar untuk biodiesel gagal dan jarak pagar sudah terlanjur ditanam di mana-mana serta populasi jarak pagar tidak lagi bisa dikendalikan maka tanaman tersebut berubah menjadi spesies invasif.

Selain itu minyak jarak dikenal sangat beracun, menyebabkan iritasi dan memiliki efek *purgative* yang disebabkan kandungan ester diterpen toksik dalam minyaknya (Adolf *et al.*, 1984). Dengan demikian kemungkinan minyak jarak dan turunannya dipakai untuk penggunaan-penggunaan lain selain minyak bakar dan biodiesel menjadi sangat terbatas. Penggunaan lain yang memungkinkan adalah pemanfaatan minyak jarak untuk membuat bio-

pestisida (Solsoloy and Morallo-Rejesus, 1992a, b). Bagian lainnya misalnya daun dan akar memiliki aktifitas yang kemungkinan bisa dikembangkan untuk dunia pengobatan (Rahman *et al.*, 1990, Khafagy *et al.*, 1977), meskipun masih jauh untuk dapat digunakan dan dikembangkan dalam skala komersial. Diversifikasi produk yang diperoleh dari suatu komoditas akan menentukan kelenturan produk tersebut menghadapi pasar yang seringkali tidak bersahabat dan jarak pagar nampaknya kurang memenuhi persyaratan tersebut.

Pemusatan berlebihan terhadap salah satu jenis tanaman juga akan "menutupi" potensi tanaman sumber energi lain yang barangkali lebih baik ditinjau dari berbagai segi dalam menghasilkan energi alternatif dibanding jarak pagar.

Beberapa tanaman lain juga potensial dan telah dikembangkan menjadi biodiesel di berbagai negara diantaranya kacang tanah, kedelai, *rapeseed*, *linseed*, *safflower*, bunga matahari, kelapa, jagung (Stewart *et al.*, 1981) dan kelapa sawit. Informasi genetik, program pemuliaan untuk memperoleh klon unggul, ketersediaan bibit unggul dan budidaya untuk beberapa tanaman tersebut sudah berkembang cukup lanjut sehingga tingkat kepastian produksi lebih terjamin selain diversitas penggunaan produk cukup tinggi.

#### 2.4. JARAK PAGAR UNTUK MENANGGULANGI KEMISKINAN?

Tujuan lain dari pengembangan jarak pagar di lahan kritis adalah sebagai alternatif untuk menanggulangi kemiskinan. Kemiskinan merupakan suatu kondisi dengan penyebab yang sangat kompleks. Berdasarkan definisi Bank Dunia, individu atau masyarakat disebut miskin bila pendapatannya kurang dari US\$ 1 per hari per kapita. Kemiskinan di dunia menurun cukup tajam dari 29,6 pada tahun 1990 menjadi 23,2 persen pada tahun 1999 (Fischer, 2003). Penurunan kemiskinan di dunia tersebut yang paling besar disumbang oleh Asia atau lebih spesifik lagi China dan India akibat pertumbuhan ekonomi yang tinggi di wilayah tersebut yaitu masing-masing 9 dan 6 persen.

Karena kemiskinan merupakan persoalan kompleks dan multidimensi maka usaha mengatasinya memerlukan pendekatan yang juga sangat beragam. Pendekatan kebijakan menjadi faktor utama yang dapat mengurangi kemiskinan diantaranya melalui keadilan sosial berupa peningkatan

pengeluaran negara untuk pendidikan dan kesehatan, jaring pengaman sosial, perbaikan infrastruktur, pengembangan kelembagaan untuk mengatur ekonomi secara efektif, menciptakan lingkungan yang ramah untuk pengembangan sektor swasta, sistem finansial dan kebijakan makroekonomi serta reformasi pasar tenaga kerja terutama melalui peningkatan pasar tenaga kerja formal (Fischer, 2003).

Pengembangan jarak pagar di berbagai wilayah di Indonesia merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan ketersediaan lapangan pekerjaan. Penciptaan lapangan pekerjaan yang produktif dapat digunakan untuk mengurangi kemiskinan (Klein, 2003). Inovasi kelembagaan dan kemajuan teknik yang saat ini tersedia memungkinkan untuk menciptakan pekerjaan yang produktif lebih cepat dan dalam kuantitas yang lebih besar dibanding dekade-dekade sebelumnya. Investasi, pendidikan, sumber daya, dan teknologi baru yang diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan di wilayah-wilayah miskin saat ini relatif mudah diperoleh. Masalah yang berat adalah kelembagaan yang mampu meramu berbagai faktor produksi tersebut, menggerakkan dan kemudian menterjemahkan menjadi lapangan pekerjaan dan memicu pertumbuhan ekonomi wilayah.

Sektor swasta merupakan kendaraan penting yang mampu menyebarkan *best practice* dan lapangan kerja produktif di wilayah yang didera kemiskinan. Pemerintah bertugas menyediakan ruang, kemudahan dan kesempatan sehingga sektor swasta yang baik kemudian mampu muncul untuk menciptakan kesempatan kerja dan mengurangi kemiskinan. Hanya dengan membuat sumberdaya dan inovasi menjadi tersedia tidak akan mengurangi kemiskinan.

Pengembangan jarak pagar memiliki potensi untuk memicu aktivitas ekonomi yang dimulai dari sektor hulu yaitu usaha pembibitan, penanaman, pemeliharaan, pemanenan hingga hingga sektor hilir yaitu pemrosesan biji jarak menjadi minyak bakar dan biodiesel

Budidaya jarak pagar, sebagai mana usaha tani lainnya merupakan usaha berisiko tinggi, keuntungan rendah dan rentan gagal. Risiko mengecil bila petani atau pengusaha mendapat jaminan bahwa produk yang dihasilkannya akan diterima pasar. Pemerintah dalam berbagai kesempatan menjanjikan akan menampung dan membeli biji jarak dari petani. Keuntungan usaha tani secara umum akan ditentukan oleh harga produk



pada tingkat petani, selain biaya produksi itu sendiri. Karena biji jarak pagar hanya bisa digunakan sebagai bahan baku untuk minyak bakar dan biodiesel maka rejim perdagangan dan harga internasional minyak bumi akan sangat menentukan pendapatan petani. Petani masih akan memperoleh keuntungan bila harga minyak bumi pada level yang terjadi saat ini (lebih tinggi dari US\$ 50 per barel). Pendapatan petani akan terancam dan bahkan merugi bila harga minyak mentah menurun di bawah US\$ 50 per barel.

Dari sisi biaya produksi maka sumber energi asal produk pertanian tidak akan pernah mampu bersaing dengan minyak bumi yang merupakan "hadiah" dari alam dan dihasilkan melalui proses yang berlangsung selama jutaan tahun.

Biaya produksi minyak mentah di Arab Saudi dan beberapa negara Timur Tengah lain sangat murah (dikenal dengan istilah "easy oil") yaitu hanya sekitar US\$ 1,5 per barel. Untuk wilayah-wilayah yang "lebih sulit" semisal Teluk Meksiko dan Siberia biaya produksi mencapai US\$ 15 per barel, meskipun demikian masih jauh lebih murah dari biaya produksi minyak dari produk pertanian yang berkisar antara US\$ 35-45 per barel.

Hal lain yang akan berpengaruh terhadap pendapatan petani adalah tingkat produksi. Produksi optimum jarak pagar adalah sekitar 1,6 kilo liter minyak per ha per tahun, jauh lebih rendah dibanding kelapa sawit (6,1 kilo liter) meskipun relatif lebih tinggi dibanding *mustard*, *rapeseed* maupun kedelai yang masing-masing sebesar 1,3; 1-1,4 dan 0,4-0,5 kilo liter per hektar per tahun (Wikipedia. 2005).

Semakin rendah produksinya maka makin kecil keuntungan yang bisa diperoleh dari usaha jarak pagar sehingga tujuan luhur untuk "mengentaskan kemiskinan" menjadi semakin jauh dari harapan. Jarak pagar rencananya akan ditanam di lahan kritis dengan berbagai keterbatasan yang dimilikinya. Penanaman jarak di lahan kritis tanpa pemeliharaan yang memadai hanya akan menghasilkan biji sebesar 40 hingga 800 kg per hektar per tahun atau setara 13 hingga 264 liter minyak.

Pengembangan jarak di lahan kritis juga akan menghadapi kendala karena antara 80-90% lahan kritis di Indonesia dimiliki oleh pemerintah atau BUMN pemerintah (Perhutani, PTP). Dengan demikian beberapa

persoalan kelembagaan perlu diselesaikan terlebih dahulu sebelum "Gerakan Nasional" tersebut benar-benar memberi manfaat bagi masyarakat luas.

### III. SARAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

1. Perlunya kajian mutakhir dengan skala yang lebih tinggi dari 1:250.000 tentang luas dan distribusi lahan kritis di Indonesia.
2. Perlunya survei, pemetaan dan studi kesesuaian lahan untuk jarak pagar bagi wilayah/daerah yang akan mengembangkan jarak pagar dalam skala besar.
3. Perlu segera dikembangkan program-program skala penelitian, lapang terbatas, dan pilot plant yang dapat dikerjakan oleh BUMN, pemerintah maupun universitas/lembaga penelitian untuk mengkaji secara komprehensif budidaya jarak pagar dan industri hilimya (produksi minyak bakar, biodiesel dan produk turunannya).
4. Program penanaman besar-besaran dan sosialisasi masal penanaman jarak pagar perlu ditunda terlebih dahulu selama 3-5 tahun terutama yang melibatkan petani dan masyarakat luas, sampai semua kajian selesai dikerjakan dan terdapat bukti empiris bahwa penanaman jarak pagar untuk biodiesel benar-benar akan menguntungkan bagi petani, masyarakat dan ketahanan energi nasional
5. Dengan menyadari bahwa keberhasilan usaha pertanian sangat ditentukan dengan ketersediaan bibit yang unggul, maka waktu selama 3-5 tahun diperkirakan cukup memadai untuk mengembangkan dan menyeleksi kultivar unggul yang cocok serta pengembangan usaha pembibitan untuk masing-masing wilayah penanaman.
6. Perlu dikembangkan alternatif pemanfaatan biji jarak pagar bila ternyata harga minyak jarak tidak lagi mampu bersaing dengan minyak bumi. Pengembangan jarak pagar yang tidak beracun merupakan salah satu alternatif pemecahannya.
7. Perlu pengembangan berbagai tanaman lain yang potensial untuk menghasilkan biodiesel, minyak bakar maupun etanol.

#### IV. DAFTAR PUSTAKA

- Adolf, W., Opferkuch, H.J., and Hecker, E. 1984. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species. *Phytochemistry* 23:129-132.
- Banerji, R., Chidwury, A.R., Misra, G., Sudarsanam, G., Verma, S.C., and Srivastava, G.S. 1985. *Jatropha* seed oils for energy. *Biomass* 4, 277-282.
- Departemen Kehutanan. 2002. Statistik Kehutanan Indonesia 2001, Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Departemen Kehutanan.
- Fischer, S. 2003. Globalization and Its Challenges. Citigroup. Ely Lecture presented at American Economic Association meeting in Washington DC, January 3. 39 pages.
- Holtum, R.E. 1939. The genus *Jatropha*. *M.A.H.A Magazine* IX:3-9.
- Khafagy, S.M., Mohamed, Y.A., Abdel Salam, N.A., and Mahmoud, Z.F. 1977. Phytochemical study of *Jatropha curcas*. *Planta Medica* 31:274-277.
- Klein, M. 2003. Ways Out of Poverty. Diffusing Best Practices and Creating Capabilities. Private Sector Advisory Services Department, World Bank. 43 pages.
- Kompas. 2005. Permintaan minyak dunia naik 1,9 persen. *Harian Kompas*, 17 Desember, hal. 22.

## DESAIN *FARMING SYSTEM* BERBASIS TANAMAN JARAK UNTUK KETAHANAN ENERGI DIPEDESAAN.

Dr. M. Yanuar, J. Purwanto

*CREATA-IPB*

### I. PENDAHULUAN

Ketersediaan dan kebutuhan energi di pedesaan erat kaitannya dengan kegiatan produksi pertanian dan perkembangan komunitas di pedesaan. Pertambahan penduduk dan perkembangan pendapatannya akan memberikan peningkatan kebutuhan energi, sementara tingkat adopsi mekanisasi dalam kegiatan produksi pertanian juga mempengaruhi jumlah energi yang dibutuhkan. Ketersediaan energi di pedesaan yang tergantung pada bahan bakar minyak (BBM) sebenarnya masih terbatas, yaitu pada kegiatan transportasi, mekanisasi pertanian dan memasak. Substitusi BBM dengan energi berbasis jarak dapat diwujudkan dalam dua jenis, yaitu minyak bakar dan biodiesel. Minyak bakar dari biji jarak lebih appropriate sebagai alternatif energi di pedesaan, mengingat teknologi untuk memproduksi minyak bakar lebih mudah dikembangkan di pedesaan dibandingkan dengan teknologi yang memproduksi biodiesel. Tetapi minyak bakar tidak dapat digunakan dalam kegiatan produksi yang mengadopsi mekanisasi pertanian, karena mesin dan tenaga mekanisasi pertanian perlu sumber energi BBM ataupun listrik, sehingga hanya biodiesel yang sesuai sebagai bahan pengganti BBM.

Kebutuhan energi di pedesaan pada tingkatan keluarga prasejahtera biasanya dapat dipenuhi oleh sumber energi biomassa dan sedikit BBM, tetapi pada tingkatan keluarga yang sejahtera penggunaan sumber energi biomassa menjadi lebih sedikit, atau bahkan pada keluarga swasembada (lebih tinggi dari keluarga sejahtera) maka biomassa hampir tidak digunakan lagi sebagai sumber energi karena alasan kebersihan dan kepraktisan. Pada keluarga swasembada atau pada kebanyakan keluarga yang sudah lebih tinggi tingkatan kesejahteraannya (seperti keluarga di kota) tidak lagi menggunakan biomassa sebagai sumber energi.

Untuk memenuhi kesejahteraannya, kegiatan produksi memerlukan input energi (investasi) sehingga menghasilkan nilai tambah dan produktivitas yang lebih tinggi, dengan demikian dapat memberikan pendapatan yang lebih besar ataupun meningkatkan kesejahteraan. Investasi tersebut perlu didesain dalam suatu proses adopsi teknologi pertanian dan mekanisasi yang diterapkan dalam kegiatan usahatani di lahan budidayanya (sawah dan tegalan) di pedesaan. Ada keterkaitan antara pemanfaatan lahan untuk produksi energi dari tanaman jarak dan kegiatan intensif melalui adopsi teknologi pertanian dan mekanisasi. Keterkaitan inilah menjadi dasar untuk membuat model ketahanan energi di suatu desa melalui sumber energi berbasis tanaman jarak untuk meningkatkan kesejahteraan petani. Selanjutnya alokasi lahan untuk usaha tani dan pertanaman jarak harus dapat mencukupi kebutuhan energi total di desa tersebut menurut perkembangan populasi desa pada tingkat pertumbuhan dan kesejahteraan tertentu.

Desain farming system yang dirancang berdasarkan adopsi teknologi dan mekanisasi pertanian ini tersebut dapat digunakan untuk perencanaan tapak dan penataan sawah dan tegalan sesuai dengan tingkat adopsi yang berkembang dan sebagai dasar untuk menetapkan program kegiatan revitalisasi pertanian yang berbasis nilai tambah di pedesaan menuju sejalan dengan program industrialisasi pedesaan.

### Tujuan

Makalah ini bertujuan menganalisis ketahanan energi di pedesaan berbasis tanaman jarak dengan membuat desain *farming system* melalui adopsi teknologi pertanian dan mekanisasi untuk meningkatkan nilai tambah dan produktivitas lahan agar kesejahteraan masyarakat di pedesaan meningkat.

Hasil analisis ketahanan energi pedesaan ini selanjutnya menjadi dasar untuk membuat desain tapak dan penataan lahan usahatani dan perkebunan tanaman jarak dan sebagai dasar untuk menetapkan program kegiatan revitalisasi pertanian yang berbasis nilai tambah di pedesaan menuju sejalan dengan program industrialisasi pedesaan

## II. PERENCANAAN DESAIN *FARMING SYSTEM* BERBASIS TANAMAN JARAK

Farming system yang akan dibahas paper ini adalah suatu perencanaan perkembangan sistem pertanian yang mengadopsi teknologi dan mekanisasi pertanian, dimana input energi yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan tingkat adopsi teknologi dan mekanisasi pertanian tersebut sangat nyata jumlah yang diperlukan, sehingga sangat penting dalam konteks ketahanan energi di pedesaan. Penelitian ini baru dalam tahap penyusunan pemodelan, dimana kebutuhan energi total di pedesaan untuk tahap awal ini akan dihitung dari kebutuhan energi dasar penduduk pedesaan dan aplikasi teknologi pertanian (termasuk mekanisasi) pada kegiatan produksi di pedesaan. Pertambahan nilai produk berarti juga kegiatan pasca panen dan pengolahan hasil yang membutuhkan input energi. Dalam model ketahanan energi untuk pedesaan ini kebutuhan energi total yang akan dipenuhi oleh sumberdaya energi pedesaan non BBM, dan sebagai ganti BBM salah satunya adalah sumber energi yang dihasilkan dari tanaman jarak.

Perencanaan desain *farming system* yang dibuat dalam paper ini menggunakan skenario teknologi produksi sederhana maupun teknologi tepat guna yang menggunakan mekanisasi (semi-mekanis), serta adopsi teknologi mekanisasi pertanian untuk usahatani terpadu. Input energi (investasi) yang menghasilkan nilai tambah dan produktivitas yang lebih tinggi perlu dianalisis dalam suatu proses adopsi teknologi pertanian dan mekanisasi yang disesuaikan dengan perkembangan kemajuan komunitas dan kebutuhan teknologi dan mekanisasi pertanian sehingga dapat diterapkan dalam kegiatan usahatani di lahan budidayanya (sawah dan tegalan) di pedesaan. Apabila perencanaan desain *farming system* dapat dihasilkan maka kebutuhan energi yang diperlukannya dapat diketahui selanjutnya jumlah luasan lahan dan teknologi program budidaya jarak yang diperlukan dapat direncanakan. Dalam hal ini terdapat keterkaitan antara pemanfaatan lahan untuk produksi energi dari tanaman jarak dan kegiatan intensif melalui adopsi teknologi pertanian dan mekanisasi. Keterkaitan inilah menjadi dasar untuk membuat model ketahanan energi di suatu desa melalui sumber energi berbasis tanaman jarak untuk meningkatkan kesejahteraan petani

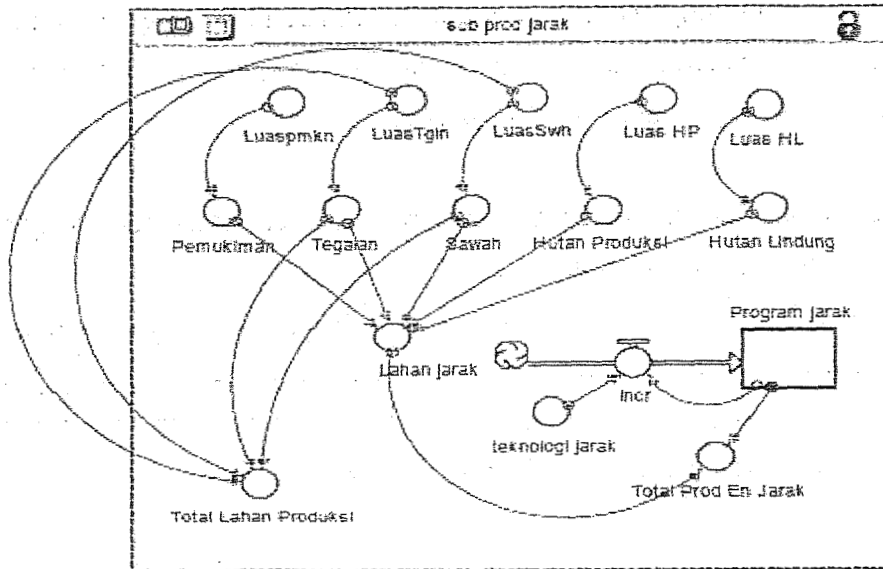
### Analisis ketersediaan lahan untuk energi pedesaan berbasis tanaman jarak

Ketersediaan lahan di pedesaan pada umumnya dapat dibedakan menjadi lahan pemukiman dan pekarangan, lahan sawah, lahan tegalan/kebun campuran, lahan sawah, lahan hutan/kebun produksi dan lahan hutan lindung. Tanaman jarak biasanya hanya tertanam secara sporadis pada pagar dan pembatas pekarangan dan kebun, dengan total luasan tanaman jarak sangat kecil. Untuk dapat menghasilkan biji jarak yang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan energi di suatu desa, maka perlu dicarikan lahan yang dapat ditanami jarak tanpa mengganggu kegiatan pertanian yang sudah ada, yaitu dengan jalan memanfaatkan lahan-lahan yang tidak produktif. Beberapa lokasi yang dapat dipergunakan untuk tanaman jarak dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Persentase maksimum dan minimum untuk tanaman jarak di desa

No	Jenis lahan desa	Tanaman Jarak (% luasan lahan)	Keterangan
1.	Pemukinam/pekarangan	10 %	Maksimum
2.	Sawah	0 %	Maksimum
3.	Tegalan/kebun campuran	25 %	Minimum
4.	Hutan/Kebun Produksi	25 %	Minimum
5.	Hutan Lindung	5 %	Maksimum

Dari persentase luas lahan tersebut, maka dapat diperoleh luas lahan tanaman jarak total yang akan menghasilkan sumber energi di desa tersebut. Selain luasan tanaman jarak, untuk memperoleh energi diperlukan program penanaman jarak yang realistis. Saat ini tanaman jarak yang tumbuh secara liar menghasilkan biji jarak kering sebesar 500 kg per hektar. Produktivitas ini masih dapat ditingkatkan dengan memprogramkan teknologi budidaya jarak untuk mencapai produksi yang lebih tinggi. Pada kondisi yang intensif, produktivitas jarak dapat mencapai 5 ton biji kering per hektar. Diagram model produksi energi di desa berbasis tanaman jarak dapat dilihat pada Gambar 1. berikut



Gambar 1. Diagram alir alokasi lahan jarak dan total energi berbasis tanaman jarak.

Gambar 1. Diagram alir alokasi lahan jarak dan total energi berbasis tanaman jarak. Dalam diagram tersebut terlihat bahwa lahan desa yang menjadi sumber lahan tanaman jarak perlu diprogramkan teknologi budidaya jaraknya, sehingga secara bertahap dengan perhitungan pertambahan produktivitas (*increment productivitas*) akan diketahui tingkat produktivitas pada waktu tertentu.

#### Analisis kebutuhan energi untuk masyarakat desa

Kebutuhan energi untuk masyarakat desa pada umumnya terbatas pada kebutuhan untuk rumah tangga. Di desa, ada beberapa tingkatan rumah tangga, yaitu rumah tangga pra sejahtera, rumahtangga sejahtera dan rumahtangga swasembada. Ketiga tingkatan tersebut dapat digambarkan sebagai jenis kebutuhan energi untuk masyarakat, sehingga dengan mengetahui persentasi ketiga jenis rumah tangga tersebut, maka kebutuhan untuk seluruh populasi masyarakat desa dapat dihitung. Sebagai tahap awal, maka digunakan nilai kebutuhan dasar rumah tangga pra-sejahtera mempunyai angka paling kecil, hal ini dimasukkan untuk memberikan gambaran bahwa rumah tangga yang lebih sejahtera akan memerlukan energi yang lebih besar, dan yang paling besar adalah rumah tangga swasembada, karena kebutuhan energinya bukan lagi semata-mata memenuhi energi dasar, tetapi juga memenuhi kebutuhan energi untuk



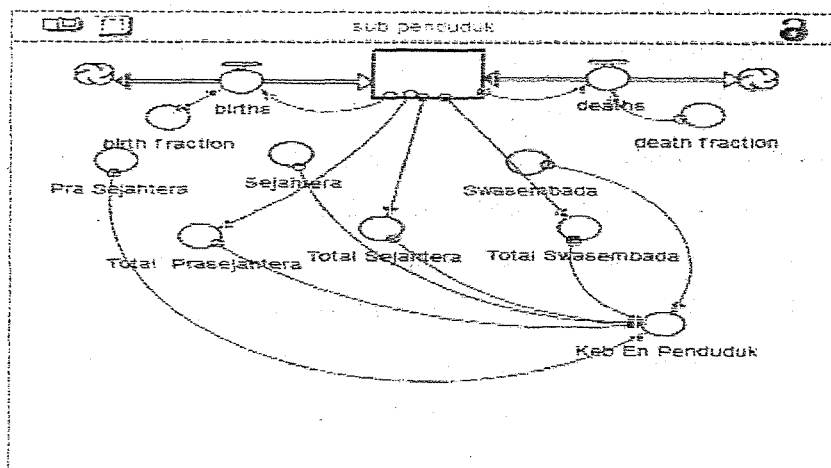
kegiatan lain dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-harinya. Berdasarkan hasil survey kebutuhan energi dasar per kapita per bulan di Indonesia diperoleh data seperti pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Kebutuhan energi dasar per kapita di desa untuk rumah tangga ( dalam SLMT/kapita/bulan)

Lokasi	Kayu bakar	Minyak tanah	Total
Jawa	8.78	2.31	11.09
Luar Jawa	10.62	1.60	12.22

Catatan : K. Abdullah (Dkk, 1998), diolah  
 1 SLMT (setara liter minyak tanah) = 41.84 MJ

Berdasarkan data tersebut, maka dapat diperkirakan jumlah kebutuhan penduduk desa per kapita pertahun sekitar 500MJ/bulan dan untuk keluarga yang sejahtera dan swasembada masing-masing secara berturut-turut adalah 600 MJ/bulan dan 700MJ/bulan. Sementara diantara ketiga jenis keluarga tersebut, jenis yang paling besar pada umumnya adalah keluarga pra sejahtera, yang dalam hal ini akan dimasukkan sebagai input dalam analisis sistem dinamik ketahanan pangan desa yang dibuat. Analisis kebutuhan ini dapat dilihat diagram alirnya pada Gambar 2. Pada Gambar 2 terlihat bahwa kebutuhan energi desa untuk masyarakat dipengaruhi oleh jumlah penduduk yang selalu bertambah dengan laju pertumbuhan penduduk tertentu. Total kebutuhan energi penduduk dihitung dengan mempertimbangkan input persentase rumah tangga pra-sejahtera, sejahtera dan swasembada



Gambar 2. Diagram alir pemodelan kebutuhan energi penduduk

### Desain dan kebutuhan energi farming system desa

Perencanaan desain farming system di desa diarahkan untuk menetapkan grand design adopsi teknologi dan mekanisasi pertanian di lahan usahatani desa untuk mencapai tingkat kesejahteraan petani tertentu yang diindikasikan pada jumlah penggunaan energi yang dipakai pada kegiatan usahatani dengan menggunakan energi yang ada di desa itu sendiri sehingga tercapai ketahanan energi di level desa. Pada tingkat kesejahteraan yang tinggi, maka jumlah energi usahatani akan setara dengan jumlah energi untuk kegiatan usahatani yang mengadopsi tingkat teknologi dan mekanisasi sehingga mempunyai produktivitas dan nilai tambah yang tinggi.

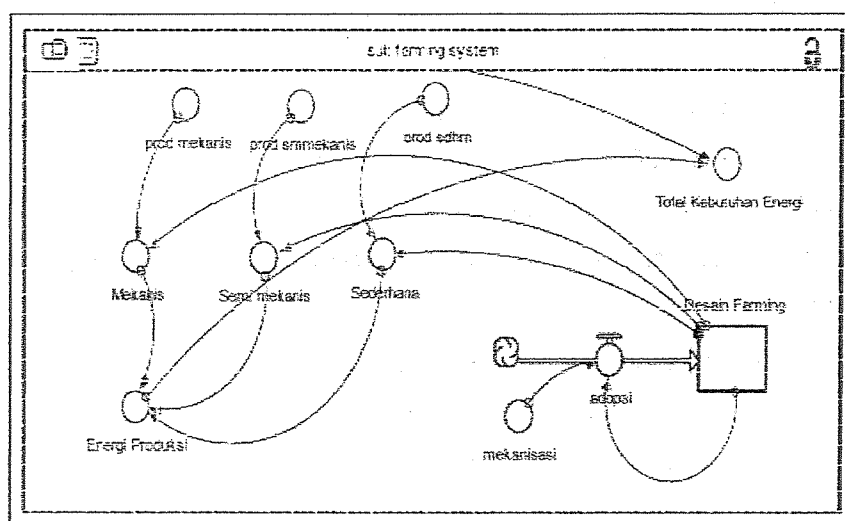
Dalam laporan studi energi usahatani di Indonesia yang dilakukan oleh Kamaruddin A., *et al*, (1990) di Sulawesi Selatan membutuhkan energi sebesar 16000M J/tahun/Ha untuk memproduksi jagung. Sementara di Amerika membutuhkan sekitar 30000MJ/tahun/Ha untuk usahatani yang sama (Creata 1991). Dengan analogi yang sama maka apabila input energi yang tinggi akan menaikkan produktivitas dan nilai tambah untuk kesejahteraan petani dan seyogyanya energi tersebut dapat dipenuhi dari desa itu sendiri.

Dalam analisis *farming system* yang diusulkan, dibedakan tiga jenis yaitu:

- a. *Farming system* dengan teknologi produksi yang saat ini dikuasai petani, jenis ini membutuhkan energi sekitar 16000 MJ/tahun/Ha.
- b. *Farming system* dengan teknologi semi-mekanis, dimana mekanisasi sudah mulai diadopsi pada kegiatan prapanen, jenis ini membutuhkan energi sekitar 20000 MJ/tahun/Ha.
- c. *Farming system* dengan mengadopsi teknologi dan mekanisasi pertanian untuk kegiatan pra dan pasca panen dalam usahatani terpadu yang membutuhkan input energi sekitar 30000 MJ/tahun/Ha.

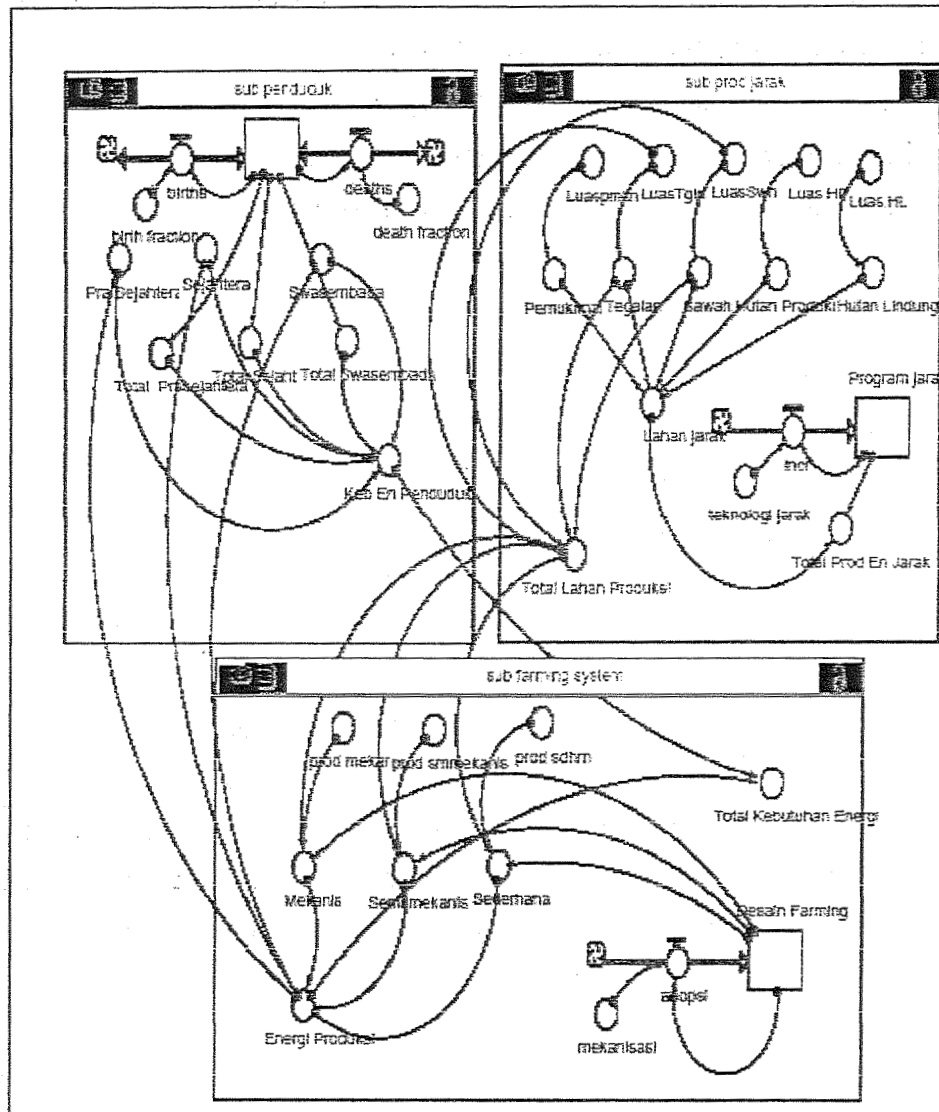
Input energi di desa diperhitungkan dalam analisis sistem dinamis yang pada gilirannya akan menaikkan input energi pada keluarga pra-sejahtera, hal ini berarti keluarga pra sejahtera tersebut akan semakin tinggi kesejahteraannya. Demikian pula pada jenis keluarga yang lain akan menggunakan input energi yang lebih tinggi dengan desain *farming system* yang ditetapkan. Proses adopsi teknologi pertanian dan mekanisasi yang disesuaikan dengan perkembangan kemajuan komunitas dan kebutuhan

teknologi dan mekanisasi pertanian sehingga dapat diterapkan dalam kegiatan usahatani di lahan budidayanya (sawah dan tegalan) di pedesaan. Apabila perencanaan desain *farming system* dapat dihasilkan maka kebutuhan energi yang diperlukannya dapat diketahui selanjutnya jumlah luasan lahan dan teknologi program budidaya jarak yang diperlukan dapat direncanakan. Dalam hal ini terdapat keterkaitan antara pemanfaatan lahan untuk produksi energi dari tanaman jarak dan kegiatan intensif melalui adopsi teknologi pertanian dan mekanisasi. Keterkaitan inilah menjadi dasar untuk membuat model ketahanan energi di suatu desa melalui sumber energi berbasis tanaman jarak untuk meningkatkan kesejahteraan petani. Proses perencanaan desain *farming system* ini dapat dilihat diagram alirnya pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Diagram alir sub desain farming system

Pada gambar 3 tersebut dapat dilihat program mekanisasi yang merupakan input laju adopsi desain *farming system* direncanakan agar pada masa yang akan datang *farming system* di desa tersebut dapat diketahui level input energinya. Keterkaitan antara luasan jarak dan produksi energi jarak, desain *farming system* dan perubahan tingkat kesejahteraan rumahtangga masyarakat desa yang juga akan membutuhkan energi yang lebih tinggi di desa dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Diagram alir proses perencanaan desain farming system pedesaan untuk ketahanan energi berbasis tanaman jarak

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan disain farming system untuk ketahanan energi dipedesaan berbasis jarak yang dihasilkan berupa model sistem dinamik yang disusun menggunakan program STELA ver 8.1. Model ini masih pada tahap awal dalam kerangka membangun desa yang mempunyai ketahanan energi berbasis tanaman jarak yang disusun CREATA Institut Pertanian Bogor, masih belum dilakukan verifikasi di lapangan. Sebagai

tahap awal, model dioperasikan dengan menggunakan data desa sintetis dengan data dasar potensi desa sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk = 1000 jiwa
2. Prasejahtera = 80 % penduduk
3. Sejahtera = 15 % penduduk
4. Swasembada = 5 % penduduk
5. Luas lahan desa = 5000 Ha
6. Luas pemukiman = 500 Ha
7. Luas sawah = 500 Ha
8. Luas tegalan = 2000 Ha
9. luas hutan produksi/kebun = 1000 Ha
10. Luas hutan lindung = 1000 Ha

Dari data potensi desa tersebut, jumlah penduduk yang ada sebagai masukan awal untuk tahun 2005, dengan asumsi bahwa laju pertumbuhan penduduk tetap sebesar 2,5% per tahun, laju program jarak sebesar 10% per tahun dan tingkat laju adopsi teknologi dan mekanisasi pertanian sebesar 3% per tahun serta produksi energi setara biodiesel dengan konversi 25 % biji kering menjadi biodiesel. Simulasi dilakukan sampai tahun 2030, input model selengkapnya disajikan pada Lampiran 1. Simulasi dilakukan untuk menguji respon model sistem dinamik yang dibangun pada berbagai tingkat alokasi penggunaan lahan desa untuk ditanami jarak. Alokasi lahan desa untuk tanaman jarak yang diujicobakan pada model adalah sebagai berikut:

Skenario ke-1:

1. Penggunaan lahan pemukiman (jalur pagar) = 10 % areal
2. Penggunaan lahan sawah = 0 % areal
3. Penggunaan lahan tegalan (non intensif) = 25 % areal
4. Penggunaan hutan produktif (non intensif) = 25 % areal
5. Penggunaan hutan lindung (bufer kebakaran) = 5 % areal

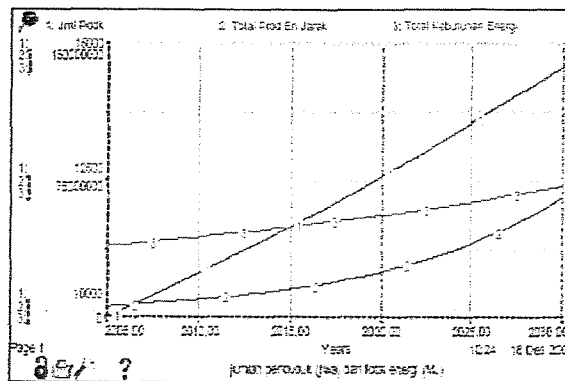
Skenario ke-2:

1. Penggunaan lahan pemukiman (jalur pagar) = 10 % areal
2. Penggunaan lahan sawah = 0 % areal
3. Penggunaan lahan tegalan (non intensif) = 50 % areal
4. Penggunaan hutan produktif (non intensif) = 50 % areal
5. Penggunaan hutan lindung (bufer kebakaran) = 5 % areal

Skenario ke-3:

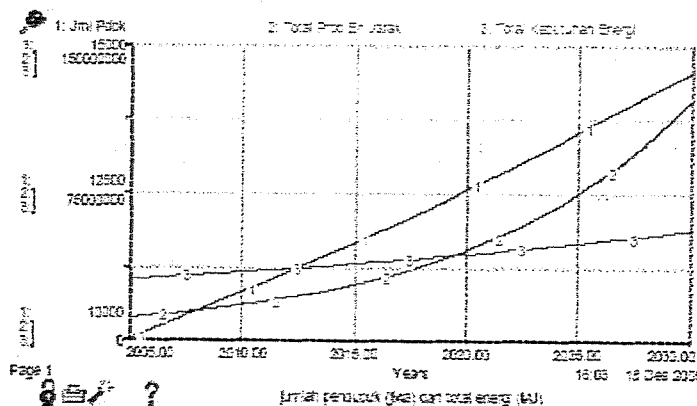
1. Penggunaan lahan pemukiman (jalur pagar) = 10 % areal
2. Penggunaan lahan sawah = 0 % areal
3. Penggunaan lahan tegalan (non intensif) = 75 % areal
4. Penggunaan hutan produktif (non intensif) = 75 % areal
5. Penggunaan hutan lindung (bufer kebakaran) = 5 % areal

Hasil simulasi untuk masing-masing skenario dapat dilihat pada Gambar 5, 6 dan 7 berikut.



Gambar 5. Perkembangan jumlah penduduk, kebutuhan energi desa dan produksi energi jarak pada skenario 1

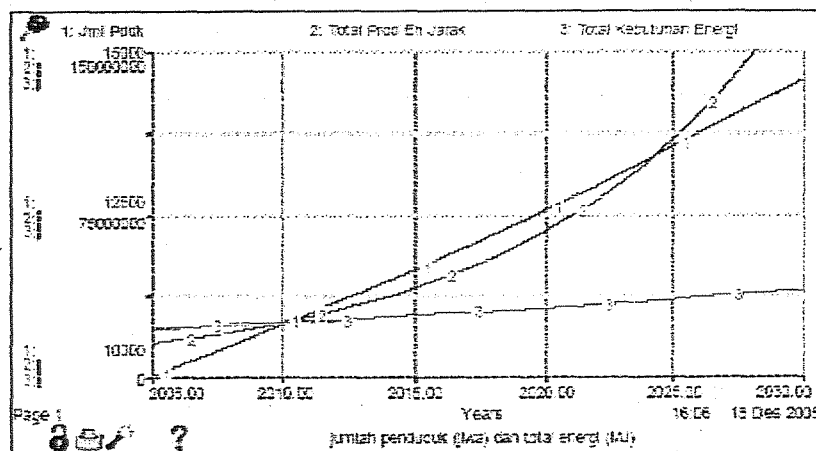
Hasil skenario ke-1 menunjukkan bahwa dengan luasan jarak yang masih terbatas (lihat skenario 1), maka sampai tahun 2025 total energi jarak yang dihasilkan tidak mencukupi kebutuhan energi desa dengan desain *farming system* yang dipilih. Untuk itu perlu dilakukan penambahan areal tanam jarak di lahan tegalan dan hutan kebun produksi.



Gambar 6. Perkembangan jumlah penduduk, kebutuhan energi desa dan produksi energi jarak pada skenario 2.

Hasil simulasi dengan luasan tanaman jarak yang lebih besar pada skenario ke-2, masih diperlukan tambahan energi dari sumber lain untuk memenuhi *kebutuhan* energi desa pada desain farming system yang sama dengan skenario ke-1.

Tercapainya swasembada energi pada tahun 2020 tentunya dapat dipercepat lagi seperti disajikan pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Perkembangan jumlah penduduk, kebutuhan energi desa dan produksi energi jarak pada skenario 3.

Hasil skenario ke-3 menunjukkan tercapainya swasembada energi di desa pada sekitar tahun 2010 merupakan hasil yang realistis mengingat program energi jarak baru dimulai. Apabila hal ini digunakan untuk mensetup program ketahanan energi di desa, maka berarti desain farming system, program jarak harus dilaksanakan pada program laju peningkatan adopsi teknologi dan mekanisasi pertanian sebesar 3% per tahun dan laju produksi program jarak sebesar 10% per tahun pada lahan jarak di desa seluas alokasi pada skenario ke-3. Dengan hasil ini maka institusi yang berkaitan dengan kedua program tersebut dapat menjabarkan dengan kegiatan operasionalnya. Hasil simulasi ketiga, masih perlu dilihat pada indikator kesejahteraan petaninya. Dengan desain farming system yang diprogramkan, maka terjadi kenaikan input energi yang cukup besar, hal ini seharusnya berdampak pada kenaikan produktivitas dan nilai tambah pada usahatani masyarakat desa. Besarnya input energi yang harus disediakan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Perkembangan penduduk dan energi di desa berdasarkan skenario ke-3.

Tahun	Jumlah Penduduk Desa (jiwa)	Produksi Energi jarak (MJ)	Kebutuhan Energi Desa (MJ)
2005	10.000.00	14.687.500.00	21.693.000.00
2010	10.941.71	26.737.546.18	24.855.850.74
2015	11.793.86	44.048.683.99	27.929.539.96
2020	12.712.38	72.567.861.98	31.468.630.26
2025	13.702.43	119.551.689.54	35.546.972.02
2029	14.549.71	178.239.859.09	39.255.206.32

Dari Tabel 2 diatas dapat dilihat perkembangan adopsi teknologi dan mekanisasi pertanian dalam bentuk input energi yang sudah bertambah menjadi hampir dua kali lipat dibandingkan dengan input energi saat ini seharusnya ditunjukkan pada peningkatan kesejahteraan petani.

#### IV. KESIMPULAN

Dari seluruh rangkaian isi paper dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain farming system yang dikembangkan untuk ketahanan energi di pedesaan dapat ditetapkan menggunakan pemodelan sistem dinamik
2. Komponen tingkat kesejahteraan dan program laju pertumbuhan penduduk, komponen tingkat adopsi dan program teknologi mekanisasi dan pertanian serta penetapan alokasi lahan tanaman jarak dan program budidayanya menjadi unsur penting dalam pencapaian ketahanan energi di pedesaan
3. Pemodelan sistem dinamik yang dibangun sudah mampu menetapkan desain farming system melalui skenario ke-3 yang mencapai ketahanan energi berbasis jarak pada sekitar tahun 2010 (swasembada energi di desa) dengan program program jarak harus dilaksanakan antara lain program laju peningkatan adopsi teknologi dan mekanisasi pertanian sebesar 3% per tahun, program laju produksi jarak sebesar 10% per tahun untuk tanamn jarak di desa seluas 75 % lahan tegalan dan 75 % lahan kebun/hutan produksi, 10 % lahan pemukiman pekarangan dan 5 % lahan hutan lindung. Khusus pada hutan lindung ini jarak ditanam



pada areal penyangga baik pinggir hutan maupun untuk mitigasi kebakaran hutan.

4. Hasil skenario ke-3 juga menunjukkan pemakaian energi tingkat usahatani bertambah menjadi hampir dua kali lipat dibandingkan dengan input energi saat ini, hal ini menunjukkan bahwa kesejahteraan petani dapat meningkat sejalan dengan kenaikan produktivitas dan nilai tambah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fleming, G. 1975. Computer Simulation Techniques. ELSEVIER Environmental Science Service. New York
- Martin, L. A. 1997. First Step, MIT System Dynamics in Education Project. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts. USA
- Kamaruddin A. dkk. 1998. Energi dan Listrik Pertanian. Creaa-IPB.
- Kamaruddin A dkk. 1990. Penggunaan Energi Alternatif untuk Pertanian. Dalam Keteknikan Pertanian Tingkat Lanjut. CREATA-IPB. CREATA. 1991. Advance Agricultural Engineering. Academic Development of the Graduate Program. IPB.

Lampiran 1. Input yang digunakan untuk simulasi

Desain produksi energi jarak:

1. Produktivitas awal = 500 kg/Ha
2. Produktivitas akhir = 6000 kg/Ha
3. Target laju peningkatan produksi jarak = 10 %/tahun

Skenario Pemanfaatan lahan untuk

jarak: Skenario ke-1:

6. Penggunaan lahan pemukiman (jalur pagar) = 10 % areal
7. Penggunaan lahan sawah = 0 % areal
8. Penggunaan lahan tegalan (non intensif) = 25 % areal
9. Penggunaan hutan produktif (non intensif) = 25 % areal
10. Penggunaan hutan lindung (bufer kebakaran)= 5 % areal

Skenario ke-2:

6. Penggunaan lahan pemukiman (jalur pagar) = 10 % areal
7. Penggunaan lahan sawah = 0 % areal
8. Penggunaan lahan tegalan (non intensif) = 50 % areal
9. Penggunaan hutan produktif (non intensif) = 50 % areal
10. Penggunaan hutan lindung (bufer kebakaran) = 5 % areal

Skenario ke-3:

6. Penggunaan lahan pemukiman (jalur pagar) = 10 % areal
7. Penggunaan lahan sawah = 0 % areal
8. Penggunaan lahan tegalan (non intensif) = 75 % areal
9. Penggunaan hutan produktif (non intensif) = 75 % areal
10. Penggunaan hutan lindung (bufer kebakaran)= 5 % areal

Desain farming system:

1. Mekanisasi awal (tradisional 16000 MJ) = 100 %
2. Adopsi mekanisasi ( 30000 MJ) = 200%
3. Target laju adopsi mekanisasi = 3 %/tahun
4. Usahatani sederhana awal = 70% lahan  
(sawah dan tegalan)

Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn) Untuk Biodiesel dan Minyak Bakar, Bogor, 22 Desember 2005

5. Usahatani semi mekanis = 20% lahan  
(sawah dan tegalan)
6. Usahatani mekanisasi = 10% lahan  
(sawah dan tegalan)

Kebutuhan energi dasar penduduk pedesaan:

1. Penduduk Pra-sejahtera = 500 MJ/bulan
2. Penduduk Sejahtera = 600 MJ/bulan
3. Penduduk Swasembada = 700 MJ/bulan

**ANALISIS KEBIJAKAN PEMERINTAH DI BIDANG ENERGI: PENANAMAN  
JARAK PAGAR SEBAGAI SOLUSI ALTERNATIF PENGADAAN  
SUMBERDAYA ENERGI TERBARUKAN<sup>1</sup>**

**Arief Daryanto**

Direktur Program Manajemen dan Bisnis, Sekolah Pascasarjana  
Institut Pertanian Bogor

**I. PENDAHULUAN**

Masalah keterbatasan ketersediaan sumberdaya bahan bakar telah menjadi fokus perhatian dari berbagai pihak. Hal tersebut sangat beralasan, mengingat perekonomian Indonesia saat ini masih sangat tergantung pada minyak dan gas bumi. Dilain pihak, krisis energi akibat menurunnya cadangan minyak dan gas alam yang telah berakibat terhadap melambungnya harga minyak, dari USD 19,62 per barel pada tahun 1995 menjadi USD 43.65 per barel menjelang pertengahan tahun 2005 (Tabel 1) dirasakan sangat mempengaruhi kenaikan harga BBM di level nasional di hampir semua negara di dunia, termasuk Indonesia.

Tabel 1. Perkembangan dan Peramalan Harga Minyak Dunia, 1995-2025

Tahun	Harga Minyak (USD/barel)	Dugaan Harga Minyak pada Level Tertinggi (USD/barel)	Tahun	Harga Minyak (USD/barel)	Dugaan Harga Minyak pada Level Tertinggi (USD/barel)
1995	19.62		2011	31.27	37.73
1996	23.18		2012	31.53	38.47
1997	20.42		2013	31.80	39.20
1998	13.11		2014	32.07	39.93
1999	18.51		2015	32.33	40.67
2000	29.12		2016	32.60	41.40
2001	22.58		2017	32.87	42.13
2002	24.03		2018	33.13	42.87
2003	27.74		2019	33.4	43.60
2004	36.98		2020	33.67	44.34
2005	43.63		2021	33.93	45.07
2006	37.98	37.98	2022	34.2	45.80
2007	35.25	37.75	2023	34.46	46.54
2008	33.25	37.50	2024	34.73	47.27
2009	32.00	37.25	2025	35.00	48.00
2010	31.00	37.00			

Sumber : EIA (2005)

Keterangan : Harga minyak 2006-2005 adalah hasil pendugaan pada posisi rasional serta level tertinggi

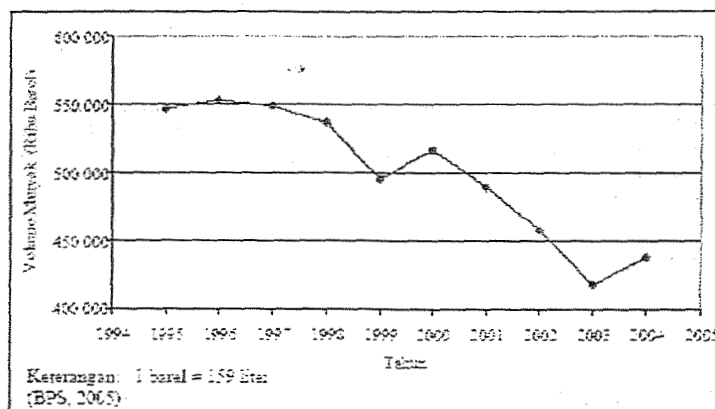
Selain itu, semakin sulitnya ditemukan ladang minyak dan gas yang baru mengakibatkan persediaan cadangannya pun menipis. Saat ini, setidaknya dari setiap 10 liter minyak mentah yang dibakar, hanya dapat ditemukan sekitar empat liter minyak mentah cadangan yang baru, sehingga persediaan minyak pun diduga hanya akan cukup untuk menutupi kebutuhan konsumsi dunia hingga 200 tahun ke depan (<http://cdc.eng.ui.ac.id/article/articleview/3241/1/2/>). Pada tahun 2025 mendatang, harga minyak tertinggi diperkirakan akan mencapai 48 USD/barel (EIA, 2005).

Kondisi tersebut mengharuskan ditemukannya kembali berbagai sumber energi baru, yang selain ketersediaannya berlimpah, juga harus dapat diproduksi dan dikonsumsi secara ekonomis. Dilain pihak, dengan munculnya kesadaran masyarakat terhadap keberlanjutan ekosistem dan lingkungan, maka sumber energi baru tersebut juga harus bersifat ramah lingkungan, tidak saja mempertahankan kondisi lingkungan yang ada, tapi juga harus mampu memperbaiki kerusakan lingkungan yang telah terjadi.

Dari berbagai riset dan pengembangan terhadap produksi energi berbasis biodiesel, ditemukan bahwa tanaman jarak pagar merupakan tanaman yang paling ekonomis dalam menghasilkan minyak biodiesel. Selain ketersediaan tanamannya yang berlimpah, bersifat berkelanjutan (*sustainable*) dan mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan, produktivitasnya pun cukup tinggi dan paling ekonomis. Hal tersebut menjadi daya tarik untuk pengembangan biodiesel jarak pagar, yang apabila diimplementasikan dalam waktu dekat, maka dari kegiatan pengembangannya, setidaknya dapat dilakukan penghematan BBM sekitar 100.000 barel per hari (Pertamina, [http://members.bumnri.com/pertamina/news.html?news\\_id=9470](http://members.bumnri.com/pertamina/news.html?news_id=9470)). Dengan adanya minat yang sangat besar untuk memanfaatkan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif, selain juga pengaruh pentingnya bahan bakar untuk menjaga kestabilan ekonomi-sosial-politik negara, maka pemerintah perlu mengatur dan membentuk kebijakan yang mampu meregulasi, melindungi, memfasilitasi, serta menjaga pemanfaatannya sebagai bahan bakar pensubstitusi BBM.

## II. PERKEMBANGAN PRODUKSI, HARGA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK

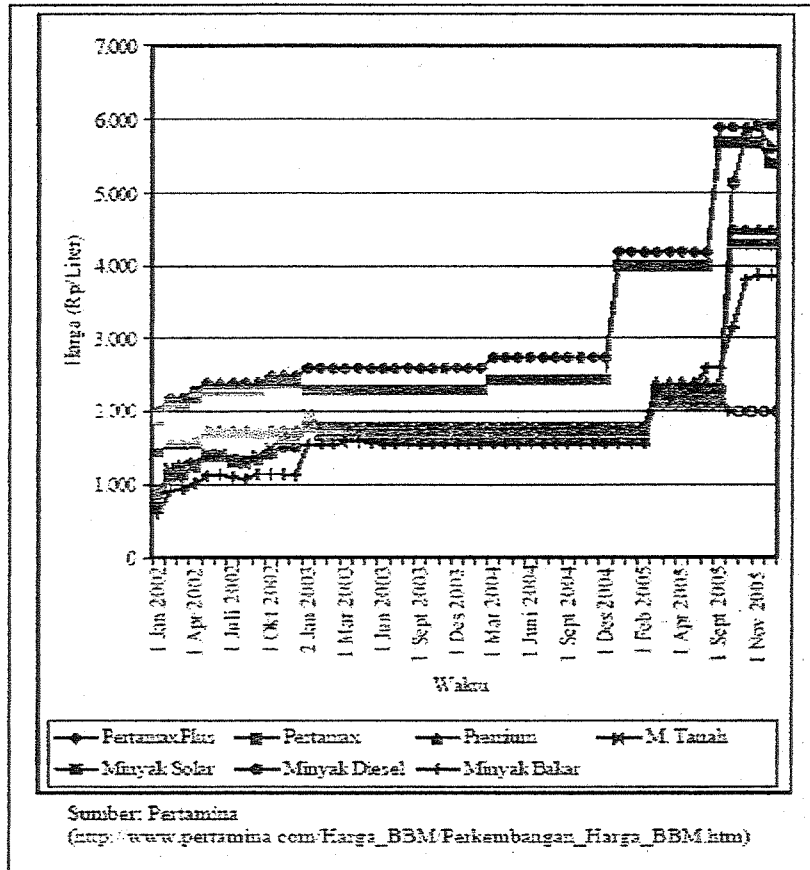
Isu menipisnya persediaan sumberdaya bahan bakar minyak bumi dan gas dalam beberapa bulan terakhir telah dijadikan fokus pemikiran dari banyak pihak, tidak hanya kalangan pengguna dan penghasil sumber energi, tetapi juga pemerintah sebagai pusat eksekusi kebijakan. Mengingat kedudukannya yang sangat vital dalam menentukan stabilitas perekonomian negara, ketersediaan sumber bahan bakar minyak bumi dan gas yang semakin menipis telah berimplikasi terhadap peningkatan harga minyak bumi dunia, maupun sektor-sektor perekonomian, sosial, budaya dan politik, baik di Indonesia, maupun beberapa negara lain di dunia, yang hingga saat ini masih sepenuhnya mengandalkan minyak bumi dan gas sebagai bahan bakar penghasil energi. Dalam periode 1995-2004, produksi minyak mentah nasional rata-rata mengalami penurunan 12.06 juta barel per tahun, atau sekitar 2.31% per tahun (Gambar 1).



Gambar 1. Perkembangan Produksi Minyak Mentah Indonesia, Periode 1995-2004

Ditinjau dari perkembangan harga bahan bakar minyak dunia dan nasional, selain telah terjadi krisis harga minyak di level dunia pada pertengahan tahun 2004 yang lalu (dengan harga di atas USD 43 per barel (Tabel 1), tampak bahwa dalam kurun waktu tiga tahun telah terjadi peningkatan harga bahan bakar di level nasional yang cukup tinggi. Berdasarkan harga yang ditetapkan melalui kebijakan pemerintah, hingga awal November 2005 yang lalu, harga minyak tanah meningkat dua kali lipat dari harganya pada tahun 2002, sedangkan harga Pertamina Plus,

Pertamax dan Premium meningkat hingga tiga kali lipatnya. Harga minyak solar meningkat lima kali lipat, sedangkan harga minyak diesel dan minyak bakar masing-masing meningkat enam dan delapan kali lipat (Gambar 2).



Gambar 2. Perkembangan Harga Bahan Bakar Nasional, Periode 2002-2005

Dilain pihak jumlah BBM yang dikonsumsi di level nasional cenderung mengalami peningkatan, dari 50.78 juta kiloliter pada tahun 1999 yang lalu, menjadi sekitar 60.14 juta kiloliter pada tahun 2004, atau terjadi peningkatan kebutuhan konsumsi sekitar 1.88 juta kiloliter BBM per tahun (nilai tersebut setara dengan peningkatan kebutuhan BBM hingga 3.5 persen per tahun) (Tabel 2).

Tabel 2. Volume Konsumsi BBM Nasional, 1999-2004

Tahun	Volume (kiloliter)	Tahun	Volume (kiloliter)
1999	50,78	2002	57,80
2000	54,82	2003	61,03
2001	55,90	2004	60,14

Sumber : Hutasoit (2005)

Ditinjau dari kontribusi BBM dalam bentuk pertambangan dan penggalian minyak dan gas bumi serta industri pengolahan minyak dan gas terhadap PDB Nasional, tampak bahwa kontribusi pertambangan dan penggalian minyak dan gas bumi terhadap PDB Nasional mengalami penurunan dari Rp 117 156 miliar (8,43 persen dari total nilai PDB Nasional) pada tahun 2000 menjadi Rp 98 638 miliar (5,94 persen dari nilai total PDB Nasional) pada akhir tahun 2004 (rata-rata mengalami penurunan nilai sebesar Rp 4 629 miliar per tahun atau penurunan kontribusi terhadap total PDB Nasional sebesar 4,21 persen per tahun). Selain itu, industri pengolahan migas pun tampaknya tidak memberikan perubahan kontribusi yang cukup berarti bagi kinerja PDB Nasional. Pada periode yang bersamaan, kontribusi industri pengolahan minyak dan gas bumi terhadap PDB Nasional mengalami penurunan dari Rp. 54 280 miliar (3,91% dari total nilai PDB) pada tahun 2000 menjadi Rp 50 84 miliar (3,02% dari total nilai PDB) pada tahun 2004 (rata-rata mengalami penurunan nilai sebesar Rp 1 024 miliar per tahun atau penurunan kontribusi terhadap total PDB Nasional sebesar 1,87 persen per tahun) (Tabel 3).

Tabel 3. Produk Domestik Bruto Atas Dasar Harga Konstan 2000 untuk Pertambangan dan Penggalian Minyak dan Gas Bumi serta Industri Pengolahan Minyak dan Gas Bumi, Periode 2000-2004

Tahun	Pertambangan dan Penggalian Minyak dan Gas Bumi		Industri Pengolahan Minyak dan Gas Bumi		Total PDB
	Nilai	Persentase	Nilai	Persentase	Nilai
	(Miliar Rupiah)	(%)	(Miliar Rupiah)	(%)	(Miliar Rupiah)
2000	117156,0	8,43	54279,9	3,91	1389770
2001	111450,8	7,72	50894,9	3,53	1442985
2002	108130,6	7,18	52179,5	3,46	1506124
2003	103083,7	6,53	52609,2	3,33	1579559
2004	98638,3	5,94	50183,7	3,02	1660579

Sumber : BPS (2005)



### III. PENANAMAN JARAK PAGAR: PRODUKSI SUMBERDAYA BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Produksi sumberdaya energi berbasis minyak fosil (minyak dan gas bumi) yang selama ini dilakukan memiliki beberapa karakteristik yang menimbulkan tingkat ketergantungan yang sangat tinggi di dunia. Nasir *et al.* (2005) mengemukakan beberapa karakteristik BBM yang mengakibatkan tingginya ketergantungan tersebut, seperti dijelaskan berikut ini.

Sumberdaya minyak memiliki cadangan yang terbatas, sehingga peningkatan konsumsi minyak yang dilakukan secara terus-menerus tidak akan mungkin memberikan penambahan cadangan. Hal tersebut mengakibatkan kenaikan harga minyak menjadi semakin tinggi, yang pada akhirnya dapat berakibat pada meningkatnya resiko krisis ekonomi, bahkan gangguan terhadap stabilitas politik negara.

- i. Ditinjau dari segi keseimbangan dan pelestarian lingkungan, emisi gas yang dihasilkan dari pembakaran minyak telah mengakibatkan berbagai kerusakan ekologi, yang pada akhirnya secara langsung maupun tidak langsung mengganggu pertumbuhan dan kestabilan ekonomi negara.
- ii. Potensi sumberdaya minyak pada umumnya hanya ditemukan di beberapa wilayah secara terbatas. Dilain pihak, minyak menjadi kebutuhan dasar yang diperlukan di setiap wilayah di penjuru dunia.
- iii. Ekstraksi minyak bumi dan gas hanya memungkinkan dilakukan oleh beberapa perusahaan berskala besar (investasi, modal dan skala usaha), sehingga selain memanfaatkan kecanggihan teknologi, perusahaan tersebut juga telah dioperasikan dalam jaringan ekonomi yang besar (jaringan kartel), yang mengakibatkan seluruh infrastruktur pendukungnya pun harus dioperasikan dengan menggunakan teknologi canggih (memerlukan modal, biaya investasi dan biaya operasional yang sangat tinggi). Dengan karakteristik investasi tinggi dan aplikasi teknologi canggih, tidak diperlukan sumberdaya manusia dalam jumlah besar. Hal tersebut tidak mendukung terlaksananya pemanfaatan dan pengalokasian kerja bagi sejumlah sumberdaya manusia, terutama yang tersebar di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia.

Dari berbagai kondisi yang dikemukakan sebelumnya, tampak bahwa penurunan volume produksi yang diikuti dengan peningkatan permintaan BBM mengakibatkan harga BBM di dalam negeri mengalami peningkatan yang cukup tinggi. Hal tersebut sangat mempengaruhi kinerja perekonomian nasional, mengingat kenaikan harga BBM telah berimplikasi terhadap peningkatan biaya produksi produk dan jasa, yang pada akhirnya berimplikasi pula terhadap peningkatan harga jual produk dan jasa yang nilainya cukup memberatkan bagi masyarakat, terutama yang berasal dari golongan masyarakat menengah ke bawah. Hal tersebut mendorong dilakukannya pencarian dan pemanfaatan sumber energi baru (energi alternatif) yang keberadaannya masih berlimpah. Dikemukakan pula bahwa pemilihan sumber energi alternatif tersebut harus dilandasi oleh beberapa kriteria, seperti dinyatakan berikut ini.

- Harus berasal dari sumberdaya terbarukan, agar mendukung implementasi sistem energi berkelanjutan dan sistem perekonomian berkelanjutan.
- Proses transformasi bahan bakar harus menghasilkan emisi serendah mungkin, agar tidak merusak lingkungan.
- Sumber energi harus tersedia secara menyebar, sehingga tidak terkonsentrasi di salah satu wilayah saja. Dengan demikian, untuk menghasilkan sumber energi tersebut tidak diperlukan rantai ekonomi global.

Berbagai kegiatan riset dan pengembangan yang didasari oleh tiga pertimbangan penting di atas telah dilakukan untuk mengeksplorasi kemungkinan dilakukannya pengembangan biodiesel sebagai salah satu sumber energi alternatif. Pengembangan biodiesel tersebut dijadikan pilihan karena beberapa alasan. Pertama, teknologi yang diperlukan untuk menghasilkan biodiesel cukup sederhana, dimana prosesnya melibatkan suhu dan tekanan yang rendah, serta teknologi prosesnya sudah dikuasai secara lokal. Kedua, produk biodiesel memiliki berbagai keunggulan, terutama yang berhubungan dengan karakteristiknya yang ramah lingkungan (hal ini sejalan dengan pemberlakuan peraturan emisi internasional, sehingga berpeluang membuka pasar nasional maupun internasional). Ketiga, dengan biaya produksi yang cukup murah, kedudukan biodiesel pun menjadi semakin kompetitif pada saat harga BBM meningkat. Keempat,

bahan baku yang dibutuhkan untuk menghasilkan biodiesel terdapat secara melimpah di berbagai lokasi di Indonesia (Wirawan, 2005). Pengembangan biodiesel yang dilakukan melalui pemanfaatan kelapa sawit, jagung, bunga matahari maupun jarak pagar (biodiesel) sebagai sumber bahan baku penghasil minyak untuk energi alternatif pun telah dikembangkan (Ali, 2005). Melalui berbagai riset dan pengembangan yang telah dilakukan dalam waktu beberapa tahun terakhir, jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) terpilih sebagai tanaman sumber energi alternatif. Hal tersebut dikemukakan karena beberapa alasan berikut (Hamdi, 2005).

Tanaman jarak pagar dapat hidup dalam berbagai kondisi lahan. Tanaman tersebut dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah hingga dataran tinggi (pegunungan), termasuk pula di lahan-lahan kritis dan tandus. Selain itu, tanaman tersebut juga sangat produktif, karena setelah berusia lima bulan, Jarak Pagar telah mampu menghasilkan buah untuk ditanam, selain juga tidak memiliki hama secara spesifik. Apabila tidak terjadi gangguan fisik apapun, tanaman tersebut mampu mempertahankan produktivitasnya hingga berusia 50 tahun. Dengan kemampuan biji serta kulit biji buah jarak kering yang dapat menghasilkan minyak (masing-masing 33% dan 50% dari bobot keringnya), maka setidaknya dapat dihasilkan minyak jarak sebanyak 1 900 liter dari setiap 12,5 ton biji jarak.

- Dengan produktivitas sekitar 10 ton/ha, serta harga biji jarak kering Rp 500,-/kg, petani yang membudidayakan tanaman tersebut dapat meningkatkan penghasilannya hingga Rp 5 juta per tahun per hektar. Apabila program penanaman jarak pagar dilakukan untuk menghijaukan 10 juta hektar lahan kritis dalam kurun waktu tiga tahun (setara dengan separuh dari luas lahan kritis Indonesia saat ini), secara keseluruhan, diestimasi tidak kurang dari sepuluh juta keluarga petani produktif akan menghasilkan pendapatan sebesar Rp 50 triliun per tahun.
- Apabila budidaya jarak pagar dan pengolahan minyak bijinya dapat dijalankan secara profesional dan optimal untuk mensubstitusi penggunaan sekitar 40 juta kiloliter minyak solar, minyak diesel, minyak tanah dan minyak bakar dalam setahun, maka melalui program tersebut akan dapat dihemat devisa sebesar USD 17,2 milyar per tahun (diasumsikan bahwa dalam waktu satu tahun dapat dihasilkan

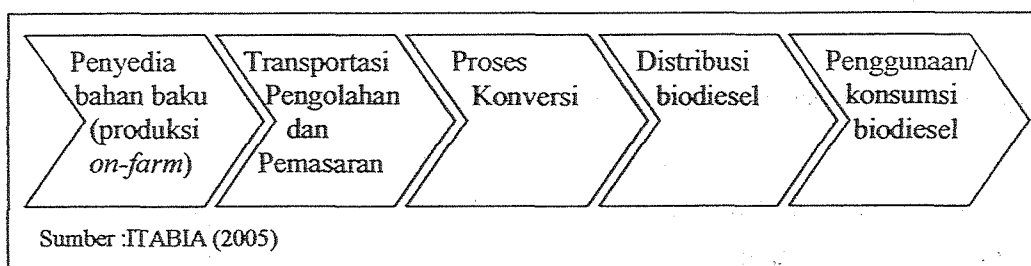
- minyak jarak pagar sebanyak 4300 liter/ha, dengan pertimbangan bahwa harga solar/diesel/kerosin hasil pemurnian adalah Rp 4.300,-/liter, pada kondisi nilai tukar rupiah di tingkat Rp 10.000,-/USD). Jika volume produksinya mampu melebihi volume kebutuhan minyak dalam negeri, maka potensi perolehan devisanya pun menjadi cukup potensial untuk diraih.
- Berbagai kegiatan perekonomian nasional sangat tergantung pada pengadaan bahan bakar, seperti sektor usaha perdagangan, jasa angkutan, penyimpanan, keuangan, infrastruktur, industri hilir, serta perumahan. Hal tersebut dapat dijadikan katalisator dalam mengembangkan kegiatan perekonomian yang terkait dengan budidaya jarak, seperti proses produksi, perdagangan, pengembangan riset dan teknologi, dan bidang-bidang terkait lainnya

#### IV. REKOMENDASI KEBIJAKAN ENERGI

Pengembangan biodiesel minyak jarak di Indonesia dikritisi sebagai upaya yang baik dalam mengatasi krisis ketersediaan energi. Meskipun demikian, dalam langkah-langkah perencanaan dan operasionalnya, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan. Pertama, pengembangan sistem rantai pasokan bioenergi (biodiesel) minyak jarak perlu dilakukan secara terarah, tidak hanya dalam hal pengembangan produksi tanaman jarak di lahan, tetapi secara jangka panjang harus diupayakan pengaturan dan perlindungan mekanismenya secara terpadu, mulai dari lini *on-farm* (budidaya dan pengadaan sumberdaya produksi), hingga ke lini *off-farm* (pengolahan, proses konversi energi, pemasaran dan distribusi, serta penyempurnaan/diversifikasi produk energi) (Gambar 3). Pemerintah maupun para *stakeholder*-nya (dalam hal ini pihak-pihak yang diberikan wewenang untuk memfasilitasi, mendukung dan menjalankan mekanisme produksi biodiesel) perlu memperhatikan adanya hambatan-hambatan yang mungkin dihadapi dalam pengembangan sistem biodiesel minyak jarak. Hambatan-hambatan tersebut dikemukakan sebagai berikut (ITABIA, 2005).

- **Hambatan teknis**, berhubungan dengan pengembangan teknologi dan ilmu rekayasa biomasa dan bioenergi.

- **Hambatan finansial**, berhubungan dengan ketersediaan modal dan kemudahan mengakses sumberdaya finansial untuk pengembangan biodiesel minyak jarak.
- **Hambatan kebijakan dan regulasi**, berhubungan dengan ketidakcukupan kebijakan dan regulasi yang mengatur mekanisme produksi dan pemanfaatan bioenergi, beserta kegiatan-kegiatan pendukungnya.
- **Hambatan sosial**, berhubungan dengan kepedulian dan tingkat penerimaan masyarakat sekitar terhadap pemanfaatan biomasa untuk menghasilkan bioenergi (dalam hal ini biodiesel minyak jarak).
- **Hambatan pasar**, berhubungan dengan struktur pasar energi ketika dilakukan perpindahan dari pemanfaatan sumber energi berbasis fosil (BBM) menjadi bioenergi.



Gambar 3. Rantai Pasokan Bioenergi (Biodiesel) Minyak Jarak

Dilain pihak, jika ditinjau dari segi rantai pasokan bioenergi, maka hambatan- hambatan yang mungkin terjadi pada level-level rantai pasokan bioenergi (biodiesel) minyak jarak adalah sebagai berikut (ITABIA, 2005).

#### 1. Level Penyediaan Bahan Baku

- Keterbatasan pemahaman penggunaan sumberdaya lahan serta kompetisi produksi tanaman penghasil energi dan tanaman pangan (*landfill sites management*).
- Kepentingan peningkatan produktivitas energi.
- Keterbatasan pengalaman dalam menangani budidaya tanaman penghasil energi maupun pemanfaatan sumber energi lainnya.
- Minat petani untuk membudidayakan tanaman penghasil energi.

#### 2. Level Transportasi, Pengolahan dan Pemasaran

- Belum terbangunnya kesadaran pihak-pihak *intermediate* terhadap

peranan pentingnya dalam membangun rantai pasokan biodiesel minyak jarak.

- Besaran biaya untuk mentransportasikan bahan baku (biji jarak) dalam kondisi kamba, dari lahan menuju pusat pengolahan dan konversi energi.
- Keterbatasan pendanaan untuk pengadaan dan pembangunan fasilitas dan infrastruktur pendukung.

### 3. Level masyarakat pengguna

- Ketidakmampuan mengakses energi karena keterbatasan kemampuan finansial.
- Subsidi untuk pengadaan energi : seberapa besar harus dilakukan dan bagaimana mekanismenya.
- Insentif kebijakan belum banyak berperan untuk pemanfaatan bioenergi (biodiesel) di masyarakat umum.
- Keterbatasan daya dukung akibat kebijakan antarlini yang tidak sejalan, maupun dalam hal dukungan kebijakan untuk mengembangkan energi dari sumberdaya terbarukan.
- Keterbatasan kesadaran akan manfaat bioenergi.
- Bisnis bioenergi (biodiesel) minyak jarak memiliki resiko yang cukup besar, karena baru berada pada tahap pengembangan.
- Diperlukan perbaikan dan penyesuaian teknologi pada lini-lini pengguna biodiesel.
- Standarisasi bahan baku, proses dan teknologi belum tampak dipersiapkan dengan matang, mengingat keragaman mutu bahan baku dan kemungkinan produksi yang dilakukan diberbagai wilayah saat ini sangat besar, sehingga keseragaman mutu biodiesel akan lebih sulit dipantau.

Kedua, kondisi menipisnya persediaan bahan bakar nasional (cadangan minyak bumi yang hanya akan cukup hingga 18 tahun ke depan, cadangan gas yang hanya akan cukup hingga 60 tahun ke depan, serta cadangan batu bara yang hanya cukup hingga 150 tahun ke depan) mengakibatkan pemerintah menetapkan lima langkah fundamental kebijakan energi nasional, yang meliputi (a) diversifikasi, (b) konservasi,

(c) peningkatan kapasitas produksi, (d) kebijakan harga minyak yang tepat, dan (e) penegakan hukum terhadap kejahatan menyangkut BBM (Yudhoyono, 2005). Berkaitan dengan ditetapkannya kebijakan tersebut, pemerintah Indonesia juga harus mempertimbangkan secara matang beberapa eksekusi kebijakan yang sangat mungkin dilakukan di masa yang akan datang. Dilain pihak, selain hal tersebut berdampak positif sebagai solusi terhadap krisis energi, kebijakan tersebut juga harus dijamin mampu melindungi kondisi sosial-ekonomi-politik negara, yang terutama ditunjukkan melalui peningkatan kesejahteraan masyarakat marjinal dan pengentasan kemiskinan. Oleh karena itu, berikut ini diungkapkan beberapa masukan yang diharapkan dapat dijadikan landasan pemikiran dalam merencanakan, menetapkan dan mengeksekusi kebijakan pemerintah selanjutnya.

- Kebijakan pemerintah harus mampu mengutamakan kepentingan publik. Dalam keterkaitannya dengan pengadaan BBM nasional, kebijakan energi yang ditetapkan oleh pemerintah harus didasari oleh pemikiran yang matang terhadap aspek-aspek efisiensi ekonomi, stabilisasi dan pertumbuhan makroekonomi, prinsip-prinsip keadilan (*faimess*), maupun berbagai tujuan sosial lainnya. Hal tersebut mengisyaratkan bahwa upaya pengadaan BBM Nasional selayaknya memang melibatkan masyarakat banyak, sehingga tidak hanya menjadi properti dari para pengusaha berskala besar. Dengan cara tersebut, selain pemanfaatan energi alternatif dari minyak jarak dapat membantu mengatasi permasalahan keterbatasan sumberdaya energi bahan bakar minyak, juga diharapkan dapat membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat, terutama yang berasal dari golongan menengah ke bawah. Konsep pengembangan lahan tidur untuk kepentingan pengembangan budidaya tanaman *Jatropha curcas* Linn., yang salah satunya direncanakan dilakukan pada lahan seluas 20 juta Ha di Indonesia Timur (Ali, 2005), diharapkan dapat diimplementasikan secara maksimal, sehingga pengembangannya yang bertujuan untuk mendukung dan memfasilitasi gerakan nasional penanggulangan kemiskinan dan reboisasi lahan kritis dapat dicapai.
- Setidaknya terdapat beberapa konsep ekonomi yang dapat digunakan untuk menganalisis kebijakan publik di sektor energi melalui program pemberdayaan tanaman jarak nasional. Pertama, biaya imbalan

(*opportunity cost*), yang dalam hal ini dinyatakan sebagai nilai terbaik dari pengambilan suatu keputusan. Dalam menyikapi kenaikan harga BBM yang cenderung menyulitkan masyarakat menengah ke bawah, pemerintah dihadapkan pada berbagai alternatif untuk mensubstitusi pemanfaatan minyak bumi dan gas alam sebagai sumber energi. Pertimbangan atas diperlukannya biaya imbalan menyebabkan pemerintah perlu meninjau kembali pemanfaatan energi alternatif yang harganya dapat diterima oleh masyarakat dari berbagai lapisan. Dengan demikian, produksi biodiesel minyak jarak dalam skala yang ekonomis memang perlu dipertimbangkan dan direncanakan secara matang untuk mendukung pemenuhan kebutuhan energi bertaraf lokal. Dalam hal ini, efek insentif yang dapat ditimbulkan dari penetapan suatu kebijakan publik juga perlu dipertimbangkan, mengingat kemungkinan munculnya berbagai dampak dari kebijakan energi yang ditetapkan oleh pemerintah tersebut berkaitan dengan insentif ekonomi yang harus diterima oleh masyarakat. Agar insentif ekonomi tersebut dapat dirasakan oleh masyarakat luas (terutama yang bergolongan ekonomi menengah dan lemah), pemerintah perlu meninjau, menganalisa, mengevaluasi dan mempertimbangkan kembali pola pengambilan kebijakan yang telah dilakukan, selain juga memahami dampak pemberian insentif yang memungkinkan untuk dijadikan dasar dalam pengembangan biodiesel minyak jarak. Dilain pihak, pertimbangan mengenai aspek efisiensi ekonomi seyogianya dilakukan melalui analisis terhadap (1) aspek efisiensi manajemen (efisiensi produksi), yakni aspek yang mengemukakan bahwa setiap aktivitas ekonomi seyogianya dikelola secara efisien untuk meminimalkan biaya, serta (2) efisiensi pareto atau efisiensi alokasional, yakni aspek yang mengemukakan bahwa sumberdaya seyogianya dialokasikan dengan cara tertentu, sehingga tidak mungkin ada pihak yang diuntungkan tanpa merugikan pihak lainnya. Melalui pertimbangan-pertimbangan tersebut pemerintah setidaknya dapat melakukan simulasi sebab akibat dari berbagai kemungkinan yang terjadi apabila paket-paket kebijakan energi alternatif diimplementasikan. Dengan memahami kemungkinan dampak positif dan negatif yang mungkin terjadi dari proses eksekusi kebijakan, pemerintah diharapkan memperoleh gambaran dan hasil pendugaan yang mendekati



kondisi riilnya, terutama dalam hal-hal yang berkaitan dengan pemberdayaan masyarakat menengah ke bawah, baik dalam hal perbaikan perekonomian, peningkatan kesejahteraan, maupun peningkatan kualitas pendidikan, sosial dan budaya.

- Dalam kaitannya dengan kebijakan energi alternatif, pengadaan sumberdaya energi baru pengganti bahan bakar minyak dan gas perlu dipertimbangkan atas dasar intervensi kebijakan yang rasional. Mengingat kedudukan sumber energi menjadi bagian dari kebutuhan dasar yang sangat vital bagi masyarakat maupun industri, maka sekali lagi ditekankan bahwa pertimbangan atas pengadaan sumberdaya energi berbiaya rendah sangat diperlukan, sehingga apabila hal tersebut dapat dicapai melalui komersialisasi biodiesel minyak jarak pagar, seharusnya dapat dirasakan berbagai manfaat, tidak hanya bagi pemerintah tetapi juga bagi penguatan stabilitas dan pertumbuhan perekonomian nasional.
- Pemanfaatan *Jathropa curcas* (jarak pagar) sebagai bahan baku produksi BBM alternatif juga dinilai sebagai solusi yang menjanjikan terhadap permasalahan pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh penggunaan minyak bumi sebagai sumber bahan bakar di masyarakat. Ditinjau dari segi eksternalitas atau *nonpriced effect* yang ditimbulkan akibat penggunaan BBM terhadap terganggunya keseimbangan ekosistem dan lingkungan hidup, pemanfaatan jarak pagar dinilai sebagai langkah positif untuk mengatasi masalah polusi udara, yang terutama terjadi di wilayah perkotaan. Keinginan untuk mempertahankan kondisi lingkungan secara berkelanjutan seringkali bertolak belakang dengan gambaran keuntungan yang dapat dihasilkan dari aktivitas yang secara tidak disadari telah mengakibatkan pencemaran atau kerusakan lingkungan. Dengan alasan tersebut pula, pemanfaatan jarak pagar dinilai dapat menjembatani kedua kepentingan yang bertolak belakang tersebut, sehingga penciptaan keuntungan dan pertumbuhan ekonomi yang semakin baik tetap dapat dilakukan dengan memperhatikan keseimbangan lingkungan dan keberlanjutan ekosistem.
- Fakta membuktikan bahwa penggunaan sumberdaya energi tak terbarukan tidak mungkin dapat dipertahankan keberlanjutannya. Eksploitasi sumberdaya energi tak terbarukan dalam kondisi perekonomian

yang stabil hanya akan mengakibatkan penurunan persediaan sumberdayanya, sehingga fungsinya yang vital terhadap keberlanjutan perekonomian dan kehidupan sosial masyarakat akan memaksa harganya terus mengalami peningkatan (hal tersebut telah dibuktikan dengan kondisi harga minyak dunia yang terus melambung, yang juga dampaknya dirasakan terhadap peningkatan harga BBM nasional), sebagai cerminan dari kelangkaan ketersediaan sumberdaya. Dengan cara ini pula, pihak-pihak yang berkepentingan dirasakan perlu menghemat penggunaan BBM, selain juga mengembangkan teknologi konservasi energi baru, mencari dan menemukan sumberdaya energi baru, bahkan hingga mengganti penggunaan BBM dengan penggunaan sumberdaya energi lainnya.

- Dengan adanya upaya pengadaan bahan bakar alternatif dalam bentuk bioenergi yang memanfaatkan sumberdaya dari masyarakat, pada prinsipnya akan terjadi aliran pendapatan kepada masyarakat (dalam hal ini petani). Meskipun demikian, pengelolaannya tidak mungkin diserahkan secara individu pada para petani lokal, mengingat kualitas SDM petani lokal masih belum maksimal, sehingga diperlukan suatu sistem kelembagaan (Tim Agribisnis, 2005) yang bertugas untuk mengelola, mengarahkan, membina, dan memperkuat sistem agribisnis *Jatropha curcas* Linn. di lini *on-farm*.

Ketiga, Pemerintah Indonesia dapat mencontoh pengembangan dan dukungan yang diberikan oleh Pemerintah India dalam pengembangan biodiesel minyak jarak. India telah mengembangkan biodiesel dari minyak jarak, dengan memanfaatkan tidak kurang dari 60 juta hektar lahan marjinal, yang setara dengan 20 persen dari total lahan tidur di negara tersebut. Pemanfaatan minyak jarak di India diwarnai oleh tekanan sosio-politik untuk tujuan pemberdayaan ekonomi, peningkatan kesejahteraan serta pengentasan kemiskinan pada masyarakat marjinal. Pengembangan biodiesel minyak jarak di India telah mampu meningkatkan pendapatan melalui kegiatan budidaya jarak serta agroindustri minyak jarak di wilayah perdesaan, serta pengentasan kemiskinan melalui pemberdayaan masyarakat di perdesaan. Pemerintah India memiliki peranan yang sangat besar dalam mengembangkan biodiesel minyak jarak, yang ditunjukkan melalui Program

Nasional Tanaman Jarak. Program tersebut dijalankan dengan tujuan (1) menyediakan bibit tanaman jarak dengan harga murah pada para petani; (2) mendukung budidaya tanaman jarak yang memiliki produktivitas yang tinggi; (3) memperoleh tanaman jarak dengan waktu gestasi tanam yang singkat; (4) menyediakan bibit jarak yang dapat tumbuh pada lahan yang terdegradasi bahkan pada lahan yang curah hujannya sangat rendah; serta (5) mampu menghasilkan benih pada musim penghujan. Selain itu, pemerintah India juga mengalokasikan dana sekitar USD 300 juta untuk pengembangan program biodiesel (program tersebut kemudian menjadi program pengembangan industri biodiesel nasional terbesar pertama di dunia). Pemanfaatan tanaman jarak sebagai biodiesel ditetapkan pemerintah dengan tujuan untuk melindungi persediaan bahan baku penghasil biodiesel yang berasal dari tanaman pangan (kacang tanah, kelapa, kedelai dan padi). Dengan cara tersebut, selain ketersediaan tanaman pangan dapat digunakan seluruhnya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi pangan domestik, penggunaan bahan baku non tanaman pangan juga memberikan keuntungan karena dapat diproduksi menjadi biodiesel (termasuk pula transportasi dan pengolahan) dari non tanaman pangan tidak memerlukan biaya yang terlalu tinggi (<http://www.jatrophaworld.com>).

## V. PENUTUP

Berbagai wacana dan pemahaman mengenai kebijakan untuk pengembangan biodiesel minyak jarak telah dikemukakan sebagai suatu hal yang patut dijadikan pertimbangan dan pemikiran oleh semua pihak, terutama oleh pemerintah, sebagai pemegang kendali pengatur dan fasilitator dalam skup nasional. Dengan memperhatikan berbagai peluang pengembangan bioenergi (biodiesel) di Indonesia, maka hal yang paling penting untuk dilakukan oleh pemerintah adalah menyiapkan landasan dan fasilitas, terutama dalam hal kebijakan yang sifatnya mampu mengikat dan mengatur agar proses substitusi bahan bakar berbasis fosil (BBM) oleh bioenergi dapat dijalankan untuk mencapai tujuan dan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. 2005. Budidaya Minyak Jarak: Mencari Sumber Energi, Membrosarkan Koperasi. Artikel. Rakyat Merdeka, 7 Desember 2005. Halaman 3 Kolom 1. Badan Pusat Statistik (BPS). 2005. Indikator Ekonomi September 2005. BPS. Jakarta.
- Brander, J.A. 2000. Government Policy Toward Business. 3<sup>rd</sup> Edition. John Wiley and Sons Inc. Canada.
- EIA (Energy Information Administration). 2005. International Energy Outlook 2005. Washington DC. [http://www.pertamina.com/Harga\\_BBM/Perkembangan\\_Harga\\_BBM.htm](http://www.pertamina.com/Harga_BBM/Perkembangan_Harga_BBM.htm). Diakses tanggal 13 Desember 2005.
- Hamdi, A. 2005. Strategi Energi Hijau. Artikel. <http://www.sarwono.net/artikel.php?id=117>. Diakses tanggal 13 Desember 2005. <http://www.jatrophaworld.com>. Diakses tanggal 14 Agustus 2005.
- Hutasoit, E.S. 2005. Krisis Bahan Bakar Minyak, Kok Bisa (?) IMC-Jakarta. 2 Agustus 2005. dalam [http://jakarta.indymedia.org/newswire.php?story\\_id=317&condense\\_comments=false](http://jakarta.indymedia.org/newswire.php?story_id=317&condense_comments=false). Diakses tanggal 13 Desember 2005.
- ITABIA (Italian Biomass Association). 2005. The International Partnership on Bioenergy. Paper. Preparatory meeting: Part II – Barriers to bioenergy and possible roles of an IPBE. 6 September 2005. Roma.
- Nasir, A., A. Ramadhan, M. Nashar, Nasruddin, R. Hidayansyah dan Suwardi. 2005. Peralihan Sistem Energi dari Konvensional Menuju Sistem Energi Modern. ICED Foundation. Jakarta.
- Shihab, A. 2005. Kembangkan Tanaman Jarak Pagar. Kompas. 13 Oktober 2005. Kolom Humaniora. (<http://www.kompas.co.id/kompas-cetak/0510/13/humaniora/2124368.htm>). Diakses Tanggal 13 Desember 2005.
- Tim Agribisnis. 2005. "Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.), BBM Alternatif". Artikel. Agribisnis Indonesia. Halaman 12-14.
- Yudhoyono, S.B. 2005. Pemerintah Tekankan Lima Langkah Kebijakan Energi Nasional. Artikel. Kompas. Kolom Bisnis dan Keuangan. 29 Oktober 2005.

## ANALISIS USAHATANI DAN SKALA USAHA TANAMAN JARAK

<sup>1</sup> Hermanto Siregar, <sup>2</sup> Harianto, dan <sup>3</sup> Nur Azzam Achsan

<sup>1</sup>Dosen FEM-IPB, Direktur Akademik MMA-IPB, dan Scholar Brighten Institute.

<sup>2</sup>Dosen FEM-IPB dan Direktur Brighten Institute.

<sup>3</sup>Dosen FEM-IPB, Wakil Direktur InterCAFE-IPB, dan Scholar Brighten Institute.

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Dahulu Indonesia dikenal sebagai negara pengekspor minyak bumi. Akan tetapi di Indonesia kini produksi minyak dalam negeri sudah tidak mampu memenuhi konsumsi minyak domestik, sehingga harus tergantung pada impor minyak dari luar negeri. Humas BPPT (2005) menyebutkan, semester I tahun ini (2005), Indonesia mengimpor minyak senilai US\$ 28,37 miliar. Nilai tersebut jauh lebih besar dari nilai pada periode sama tahun sebelumnya, yang mencapai US\$ 20,96 miliar.

Seiring dengan meningkatnya harga minyak dunia yang mencapai US\$ 60 per barel, telah menyulitkan perekonomian Indonesia. Pertumbuhan konsumsi yang sangat cepat terhadap minyak dan dibarengi dengan pasokan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi (sumber energi fosil) yang tidak dapat diperbaharui yang jumlahnya semakin hari semakin berkurang, menyebabkan Indonesia terancam krisis bahan bakar minyak (BBM). Oleh karena itu akhir-akhir ini pemerintah dan para ilmuwan giat mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif yang mungkin untuk dikembangkan di Indonesia.

Salah satu sumber bahan bakar alternatif yang giat dikembangkan saat ini adalah biodiesel. Biodiesel adalah salah satu sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan mempunyai beberapa keunggulan dari segi lingkungan apabila dibandingkan dengan petroleum diesel (solar). Berdasarkan bahan bakunya, salah satu jenis biodiesel yang dapat dikembangkan di Indonesia adalah minyak biji jarak. Menurut data Biro Pusat Statistik dalam Widya (2005) lahan kritis yang ada di Indonesia sekitar 13 juta hektar, sebagian besar berada di luar kawasan hutan, dengan

pemanfaatan yang belum optimal, atau bahkan cenderung ditelantarkan. Dengan memperhatikan potensi tanaman jarak yang mudah tumbuh dan dapat dikembangkan sebagai sumber bahan penghasil minyak bakar alternatif pada lahan kritis, tanaman jarak dapat memberikan harapan baru bagi pengembangan agribisnis sekaligus mampu menjadi salah satu solusi krisis bahan bakar minyak yang mengancam Indonesia.

Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi yang besar untuk dikembangkannya tanaman jarak karena memiliki sumberdaya lahan yang potensial, agroklimat yang sesuai, dan sumberdaya manusia yang memadai. Mengingat pentingnya tanaman jarak sebagai salah satu alternatif pemecahan terhadap krisis bahan bakar minyak, maka perlu dikembangkan budidaya tanaman jarak menjadi tanaman yang bernilai ekonomis, yang dahulu biasanya hanya ditanam sebagai tanaman pagar dan tidak diusahakan secara khusus. Masyarakat perlu diperkenalkan bahwa tanaman jarak memiliki prospek yang baik untuk diusahakan dan juga diperkenalkan cara usahatani dan skala usaha yang baik. Namun sebelum melakukan semua itu, perlu terlebih dahulu dikaji kelayakan usahatani tanaman jarak, khususnya jarak pagar.

## 1.2. Tujuan

Berdasarkan uraian di atas maka dapat dirumuskan beberapa tujuan penulisan makalah ini, yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis kelayakan usahatani tanaman jarak.
2. Mengkaji skala usahatani yang ekonomis bagi tanaman jarak.

## II. KELAYAKAN USAHATANI TANAMAN JARAK

### 2.1. Tanaman Jarak

Tanaman jarak merupakan salah satu tanaman yang telah lama dikenal di Indonesia. Tanaman jarak termasuk dalam famili *Euphorbeacea* yang merupakan tanaman tahunan yang hidup di daerah tropik maupun subtropik. Di Indonesia terdapat berbagai jenis tanaman jarak, antara lain jarak kepyar (*Ricinus communis*), jarak bali (*Jatropha podagrica*), jarak ulung (*Jatropha gossypifolia* L.) dan jarak pagar (*Jatropha curcas*). Diantara jenis tanaman jarak yang memiliki potensi sebagai penghasil

minyak bakar (biofuel) adalah jarak pagar (Soenardi, 2000).

Jarak pagar banyak dikenal oleh masyarakat Indonesia karena sejak pemerintahan Jepang masyarakat telah diperintahkan untuk melakukan penanaman jarak sebagai pagar halaman. Biji jarak telah dijadikan sebagai salah satu sumber bahan bakar.

Menurut Hariyadi (2005) dalam pengembangan budidaya tanaman jarak pada lahan kritis perlu diperhatikan persyaratan lingkungan tumbuh dan aspek budidaya sebagai berikut :

#### **Persyaratan Lingkungan Tumbuh**

Tanaman jarak merupakan tanaman yang "cukup bandel", dalam arti mudah beradaptasi terhadap lingkungan tumbuhnya. Namun demikian, lingkungan tumbuh yang optimal bagi pertumbuhannya ialah Latitut  $50^{\circ}$  LU –  $40^{\circ}$  LS, Altitud 0–2000 m dpl, dan suhu berkisar antara  $18^{\circ}$  –  $30^{\circ}$  C. Pada daerah dengan suhu rendah ( $<18^{\circ}$ C) pertumbuhannya relatif terhambat, sedangkan pada daerah dengan suhu tinggi ( $>35^{\circ}$ C) dapat menyebabkan gugur daun dan bunga, buah kering sehingga produksi menurun. Curah hujan yang ideal antara 300 mm – 1200 mm per tahun. Jarak dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur, tetapi memiliki drainase baik atau tidak tergenang, dan pH tanah 5,0–6,5.

#### **Persiapan Lahan**

Kegiatan persiapan lahan meliputi pembukaan lahan (*land clearing*), pengajiran, dan pembuatan lubang tanam. Lahan yang akan ditanami dibersihkan dari semak belukar terutama disekitar calon tempat tanam. Pengajiran dilakukan dengan menancapkan ajir (dari bambu atau batang kayu) dengan jarak tanam disesuaikan dengan rencana populasi tanaman yang diharapkan. Penanaman dengan jarak tanam 2.0 m x 3.0 m (populasi 1600 pohon/ha), 2.0 m x 2.0 m (populasi 2500 pohon/ha) atau 1.5 m x 2.0 m (populasi 3300 pohon/ha). Pada areal yang miring sebaiknya digunakan sistem kontur dengan jarak dalam barisan 1.5 m. Lubang tanam dibuat dengan ukuran 40 cm x 40 cm x 40 cm.

### **Pembibitan**

Bahan tanam dapat berasal dari setek cabang atau batang, maupun benih. Bahkan penyediaan bibit dengan teknik kultur jaringan dimungkinkan. Jika menggunakan setek dipilih cabang atau tangkai yang telah cukup berkayu. Sedangkan untuk benih dipilih dari biji yang telah cukup tua yaitu diambil dari buah yang telah masak yang biasanya berwarna hitam. Saat ini di Indonesia belum ada varietas maupun klon unggul jarak pagar, sehingga sumber benih masih mengandalkan pengumpulan dari petani. Peluang untuk penelitian ke arah ini masih sangat luas sehingga menjadi tantangan bagi lembaga atau balai penelitian.

Pembibitan dapat dilakukan di polibag atau di bedengan. Setiap polibag diisi media tanam berupa tanah lapisan atas (top soil) dan dicampur pupuk kandang lebih baik. Setiap polibag ditanami 1 (satu) benih. Tempat pembibitan diberi naungan/atap dengan bahan dapat berupa daun kelapa, jerami atau paranet. Lama di pembibitan 2 – 3 bulan. Kegiatan yang dilakukan selama pembibitan antara lain penyiraman (setiap hari 2 kali pagi dan sore), penyiangan, dan seleksi.

### **Penanaman**

Penanaman dilakukan pada awal atau selama musim penghujan sehingga kebutuhan air bagi tanaman cukup tersedia. Bibit yang ditanam dipilih yang sehat dan cukup kuat serta tinggi bibit sekitar 50 cm atau lebih. Saat penanaman, tanah di sekitar batang tanaman dipadatkan dan permukaannya dibuat agak cembung. Penanaman dapat juga dilakukan secara langsung di lapangan (tanpa pembibitan) dengan menggunakan setek cabang atau batang.

Dalam pembudidayaan tanaman jarak disarankan menerapkan sistem tumpangsari dengan tanaman lain seperti jagung, wijen atau padi ladang sehingga selain mengurangi resiko serangan hama penyakit juga diversifikasi hasil. Jika pola penanaman dengan tumpangsari maka jarak tanam digunakan jarak agak lebar misalnya 2.0 m x 3.0 m.

### **Pengendalian Gulma**

Gulma yang berada di sekitar tanaman dikendalikan baik secara manual/mekanis maupun secara kimia. Pelaksanaan pengendalian gulma



tersebut dapat dilakukan bersamaan dengan kegiatan pembumbunan barisan tanaman.

### **Pemupukan**

Pada prinsipnya pemberian pupuk bertujuan untuk menambah ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Jenis dan dosis pupuk yang diperlukan disesuaikan dengan tingkat kesuburan tanah setempat. Belum ada dosis rekomendasi khusus untuk tanaman jarak pagar ini. Jika diasumsikan sama dengan jarak kepyar maka dosis pupuk untuk tanaman ini per Ha : 80 kg N, 18 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 32 kg K<sub>2</sub>O, 12 kg CaO, dan 10 kg MgO. Pupuk N diberikan pada saat tanam dan umur 28 hari setelah tanam (HST), sedangkan pupuk P, K, Ca dan Mg diberikan saat tanam. Pemberian pupuk organik disarankan untuk memperbaiki struktur tanah.

### **Pemangkasan**

Pemangkasan dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah cabang produktif. Pemangkasan batang dapat mulai dilakukan pada ketinggian sekitar 20 cm dari permukaan tanah untuk meningkatkan jumlah cabang. Pemangkasan dilakukan pada bagian batang yang telah cukup berkayu (warna coklat keabu-abuan).

### **Pengendalian Hama dan Penyakit**

Tanaman jarak pagar yang ditanam petani di Indonesia umumnya sedikit atau hampir tidak mengalami serangan hama dan penyakit. Hal ini diduga disebabkan sistem penanamannya yang umumnya dicampur dengan tanaman lain seperti gamal (*Glycyrcidia maculata*) dan waru. Jika penanaman dilakukan secara luas apalagi dengan sistem monokultur diduga menimbulkan serangan hama dan penyakit.

Pada sistem pertanaman jarak di Tanzania dan Nicaragua dilaporkan adanya serangan pada inflorescent bunga dan buah serta serangan rayap pada pangkal batang. Untuk itu pengendalian dapat dilakukan secara teknis maupun kimia.

### Panen dan Produktivitas

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) mulai berbunga setelah umur 3 – 4 bulan, sedangkan pembentukan buah mulai pada umur 4 – 5 bulan. Pemanenan dilakukan jika buah telah masak, dicirikan oleh kulit buah berwarna kuning dan kemudian mulai mengering. Biasanya buah masak setelah berumur 5 – 6 bulan.

Tanaman jarak pagar merupakan tanaman tahunan yang dapat hidup lebih dari 20 tahun. Cara pemanenan dilakukan dengan memetik buah yang telah masak dengan tangan atau gunting. Produktivitas tanaman jarak berkisar antara 3.5 – 4.5 kg biji/pohon/tahun. Produksi akan stabil setelah tanaman berumur lebih dari 1 tahun. Dengan tingkat populasi tanaman antara 2500–3300 pohon/ha, maka tingkat produktivitas berkisar antara 8–15 ton biji/ha. Jika rendemen minyak sebesar 35 persen, maka dari setiap ha lahan yang ditanami jarak pagar dapat diperoleh 2,5–5 ton minyak/ha/tahun.

### 2.2. Analisis Usahatani Tanaman Jarak

Saat ini terdapat beberapa lembaga yang menanam jarak, yang antara lain ialah perkebunan milik PT Rekayasa Industri dan Institut Teknologi Bandung (ITB) berlokasi di Nusa Tenggara Barat (NTB) seluas 12 ha dengan 30 ribu pohon, perkebunan milik PT Energi Alternatif Indonesia (ada 48 ribu pohon) dan Departemen Pertanian (3 ribu pohon) di Nusa Tenggara Timur (NTT). Selain itu, PT Rajawali Nusantara Indonesia (RNI) juga berencana menanam jarak pagar di 2000-2500 ha lahan gundul di Purwakarta.. Menurut perhitungan PT. Rekayasa Industri, dari tiga juta ha lahan kering akan dihasilkan 92 ribu barel solar per hari. Untuk memenuhi lahan tersebut diperlukan sekitar 7,5 miliar bibit. Bila dari seluruh tanah tandus seluas 13 juta ha ditanam jarak pagar, solar yang dihasilkan lebih dari 400 ribu barel (Humas BPPT, 2005).

Minyak jarak dapat meningkatkan kesejahteraan rakyat, terutama di daerah dengan sumber daya alam marjinal. Jika tiap petani diberi hak mengelola tiga hektar lahan kering, dengan kerapatan tanaman 2.500 pohon per hektar dan produktivitas 10.000 kilogram biji per hektar serta harga biji Rp 500 per kilogram, per bulan satu keluarga petani bisa memperoleh penghasilan Rp 1,25 juta hanya dari biji jarak. Pendapatan ini dapat bertambah jika bagian lain tanaman juga dimanfaatkan, misalnya

dengan memelihara ulat sutra serta beternak (<http://jakarta.indymedia.org>). Ini berarti bila tiap petani mengelola kurang dari 3 ha maka pendapatan yang akan diterimanya pun akan berkurang.

Sebagai contoh analisis finansial dari tanaman jarak pagar, di sini disajikan proyeksi (perkiraan) kelayakan usahatani tanaman jarak. Analisis ini tidak jauh berbeda dengan studi kasus yang telah dilakukan oleh sebuah lembaga (NABARD) di India. Umur ekonomis tanaman yang dapat digunakan adalah 40 tahun, namun demikian pada analisis ini diasumsikan umur ekonomis hanya bertahan dengan baik hingga 25 tahun.

Penanaman tanaman jarak dalam 1 ha dengan jarak tanam 3 x 2, yaitu sebanyak 1666 tanaman/ha, dikerjakan dengan biaya Rp 4.673.240 / ha (tanpa irigasi). Secara rinci pengeluaran tersebut digunakan untuk persiapan lahan, penggalian lubang, tanaman dan bahan, pupuk dan kompos, pengairan dan perlindungan tanaman dan lain-lain. Untuk harga jual biji jarak digunakan harga Rp 500/kg. Hasil analisis yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran; ringkasan hasil analisis disajikan pada Tabel 1. Pada analisis finansial tersebut diasumsikan bahwa biji yang dihasilkan tanaman mulai dapat dijual dari awal tahun ketiga. Produksi tersebut meningkat pada tahun-tahun berikutnya serta stabil pada tahun kedelapan dan sesudahnya. Untuk tingkat produktivitas menggunakan 0,5-2,5 kg biji/pohon, sebagaimana yang digunakan pada studi di India. Tahun pertama dan kedua diasumsikan sebagai periode "belajar", sehingga pada analisis finansial di sini, produksi biji jarak tahun pertama dan kedua diabaikan

Tabel 1. Proyeksi Biaya, Penerimaan dan Pendapatan dari Tanaman Jarak (Rp/ha)

Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8
Biaya	2935120	1054120	68400					
Penerimaan			375000	375000	750000	1125000	1500000	1875000
Pendapatan	-2935120	-1054120	-309000	375000	750000	1125000	1500000	1875000
NPV	4418346							
Net B/C	2,21							
IRR	21,97%							

Keterangan : Penerimaan dan pendapatan setelah tahun kedelapan tidak berubah

Berdasarkan tabel hasil analisis finansial di atas, diperoleh nilai NPV, Net B/C, dan IRR yang masing-masing sebesar Rp 4.418.346; 2,21; dan 21,97 persen. Nilai NPV yang lebih besar dari nol yaitu sebesar 4.418.346 menunjukkan bahwa usahatani tanaman jarak layak untuk diusahakan. Begitu pula dengan nilai Net B/C yang lebih besar dari 1 yaitu mencapai 2,21, dan IRR (21,97) yang lebih tinggi dari tingkat suku bunga yang digunakan (12,75 persen), menunjukkan bahwa usahatani tanaman jarak secara finansial layak untuk diusahakan..

### III. ANALISIS SKALA USAHA TANAMAN JARAK

Selama ini pohon jarak dibiarkan begitu saja tanpa disadari manfaatnya. Masyarakat hanya menanam tanaman tersebut sebagai pagar halaman rumah tanpa dilakukan perlakuan khusus. Mengingat banyaknya lahan kering yang belum termanfaatkan dengan baik di Indonesia, dan merujuk hasil analisis di atas bahwa diperkirakan tanaman jarak secara finansial layak diusahakan, maka tanaman tersebut memiliki potensi dan prospek yang baik untuk dikembangkan. Pertanyaannya ialah seberapa luaskah skala ekonomis usahatani jarak bagi petani?

Bila dilihat dari beberapa penelitian, proyeksi rata-rata pendapatan petani per hektar per bulannya berkisar antara Rp 350.000 hingga Rp 400.000, dengan kriteria produktivitas tanaman jarak berkisar antara 2.5 – 4.5 kg biji /pohon /tahun dan populasi pohon sesuai dengan jarak tanam yang disyaratkan. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 2.0 m x 3.0 m (populasi 1600 pohon/ha), 2.0 m x 2.0 m (populasi 2500 pohon/ha) atau 1.5 m x 2.0 m (populasi 3300 pohon/ha). Jika Upah Minimum Regional (UMR/UMP) rata-rata Rp 750.000 per bulan, maka pengusahaan tanaman jarak sebanyak 2 hektar sudah memadai untuk mencapai kesetaraan dengan UMR/UMP tersebut. Dengan demikian, agar petani atau masyarakat pedesaan berkeinginan mengusahakan tanaman jarak, maka skala usahanya hendaklah di atas 2 hektar. Diperkirakan luasan usahatani tanaman jarak 4 hektar merupakan skala yang ekonomis bagi para petani.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

1. Analisis yang dilakukan di sini hanya merupakan suatu proyeksi atau perkiraan, karena secara aktual belum ada usahatani tanaman jarak yang dapat dikaji kinerja finansialnya. Karena itu, hasil analisis tersebut hanyalah sebuah indikasi.
2. Berdasarkan indikator finansial yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa usahatani tanaman jarak layak dilakukan. Karena potensi lahan yang tersedia cukup besar dan persyaratan tumbuhnya relatif terpenuhi, maka dapat pula disimpulkan bahwa tanaman jarak dapat dikembangkan sebagai salah satu alternatif sumber BBM yang diharapkan dapat membantu memecahkan masalah krisis BBM yang melanda Indonesia. Hal ini terutama berlaku pada kondisi saat tingginya harga BBM fosil, yang diperkirakan akan tetap tinggi.
3. Usahatani tanaman jarak oleh para petani sebaiknya diusahakan dengan skala di atas dua hektar. Agar pendapatan yang diperoleh cukup menarik, pengusahaan tanaman jarak pada skala empat hektar dipandang cukup ekonomis.

##### 4.2 Saran

1. Pemerintah perlu memberikan dukungan nyata untuk mengembangkan tanaman jarak pagar kepada para petani. Gerakan nasional seyogianya diikuti dengan aktivitas nyata berupa bantuan berupa pelatihan dan penyuluhan usahatani tanaman jarak yang optimal, mendorong tersedianya bibit, kemudahan untuk pemanfaatan lahan, ketersediaan modal bagi pengembangan usahatani tanaman jarak hingga pengembangan agroindustri sehingga biji jarak yang dihasilkan segera dapat diolah dengan harga di tingkat petani yang stabil.
2. Pengembangan tersebut di atas seyogianya dilakukan Pemerintah dengan mengikutsertakan para petani miskin, sehingga gerakan tersebut dapat mengurangi kemiskinan dan menyediakan kesempatan kerja. Partisipasi dan keseriusan Pemda sangat diperlukan dalam pengembangan tersebut.
3. Analisis yang dilakukan di sini baru hanya pada level usahatani dan bersifat perkiraan. Studi kelayakan yang mencakup level agroindustri pengolahan biji jarak menjadi minyak jarak serta pemasarannya (lokal, regional, nasional, dan internasional) perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymus, 2005. *Minyak Jarak, Pengganti Solar*. 14 Juni 2005. <http://www.Jakarta.indymedia.org//>
- Hariyadi, 2005. *Budidaya Tanaman Jarak (*Jatropha curcas*) Sebagai Sumber Bahan Alternatif Biofuel*. 17 Oktober 2005. <http://www.ristek.go.id//>
- Humas BPPT, 2005. *Biodiesel Jarak Pagar Jadi Proyek Nasional*. 29 Agustus 2005. <http://www.bppt.go.id//>
- Soenardi, 2000. *Budidaya Tanaman Jarak*. Departemen Kehutanan dan Perkebunan. Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat
- Widya, 2005. *Pertamina Kembangkan Biodiesel*. 18 Agustus 2005. <http://members.bumn-ri.com//>

**Lampiran 1. Proyeksi Biaya Penanaman Jatropha Curcas (Jarak Pagar) Pada Satu Hektar Lahan**

Jarak tanam : 3 M x 2 M

Upah rata-rata : 10.000/HOK Jumlah

pohon/ha : 1666

Penyulaman : 10 %

Yang hidup : 1500 .

No	Kegiatan	UNIT	Biaya (Rs) per tahun			TOTAL (Rp.)
			1	2	3	
1	Persiapan lahan	10 HOK	100000			100000
2	Penggarapan awal 6 jam	20000/jam	120000			120000
3	Tumpang sari	Rp.200000	200000			200000
4	Penjajaran dan pemancangan	5 HOK	50000			50000
5	Penggalian lubang (45 cm <sup>3</sup> ) & pengisian @ 50 lubang /HOK dan 150 lubang	44 / 14 HOK	440000	140000		580000
6	Biaya pupuk organik @ 2 kg /lubang	Rp.30000/ton.	100000			100000
7	Biaya Pupuk anorganik @ 250 gr/tanaman	Rp.400000	400000	400000	400000	1200000
8	Biaya tanaman termasuk transport	Rp.600/tanaman	999600	99600		1099200
9	Penanaman & penanaman ulang @100 tanaman per HOK	16 & 5 HOK	160000	50000		210000
10	Penyiangan, pengerjaan tanah, penggunaan pupuk.(3,2,1)	10 HOK per pekerjaan	300000	200000	100000	600000
11	Perlindungan tanaman		20000	20000	20000	60000
12	Pemangkasan	20 HOK	200000	200000	200000	600000
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>Rp.</b>	<b>3089600</b>	<b>1109600</b>	<b>720000</b>	<b>4919200</b>
14	Biaya tak terduga	5%	154480	55480	36000	245960
	<b>TOTAL</b>		<b>2935120</b>	<b>1054120</b>	<b>684000</b>	<b>4673240</b>

**Lampiran 2. Proyeksi Hasil dan Pendapatan Per ha Per Tahun Dari Tanaman Jarak**

Tahun	Biji per pohon (Kg)	Jml pohon	Banyaknya biji	Harga biji per kg	TOTAL
3	0.50	1500	750	500	375000
4	0.50	1500	750	500	375000
5	1.00	1500	1500	500	750000
6	1.50	1500	2250	500	1125000
7	2.00	1500	3000	500	1500000
8	2.50	1500	3750	500	1875000

Lampiran 3. Perkiraan Cash Flow Tanaman Jarak Pagar (Rp/ha/tahun)

No	Kegiatan	Unit	Tahun							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>PENERIMAAN</b>									
2	<b>BIAYA</b>				<b>375000</b>	<b>375000</b>	<b>750000</b>	<b>1125000</b>	<b>1500000</b>	<b>1875000</b>
	Persiapan lahan	10 HOK	100000							
	Penggarapan awal 6 jam	20000/jam	120000							
	Tumpang sari	Rp.200000	200000							
	Penjajaran dan pemancangan	5 HOK	50000							
	Penggalian lubang (45 cm <sup>3</sup> ) & pengisian @ 50 lubang /HOK dan 150 lubang	44 / 14 HOK	440000	140000						
	Biaya pupuk organik @ 2 kg /ubang	Rp.30000/ton.	100000							
	Biaya Pupuk anorganik @ 250 gr/tanaman	Rp.400000	400000	400000	400000					
	Biaya tanaman termasuk transport (1666,166)	Rp.600/tanaman	999600	99600						
	Penanaman & penanaman ulang @100 tanaman per HOK	16 & 5 HOK	160000	50000						
	Penyiangan, pengerjaan tanah, penggunaan pupuk.(3,2,1)	10 HOK per pekerjaan	300000	200000	100000					
	Perlindungan tanaman		20000	20000	20000					
	Pemangkasan	20 HOK	200000	200000	200000					
	<b>SUB TOTAL BIAYA</b>		<b>3089600</b>	<b>1109600</b>	<b>720000</b>					
	Blaya tak terduga	5%	154480	55480	36000					
	<b>TOTAL BIAYA</b>		<b>2935120</b>	<b>1054120</b>	<b>684000</b>					
3	<b>PENDAPATAN</b>		-2935120	-1054120	-309000	375000	750000	1125000	1500000	1875000
4	<b>DISCOUNT FACTOR 12,75 %</b>		0.886918	0.786623	0.69767	0.618776	0.548804	0.486744101	0.431702085	0.382884333
5	<b>PRESENT VALUE</b>		-2603211	-829196	-215580	232041.2	411603	547587.1134	647553.1275	717908.1236
6	<b>NPV</b>		4418346							
7	<b>PV+</b>		8066332							
8	<b>PV-</b>		-3647986							
9	<b>Net B/C</b>		2.21							
10	<b>IRR</b>		21.97%							



## MANAJEMEN PERKEBUNAN JATROPHA DAN FASILITAS PRODUKSI BIODIESEL

Ir. Hasan Hambali, MM\*

### I. PENDAHULUAN

Pengembangan perkebunan Jarak Pagar dan produksi Biodiesel telah menjadi isu nasional dan internasional sehubungan dengan kenaikan harga minyak bumi yang mencapai US\$ 70 per barel di pertengahan tahun 2005. Kenaikan harga minyak bumi menekan perekonomian Indonesia karena Indonesia telah menjadi net importer minyak bumi sejak pertengahan tahun 2004. Kebutuhan tambahan minyak bumi Indonesia yang diimpor terus meningkat yang saat ini telah mencapai sekitar 300.000 barel per hari atau senilai US\$ 21 juta per hari pada harga minyak bumi US\$ 70 per barel. Kenaikan harga minyak bumi dan posisi Indonesia yang telah menjadi negara pengimpor minyak menyebabkan pemerintah menaikkan harga BBM dalam negeri yang mencapai sekitar 100% untuk diesel dari Rp. 2 100 per liter menjadi Rp. 4 300 per liter pada tanggal 1 Oktober 2005. Kenaikan harga BBM ini kemudian telah memicu krisis energi Indonesia karena sebagian besar pembangkit listrik yang ada menggunakan diesel sebagai bahan bakar.

Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linn) yang mampu tumbuh di hampir sebagian besar lahan kritis wilayah Indonesia menjadi pilihan sumber energi yang terbarukan. Pohon jarak ini menghasilkan sekitar 30% minyak jarak yang kemudian dapat diproses menjadi biodiesel. Lahan kritis yang tidak dimanfaatkan saat ini mencapai lebih dari 40 juta ha yang mampu menghasilkan lebih dari 1 juta barel biodiesel perhari apabila seluruhnya dimanfaatkan untuk penanaman Jarak Pagar. Dengan produksi biodiesel 1 juta barel perhari, Indonesia akan kembali surplus BBM sekitar 700,000 barel perhari yang akan memperkuat cadangan devisa nasional.

Permasalahan utama yang harus segera dipecahkan untuk pengembangan Jarak pagar ini adalah masalah bibit dan pengairan. Permasalahan dari bibit adalah jumlah dan keseragaman. Saat ini IPB sebagai perguruan tinggi pertanian yang favorit di Indonesia telah

mengembangkan bibit Jarak Pagar dengan teknik kultur jaringan. Teknik kultur jaringan ini memungkinkan produksi bibit jarak dalam jumlah besar dan seragam. Masalah lain adalah ketersediaan air karena walaupun kebutuhan air dari Jarak Pagar ini relatif sedikit tetapi bukan berarti tidak memerlukan air sama sekali. Di daerah lahan kritis umumnya permukaan air sangat dalam. Salah satu alternatif solusi masalah air adalah dengan menggunakan pompa *Electric Submersible Pump* yang digerakan oleh sumber listrik yang harus berasal dari energi terbarukan juga yaitu kincir angin dan solar panel. Teknologi Kincir Angin saat ini di Indonesia telah dikembangkan oleh Yayasan The Heritage Bogor dengan nama EGRA (*Energi Gratis*) sedangkan teknologi solar panel telah dikembangkan oleh PT LEN. Penggunaan energi terbarukan seperti tenaga angin dan tenaga surya akan meningkatkan efisiensi bisnis dan sejalan dengan misi promosi energi terbarukan dan ramah lingkungan.

Masalah lain yang tidak kalah pentingnya adalah masalah manajemen atau masalah berorganisasi. Masalah ini menyangkut perilaku, pengetahuan dan persepsi karyawan karena keberhasilan fungsi semua peralatan dan infrastruktur perusahaan tergantung pada bagaimana kemampuan karyawan menjalankannya.

## II. PERMASALAHAN PENTING MANAJEMEN

### 1. *Norms and Values*

*Norms and Values* merupakan komponen penting yang memberikan corak style dari suatu sistem manajemen organisasi. *Norms* yang dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Norma adalah aturan-aturan formal yang berlaku di suatu perusahaan. Aturan-aturan ini menjelaskan larangan dan perintah yang diikuti dengan sistem Rewards and Punishment. Sedangkan *Values* adalah nilai-nilai baik dan buruk yang dipercaya oleh suatu organisasi terhadap suatu kegiatan atau aktivitas yang tidak disertai formal Rewards dan Punishment. Rewards dan Punishment dari *Values* adalah sangsi dan dukungan sosial dari seluruh anggota organisasi. Sebagai contoh nilai-nilai terhadap cara perusahaan dalam menyikapi masalah lingkungan. Sebagian perusahaan memiliki nilai-nilai untuk melobi pejabat agar terbebas dari masalah lingkungan dan sebagian perusahaan yang lain memiliki nilai-nilai

melakukan usaha-usaha riil untuk menjaga masalah lingkungan sesuai dengan standard yang ditetapkan pemerintah dan masyarakat dunia. Sikap yang diambil oleh suatu perusahaan dengan demikian tergantung dari nilai-nilai para pengambil keputusan di dalam perusahaan itu.

*Norms and Values* harus disusun oleh para pengambil keputusan tertinggi dalam hal ini para pemegang saham dengan suara mayoritas sebelum kegiatan perusahaan dimulai. Kegiatan perusahaan menjadi tidak terarah apabila *Norms and Values* tidak tersusun dengan jelas. *Norms and Values* kemudian diperkenalkan ke seluruh anggota manajemen termasuk ke setiap karyawan baru melalui suatu program Induksi. Dalam Induksi wakil dari perusahaan menjelaskan setiap item-item *Norms and Values* dengan sejelas-jelasnya yang diikuti dengan ujian atau penilaian. Nilai dari ujian *Norms and Values* ini digunakan untuk kepentingan Performance Appraisal sehingga seluruh karyawan perusahaan akan menjaga *Norms and Values* yang ditetapkan perusahaan. *Norms and Values* adalah dokumen dinamis yang harus terus diperbaharui para pengambil keputusan agar langkah gerak perusahaan selalu berada di posisi teratas dalam lingkungan bisnis yang terus berubah dan penuh tantangan.

## **2. Business Plan**

*Business Plan* adalah suatu perencanaan kegiatan usaha yang harus dipersiapkan sebelum kegiatan usahanya dimulai. *Business Plan* umumnya digunakan untuk masalah pendanaan. Hampir semua perbankan, partner atau investor akan meminta *Business Plan* sebagai bahan evaluasi keputusannya. Bagi para CEO, *Business Plan* sangat terasa manfaatnya justru pada saat pembuatan atau penyusunannya daripada setelah *Business Plan* itu selesai dicetak. Proses pembuatan *Business Plan* memerlukan daya imajinasi mengenai perkiraan variabel-variabel business yang akan mempengaruhi suatu kegiatan usaha. *Business Plan* adalah dokumen yang juga sifatnya dinamis karena terus berubah sesuai dengan perkembangan dan perjalanan perusahaan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dan sikap yang dipertahankan pada saat penyusunan *Business Plan* adalah :

1. Jujur. Angka-angka yang digunakan harus berdasarkan data yang akurat dan menggunakan perkiraan-perkiraan yang paling masuk

- akal. Penggunaan perkiraan yang terlalu optimis dapat mencelakakan roda organisasi apabila tidak tercapai. Kelemahan-kelemahan atau kekurangan-kekurangan harus disampaikan dengan jelas sehingga pembaca dapat lebih bijaksana pada saat mengambil keputusan dan tidak menimbulkan perselisihan di kemudian hari.
2. Ditulis dengan Jelas. Setiap item atau variabel yang digunakan ditulis dan dijelaskan sebaik mungkin untuk menghindari salah pemahaman. Hindari menggunakan jargon atau istilah-istilah dari industri lain sehingga tidak lazim dan tidak dimengerti dengan jelas.
  3. Perkuat Image Perusahaan. Image perusahaan perlu ditonjolkan untuk menunjukkan bahwa perusahaan kita sangat memahami segala aspek dari bisnis yang sedang dikembangkan .
  4. Perjelas pemahaman perusahaan tentang usaha yang sedang dikembangkan dan juga perjelas bagaimana cara menggunakan dan mengembangkan dana pinjaman bank atau dana investor.
  5. Mengevaluasi team manajemen perusahaan yang merupakan bagian inti dari *Business Plan*. Perlu ditunjukkan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki dan bagaimana cara mengatasi kelemahannya.
  6. Menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut :
    - 1: Dimana posisi bisnis kita sekarang ?
    - 2: Kemana kita akan pergi ?
    3. Bagaimana mencapainya?
  7. Kuantifikasi data pasar, penjualan, produksi dan biaya. Hindari mengeneralisasi data, harus lebih spesifik. Gunakan data untuk menjelaskan performance masa lalu.
  8. Mulai dengan halaman baru untuk setiap bagian utama yang dibahas.
  9. Isi *Business Plan* tergantung dari tingkat kompleksitas usaha, tahap pengembangan usaha dan tipe pembiayaannya.
  10. *Business Plan* juga bisa digunakan sebagai dokumen penjualan. Isi dan kualitas *Business Plan* akan mencerminkan perusahaannya.
- Dalam Bussiness Plan, ada bagian-bagian penting yang harus diperhatikan, yaitu :

**1. *Business Request Page***

*Business Request page* adalah halaman yang menjelaskan tentang perusahaan seperti nama Perusahaan, alamat, telpon, fax,

email, web dan referensi lainnya. Dalam bagian ini juga perlu dijelaskan struktur investasi yaitu struktur komposisi ekuiti dan pinjaman. Ekuit yang dikontribusikan dalam bentuk apa dan jumlah pinjaman yang diperlukan juga dikemukakan pada bagian ini.

Pada bagian pinjaman dijelaskan perioda pinjaman dan kolateral yang diperlukan serta penjelasan penggunaan dari pinjaman. Penggunaan dan pinjaman ini harus sesuai dengan ekuiti yang akan dikontribusikan dan sesuai dengan progres pelaksanaan proyek investasi.

## 2. *Executive Summary*

*Executive Summary* merupakan ringkasan sinopsis dari suatu *Business Plan*. *Executive Summary* memberikan gambaran menyeluruh perusahaan dan menyoroti hal-hal penting di dalam *Business Plan*.

## 3. *Business Description*

Bagian ini menjelaskan posisi bisnis saat ini dan arah usaha yang akan datang. Hal-hal yang tercakup dalam *Business Description* adalah :

### ➤ Sejarah Perusahaan.

Sejarah perusahaan menggambarkan proses perkembangan perusahaan atau menjelaskan proses kenapa timbul ide pengembangan suatu jenis usaha.

### ➤ Diskusi Industri Biodiesel

Diskusi mengenai industri biodiesel secara umum dan memberikan informasi yang relevan dengan usaha yang sedang dikembangkan.

### ➤ Struktur Legal

Organisasi suatu jenis usaha harus memiliki badan hukum yang terkait dengan sistem perpajakan yang sesuai dengan jenis badan hukumnya. Struktur Legal juga menjelaskan struktur pemegang saham dan susunan *Board of Director*.

### ➤ Kepegawaian

Dibahas jumlah pegawai dengan kwalifikasinya yang diperlukan agar cukup mampu menjalankan roda perusahaan. Kualifikasi berkaitan dengan jenis pekerjaan, pendidikan dan training yang diperlukan.

➤ Misi Perusahaan

Misi perlu mencakup filosofi dan nilai-nilai perusahaan dalam kegiatan operasional dan dalam kegiatan melayani pelanggan baik saat ini maupun yang akan datang.

➤ Goal Perusahaan

Menjelaskan posisi perusahaan saat ini dan posisi yang diinginkan secara kuantitatif yang disertai cara bagaimana mencapainya. Dalam menjelaskan cara pencapaiannya digunakan analisa SWOT.

➤ Cara Pelayanan

Cara Pelayanan baik untuk produk atau jasa harus dijelaskan untuk setiap jenis pelanggan dan termasuk pengaruh yang timbul dari cara pelayanan tersebut pada pelanggan dan perusahaan.

#### 4. Management

Bagian yang paling penting dari *Business Plan* adalah bagian *Management*. Anggota *Management* harus mampu secara dinamis mengendalikan bisnis untuk selalu berada pada posisi puncak dari segala macam lingkungan yang berubah dan selalu menggunakan sumber daya dengan sangat efisien. *Team Management* harus bekerja secara *teamwork* yang mampu menjalankan delegasi sehingga peluang-peluang bisnis masa depan dapat dikuasai tanpa meninggalkan pelanggan saat ini yang memberikan *cashflow*. *Team Management* dengan demikian harus jujur dan selalu berfikir yang paling *common sense*.

Bagian manajemen yang berkaitan dengan karyawan biasanya terdiri dari lima aspek pokok bahasan yaitu Key personnel, Management team (Team dari Key Personnel), Reporting relationships, Directors/Advisors, dan Staffing plan. Sedangkan sub-bagian yang perlu dibahas dari Bagian Manajemen adalah Business organization, Ownership, Management duties, Investment, dan Competitive advantage.

Business organization bertugas mendefinisikan Organisasi Bisnis Ownership menjelaskan nama stockholders dan shareholders. Management duties melakukan diskusi para manager atau perusahaan-perusahaan yang akan mengerjakan tugas-tugas manajemen. Termasuk pekerjaan-pekerjaan akunting, inventory dan

management information reporting systems. Investment adalah jumlah uang yang diinvestasikan oleh para pemilik, dan competitive advantage merupakan Kelebihan kompetitif dari perusahaan dibandingkan perusahaan lain.

Ada enam skill yang harus dikuasai oleh manajemen yaitu :

1. Kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengembangkan strategi-strategi bisnis.
2. Kemampuan untuk menjalankan organisasi dan mengoptimalkan *resources*.
3. Kemampuan untuk mengkoordinir semua kegiatan.
4. Kemampuan untuk mengerti dan mengembangkan *Business Plan*
5. Kemampuan untuk mendelegasikan pekerjaan
6. Kemampuan untuk mengendalikan dan mensupervisi bisnis.

#### 5. *Market Analysis*

*Market analysis* diperlukan untuk mendefinisikan dan mencari pelanggan dari produk-produk yang dihasilkan perusahaan. Produk utama dalam hal ini adalah biodiesel tetapi juga ada produk-produk sampingan seperti glyserol dan produk-produk lainnya. *Market Analysis* harus bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti, Siapakah pelanggan Biodiesel ?, Biodiesel yang bagaimana yang pelanggan kehendaki ?, Jumlah yang diperlukan berapa saat ini?, Pendekatan apa yang terbaik yang dapat dilakukan untuk bisa mencapai pelanggan?, dan Apa masa depan dari produk Biodiesel?

Jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut dilakukan dengan menggunakan diskusi Marketing Mix yaitu Product, Price, Place and Promotion di dalam industri dengan memperhatikan para pesaing perusahaan.

Hasil dari market analysis akan membantu memecahkan permasalahan-permasalahan seperti :

1. Fokus pada target market
2. Masalah demografi penyebaran produk dan mengapa mereka menghendaki produk yang dihasilkan perusahaan.
3. Pelajari keinginan orang kenapa ingin membeli produk perusahaan
4. Tunjukkan bahwa perusahaan mampu tumbuh dan berkembang.

## 6. **Marketing Plan**

Marketing Plan mencakup tiga bidang pembahasan atau diskusi, yakni:

- I. Marketing Goals dan Objectives
- II. Overall Marketing Strategy
  - a. Catching Your Customer (Strategi Mendapatkan Pelanggan)
  - b. Capturing Your Customer (Strategi Menjadikan Pelanggan)
- III. Sales Method
  - a. Advertising
  - b. Promotion

## 7. **Product of Services**

Terdapat enam hal yang perlu dibahas dalam *Product of Services* sebagai berikut:

1. Gambaran lengkap product atau jasa yang ditawarkan termasuk kualitasnya
2. Legal Protection (Paten, Copyrights, Legal, dan masalah teknis)
3. Kelebihan-kelebihan performance produk perusahaan dibandingkan dengan produk atau jasa yang dihasilkan pesaing
4. Persyaratan Perijinan yang diperlukan
5. Competitive Advantage dari produk atau jasa yang kita miliki
6. Manfaat produk atau jasa untuk Pelanggan

## 8. **Manufacturing Plan**

*Manufacturing Plan* menggambarkan bagaimana cara memproduksi produk yang berkualitas sesuai permintaan pelanggan dengan cara yang paling efisien dalam hal bahan baku, tenaga kerja dan waktu.

## 9. **Keuangan atau Keekonomian**

Keuangan atau keekonomian mencakup analisa cash flow dan perlu ditunjukkan bahwa ending cash balance selalu positif. Posisi Neraca perusahaan merupakan bagian penting untuk menunjukkan posisi keuangan perusahaan sehingga bisa dijadikan referensi dalam penyusunan cash flow. Dalam cash flow juga perlu dijelaskan sumber pendanaan baik itu ekuiti maupun pinjaman bank.



#### 10. Dokumen Pendukung Lainnya

Dokumen pendukung lainnya yang diperlukan biasanya meliputi (1) surat-surat kontrak atau referensi dari para pelanggan yang ada, (2) Layout Lokasi Pabrik, (3) Brosur-brosur dan iklan-iklan, (4) Resume Key Personnel, (5) Data Riset Pasar, (6) Patent atau merek, dan (7) MOU atau Kontrak yang dimiliki.

### III. IDENTIFIKASI DAN PENGEMBANGAN PASAR

Pasar Biodiesel paling sedikit dapat dibagi menjadi 5 segmen sebagai berikut :

1. Segmen keperluan umum misalnya untuk kendaraan umum, offroad, marine, tambang dan lain-lain.
2. Segmen kebutuhan untuk campuran untuk mencapai suatu tingkat blending tertentu seperti yang telah banyak disyaratkan oleh beberapa negara di dunia seperti B100, B20 dan blending B1 sampai B5.
3. Segmen untuk memenuhi persyaratan lingkungan karena masalah emisi, biodegradable dan lain sebagainya.
4. Segmen keperluan khusus misalnya untuk militer, penelitian dan lain-lain
5. Segmen yang mengutamakan Aesthetic seperti bau, renewable dan biodegradable

Produksi biodiesel harus sesuai dengan segmen yang akan dimasukinya. Beberapa segmen penting seperti segmen keperluan B100, B20 dan B2 sampai B5 diuraikan sebagai berikut.

#### Pasar B100

Diesel B100 berarti 100% biodiesel. Karakteristik dari B 100 diantaranya adalah bersifat Biodegradeble, Renewable, Emisi yang berkurang banyak, Bebas dari bau yang tidak disukai, dan dapat digunakan dan disimpan pada peralatan yang ada tanpa banyak modifikasi.

Pemakaian utama dari B100 adalah biasanya di daerah Taman Nasional, Penambangan bawah tanah, Marine dan kendaraan-kendaraan

Offroad. Taman Nasional yang banyak menggunakan adalah Taman Nasional yang banyak dikunjungi wisatawan mengingat sifat-sifat B100 yang sangat baik terhadap lingkungan dan tidak menimbulkan bau yang tidak sedap. Penambangan bawah tanah memerlukan B100 karena B100 tidak menimbulkan asap yang menyesakan pernafasan dan merusak kesehatan para penambang. Penggunaan di Marine adalah untuk kapal-kapal laut terutama kapal-kapal laut yang berlayar di wilayah yang sangat ketat peraturan pembuangan limbahnya. Beberapa negara maju menerapkan sanksi berat bagi para pelayar yang merusak kualitas air. Penggunaan B100 untuk kendaraan-kendaraan offroad diperlukan di airport, perkebunan, hutan, dan industri konstruksi karena sifat biodegradable, bau yang harum dan emisi yang relatif rendah

### **Pasar B20**

Disel B20 berarti diesel campuran yang terdiri dari 20% biodiesel dan 80% petrodiesel. Pemakaian B20 pada awalnya adalah untuk kepentingan mencapai titik optimum ekonomis antara pengurangan emisi dengan biaya. Karakteristik emisi gas buang dari penggunaan B20 menjadi lebih baik dibandingkan dengan emisi petrodiesel murni. Dari percobaan di negara-negara maju diperoleh data pengurangan gas buang sebagai berikut :

1. Kandungan partikel ukuran 10 mikron berkurang 14 %.
2. CO berkurang 9 %.
3. Hidrokarbon berkurang 7 %.

Manfaat yang terasa langsung pada penggunaan B20 adalah pengurangan emisi tanpa harus merubah mesin. Biodiesel tinggal ditambahkan pada petro diesel dan langsung bisa digunakan. Banyak yang telah mencoba dengan hasil yang memuaskan. B20 banyak digunakan di Amerika untuk keperluan bus sekolah, bus transit dan kendaraan militer.

### **Pasar B5 sampai B10**

Penggunaan campuran biodiesel 5% sampai 10% biasanya bertujuan sebagai additif untuk memperbaiki tingkat pelumasan bahan bakar. Campuran biodiesel ini juga mengurangi emisi walaupun

pengaruhnya relatif kecil. Beberapa negara telah memulai penggunaan B5 sampai B10 untuk seluruh pasar retail diselnnya sehingga penerapan peraturan ini menciptakan pasar biodiesel yang sangat besar di masa mendatang.

#### **IV. FIRE AND SAFETY**

##### **4.1. Fire**

Kebun Jarak Pagar dan Biodiesel mudah terbakar sehingga memerlukan Standard Penanganan Kebakaran dan Keselamatan Kerja (*Fire and Safety*) yang secara umum sama dengan aturan-aturan yang berlaku di industri minyak dan gas. Setiap daerah memiliki kondisi alam dan lingkungan yang berbeda juga termasuk aturan-aturan keselamatan yang berbeda. Beberapa negara telah membuat aturan-aturan yang lengkap mengenai keselamatan tetapi masih banyak negara yang hanya mengacu pada aturan-aturan dasar yang sangat umum.

Apabila peraturan di suatu daerah sangat terbatas maka perusahaan harus membuat aturan-aturan yang lebih lengkap untuk menghindari kerugian akibat masalah *Fire and Safety*. Perusahaan-perusahaan asuransi biasanya memerlukan standard *Fire and Safety* yang cukup tinggi. Perusahaan dengan demikian harus mengakomodasi seluruh kepentingan *Fire and Safety* yang dikehendaki. Tingkat keselamatan ditentukan oleh kerja sama yang kuat antara pemilik perusahaan, pejabat yang berwenang, karyawan, asuransi dan pihak-pihak lain yang ikut terlibat dengan masalah *Fire and Safety*.

##### ***Fire Safety* Merupakan Investasi**

*Fire Safety* memerlukan dana untuk membiayai desain, pembelian peralatan, pemeliharaan peralatan dan juga training pegawai. Biaya-biaya ini sering dianggap hanya merupakan pemborosan yang tidak menghasilkan uang. Hal ini yang menyebabkan biaya *Fire and Safety* sering menjadi komponen biaya yang harus dikurangi pada saat pembahasan pengurangan biaya operasi. Tetapi kalau kebakaran benar-benar terjadi baik di perkebunan Jarak maupun di fasilitas produksi biodiesel maka semua investasi akan lenyap dalam seketika.

### **Protection Principles and Systems**

Prinsip dan Sistem pengamanan terbagi menjadi *Passive Fire Protection* dan *Active Fire Protection*. Prinsip utama dari *Passive Fire Protection* adalah menjaga jarak dan membuat batas perlindungan dari api. Prinsip ini digunakan untuk melindungi peralatan dan benda-benda yang mudah terbakar seperti tangki alcohol, tangki BBM, ruang mesin, switch gear dan pintu exit. *Active Fire Protection* mencakup tindakan deteksi api dan pemadaman api dengan peralatan yang otomatis. Peralatan dasar *Fire and Safety* umumnya adalah sumber air, pompa dan hydrants. Pompa digerakan oleh sistem yang menggunakan listrik dan sistem yang menggunakan diesel (biodiesel).

Untuk daerah yang memiliki bahan-bahan yang mudah terbakar, biasanya disediakan sumber air sebagai sumber pemadam sedangkan daerah-daerah yang kurang mudah terbakar biasanya hanya menggunakan *portable fire extinguisher*. Apabila terjadi kebakaran di daerah yang tidak punya sumber air maka pemadaman dilakukan dengan *fire extinguisher* sebagai tindakan pertama sambil menunggu team lengkap pemadam kebakaran kalau api belum bisa dipadamkan. Pipa-pipa saluran penyiraman sebaiknya menggunakan pipa besi karena dapat digunakan sebagai alat pemadam kebakaran pada saat terjadi kebakaran. Pipa-pipa penyiraman juga dihubungkan dengan *sprinkle* selain ke *nozzle* penyiram.

### **Fixed Extinguishing System**

Untuk sistem *Fire and Safety* yang relatif besar biasanya digunakan sistem *sprinkle* yang menggunakan air sebagai pemadam karena murah dan mudah pemasangannya. Penggunaan busa biasanya dilakukan untuk meningkatkan daya pemadaman. Pemadaman api juga sering digunakan sistem *Dry Chemical*. Sistem *Dry Chemical* selain digunakan untuk daerah yang tertutup juga digunakan untuk pengamanan kecil di tempat terbuka. Prinsip kerja *Dry Chemical* adalah memutus rantai reaksi terjadinya kebakaran.

### **Human Factor**

*Human Factor* dan organisasi sering menjadi sumber kegagalan *Fire and Safety*. Permasalahan *Fire and Safety* tidak hanya dengan peralatan yang baik dan pemeliharaan yang rutin tetapi juga memerlukan

tenaga-tenaga pemadam kebakaran yang cekatan dan terlatih melalui training-training yang intensif. Program training dasar-dasar dan cara menggunakan peralatan juga perlu diberikan ke seluruh karyawan dan supplier yang sering berada di lingkungan kerja karena kebakaran adalah hal yang tidak dikehendaki oleh seluruh pihak.

#### 4.2 Safety

Risiko kegagalan *Safety* karena komunikasi dapat dihindari dengan menggunakan 7 Aturan Kardinal Risiko Berkomunikasi yang dikeluarkan oleh U.S. Environmental Protection Agency sebagai berikut:

1. Melibatkan karyawan
2. Rencanakan dengan teliti dan evaluasi yang matang sebelum bertindak
3. Dengarkan sungguh-sungguh lawan bicara
4. Jujur dan Terbuka dalam diskusi
5. Bekerjasama dengan pihak-pihak lain yang *credible*
6. Lengkapi Keperluan Peralatan *Safety*
7. Bicara dengan Jelas dan sopan

Persepsi setiap orang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berbeda. Persepsi tentang keselamatan dan akibat yang ditimbulkan dengan demikian juga berbeda-beda. Pada saat kita menganggap suatu keadaan memiliki risiko yang kecil sementara orang lain beranggapan sebaliknya maka kita harus menahan diri sebelum kita mengambil tindakan. Perbedaan persepsi harus didiskusikan sampai ditemukan sumber perbedaan cara memandangnya. Setelah disepakati baru tindakan dapat diambil kecuali harus terpaksa dilakukan sendiri apabila keadaan tidak memungkinkan.

Instruksi *safety* harus dimengerti oleh seluruh karyawan sehingga karyawan bisa ikut menjaga *safety* secara keseluruhan. Pegawai perlu mengetahui risiko setiap pekerjaan agar pegawai dapat mengantisipasi sebelum dia mulai bekerja.

#### V. BIODIESEL TRANSPORTATION AND STORAGE

Permasalahan transportasi dan penyimpanan biodiesel memerlukan pemahaman mengenai sifat-sifat penting biodiesel, yaitu *Exposure*

*Temperature, Oxidative Stability, Fuel Solvency, dan Material Compatibility.*

*Exposure Temperature* adalah suhu pada saat biodiesel diangkut dan ditransportasikan. *Temperature* beku biodiesel umumnya lebih tinggi daripada petrodiesel. Secara khusus saturated methyl ester memiliki freezing point yang lebih tinggi daripada unsaturated methyl ester.

*Oxidative Stability* menentukan kemampuan biodiesel disimpan dalam jangka waktu yang lama tanpa degradasi karena bereaksi dengan oksigen. Biodiesel yang bereaksi dengan oksigen akan meningkatkan kandungan C=C bonds (*Olefinic Bonds*). Makin banyak kandungan C=C bonds maka makin tidak stabil. *Oxidative Stability* dapat terlihat dari peningkatan bilangan asam, peningkatan viskositas, pembentukan gum dan sedimen.

Biodiesel merupakan pelarut ringan tetapi dia lebih mudah melarut dibandingkan petrodiesel. Dengan sifat ini maka sedimen yang terbentuk di dasar di tangki diesel dapat dilarutkan oleh biodiesel. Namun demikian campuran biodiesel 20 % pada petrodiesel akan menghilangkan sifat daya larutnya.

*Material Compatibility* menjelaskan hubungan interaksi antara biodiesel dengan benda-benda yang bersentuhan misalnya tangki penyimpanan, seal dan gasket. Dianjurkan untuk menggunakan stainless steel atau aluminium untuk tangki-tangki penyimpanan. Oksidasi dan sediment akan terbentuk apabila biodiesel bersentuhan dengan brass, bronze, cooper, lead, tin, dan beberapa polymer, Biodiesel compatible dengan seal, gasket dan adhesive yang diproduksi setelah tahun 1993.

Penyimpanan dan penanganan biodiesel lebih mudah dibandingkan dengan petrodiesel. Untuk penyimpanan biodiesel tidak disyaratkan kontainer dengan tingkat keamanan tertentu (*special safety containers*). Berbeda halnya pada penanganan dan penyimpanan diesel, dimana kontainer dengan persyaratan keamanan tertentu sangat disyaratkan. Hal ini karena biodiesel memiliki titik nyala (*flash point*) yang lebih tinggi dibanding diesel.

Jika masa simpan bahan bakar diesel yang direkomendasikan oleh supplier adalah sekitar 3-6 bulan, maka untuk biodiesel baik yang berupa biodiesel murni (*pure biodiesel*) ataupun biodiesel campuran (*biodiesel*

*blend*) direkomendasikan untuk disimpan tidak lebih dari 6 bulan. Umur simpan produk dapat diperpanjang dengan cara menambahkan aditif penstabil.

Penanganan biodiesel harus memperhatikan beberapa faktor. Mengingat biodiesel adalah barang yang mudah terbakar maka penyimpanannya harus di ruangan yang memiliki ventilasi yang cukup dan jauh dari sumber panas, api dan spark. Drum penyimpan biodiesel harus terhindar dari benturan dan dihindari untuk diseret atau diluncurkan. Penggunaan safety gloves and glasses (google) diwajibkan bagi seluruh karyawan yang bekerja dengan biodiesel.

### **Transportation**

Kendaraan yang mengangkut biodiesel harus bersih untuk menghindari kontaminasi dan penurunan kualitas. Penggunaan gasket, seal dan adhesive pada saat transportasi harus mengacu pada *compatibility* dengan biodiesel seperti telah diuraikan di atas. Biodiesel tidak dapat ditransportasikan pada suhu rendah karena akan membeku. Untuk transportasi pada udara dingin dapat dilakukan di dalam tangki yang dilengkapi dengan koil pemanas. Pencampuran biodiesel dengan petrodiesel akan menurunkan *pourpoint* sehingga lebih tahan di udara dingin.

### **Blending**

*Blending* dengan petrodiesel akan menurunkan *pour point* sehingga bisa disimpan di temperatur yang lebih rendah. *Blending* dengan demikian akan memberikan manfaat di suhu udara rendah sebelum penyimpanan. Tetapi untuk biodiesel murni temperatur udara harus dijaga di atas *pour point*nya. Masalah temperatur di Indonesia tidak menjadi kendala karena suhu udaranya jauh di atas *pour pint*.

Sifat biodiesel lain yang berkaitan dengan *blending* adalah *specific gravity* yang lebih tinggi daripada *specific gravity* petrodiesel (0.88 terhadap 0.85) sehingga biodiesel lebih berat daripada petrodiesel. Maka teknik *blending* yang dilakukan adalah dengan cara menyemprotkan biodiesel di atas petrodiesel dan teknik ini dikenal dengan nama *splash blending*. Cara lain adalah dengan *blending* agitasi yaitu dengan cara mengocok di dalam suatu tabung. Kontaminasi air kedalam *blending*

biodiesel dapat menimbulkan bakteri yang dapat mengganggu stabilitas biodiesel.

### **Penyimpanan**

Tangki yang digunakan untuk menyimpan biodiesel harus terbebas dari air. Tangki penyimpanan petrodiesel biasanya terkontaminasi air sehingga tangki ini harus dibersihkan dan dikeringkan sebelum digunakan untuk biodiesel. Bahan tangki yang cocok untuk biodiesel adalah aluminium, steel, teflon dan fluorinated polypropylene.

Penyimpanan biodiesel perlu memperhatikan stability karena penanganan yang salah berakibat pada pembentukan gumpalan, pengentalan dan pembentukan gum. *Viscosity* bisa dijadikan indikator dari stabilitas / kualitas biodiesel. Stabilitas biodiesel dapat ditingkatkan dengan menggunakan anti oxydant. Anti oxydant yang bisa digunakan adalah t-butyl hydroquinone (TBHQ), Tenox 21 dan tocopherol.

## **VI. KESIMPULAN**

- a. Pengembangan Bisnis *Jatropha* dan Biodiesel memerlukan persiapan manajemen yang matang sebelum dimulai untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang tidak harus terjadi.
- b. Masalah *Norms and Values* adalah masalah penting manajemen yang sering dilupakan tetapi berimplikasi yang luas terhadap seluruh kegiatan operasional perusahaan.
- c. Keberhasilan manajemen tergantung dari kemampuan personel menjalankan organisasi perusahaan sehingga training yang berkelanjutan harus terus dipelihara.
- d. *Business Plan* merupakan dokumen dinamis yang sangat penting untuk mengantisipasi hal-hal buruk yang mungkin terjadi.
- e. Sifat-sifat biodiesel yang rentan terhadap air harus diantisipasi pada saat penyimpanan dan transportasi.



**DAFTAR PUSTAKA**

Ahlang, S. Safety Issues in The Oil nad Gas Industr.Citec Engineering. Energy News. Helsinki.

Gerpen, J.A.. 2004. Business Management for Biodiesel Producer. August 2002- January 2004. National Renewable Energy Laboratory. Golden.

Hambali, Hasan. 2005. *Norms and Values*. PT. Anugrah Jaya Agung. Bogor.

## KELEMBAGAAN MASYARAKAT DAN KEMITRAAN BAGI PENGEMBANGAN JARAK PAGAR<sup>1</sup>

Lala M. Kolopaking

Ketua Departemen Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat,  
Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor.

### I. PENDAHULUAN

Pengembangan Jarak Pagar perlu dikembangkan dalam kerangka ikut menguatkan sistem kelembagaan masyarakat. Oleh karena perancangan dan pelaksanaan usaha tersebut, mensyaratkan mendukung dan didukung oleh sistem kelembagaan pembangunan yang baik. Tanpa hal ini menjadi syarat, pengembangan Jarak Pagar rawan untuk tidak berkeberlanjutan.

Hal yang perlu diketahui dalam keragaman kemajuan, perbedaan tingkat kemiskinan, keragaman sendi budaya antar daerah adalah kelembagaan masyarakat Indonesia mengenal ciri dualistik. Dalam arti mengenal kelembagaan dengan dua asas pola hubungan sosial berbeda. Kelembagaan masyarakat yang masih bertumpu pada sendi-sendi tradisi—yang umumnya dikembangkan bersendikan norma dan kewajiban sosial yang kuat mengikat secara sosial, berhadapan dengan kelembagaan yang telah berkembang dengan ikatan-ikatan sosial kompleks yang taat pada prosedur, kaku dan mengejar efisiensi dan efektifitas. Sisi yang perlu dicatat dari dualistik tersebut kemudian, adalah arus penetrasi sosial ekonomi yang berkembang cenderung meminggirkan kelembagaan yang bersendikan tradisi.

Dalam konteks peminggiran itulah, diusulkan keperluan pengembangan kemitraan. Oleh karena, peminggiran kelembagaan bersendi tradisi secara nyata dapat mencakup pengabaian kelompok-kelompok masyarakat dengan skala sosial-ekonomi kecil maupun menengah. Padahal dari sudut ekonomi, pengembangan kelompok-kelompok seperti ini merupakan jalan menekan pengangguran, meningkatkan daya beli masyarakat, yang pada gilirannya mampu berdampak ganda terutama memberikan peluang pengembangan usaha

produktif komunitas dan ekonomi lokal. Hal yang diprakirakan sebenarnya dapat menjadi jalan penguatan kelembagaan masyarakat secara bertahap, mulai dari keluarga, komunitas hingga ke arah lebih atasnya. Persoalannya, kemitraan adalah konsep yang sudah lama digagas dan dipraktekkan. Tidak dinafikan konsep tersebut ada mencatat keberhasilan dalam praktek, namun ada kecenderungan praktek kemitraan juga mengandung banyak masalah, bahkan ada kecenderungan tetap memberi tempat pada dominasi kelembagaan kompleks, khususnya organisasi bisnis besar.

Tulisan ini bermaksud mengungkapkan sebuah gagasan yang didasarkan pengalaman empirik agar kemitraan dalam pengembangan Jarak Pagar tidak terjebak kembali kepada masalah yang sama. Kemitraan yang diusulkan adalah kemitraan yang dikembangkan menjadi bagian yang tidak terlepas dari kelembagaan masyarakat. Dengan cara, digagas dengan pendekatan pemanfaatan jejaring kolaboratif mulai dari arah komunitas sampai dengan tingkat lokalitas. Proses implementasinya, mengutamakan penerapan prinsip-prinsip: kesetaraan, lebih bersifat informal, partisipatif, membangun komitmen yang kuat, dan mensinergikan kekuatan-kekuatan yang ada dalam memecahkan permasalahan dan menemukan solusi dalam upaya pengembangan Jarak Pagar sebagai usaha-usaha produktif.

Melalui cara tersebut diharapkan upaya pengembangan kemitraan menjadi sebuah proses penyertaan lembaga pembangunan masyarakat yang mempunyai dimensi penyambungan pengaturan mulai di aras makro ke mikro dan sebaliknya. Dengan prosesnya juga tidak terlepas dari usaha pendanaan publik yang mempunyai berbagai dimensi kelayakan, baik ekonomi, sosial, politik, legal maupun manajerial yang khas tanpa meningkatkan biaya transaksi.

## **II. PENGEMBANGAN KEMITRAAN DALAM PENINGKATAN KAPASITAS KELEMBAGAAN PEMBANGUNAN DAERAH**

Pengembangan kemitraan usaha Jarak Pagar perlu menjadi bagian kelembagaan pembangunan di daerah (mulai di aras tapak proyek dalam lingkup satu kabupaten) dengan basis pengelolaan melalui proses yang melibatkan *stakeholders* (pemangku kepentingan). Kelembagaan ini

melibatkan unsur pemerintahan secara horisontal di kabupaten maupun vertikal ke unsur birokrasi sampai ke satuan administrasi pemerintahan terbawah (misal, desa), unsur legislatif pemerintahan dan unsur partai politik, lembaga swasta, lembaga swadaya masyarakat, dan kelompok-kelompok terkait yang ada di masyarakat. Dalam hal ini, pihak pemerintahan di kabupaten dapat menjadi *prime mover* dari pengembangan kelembagaan ini.

Paling tidak, ada empat fungsi yang perlu dikembangkan dari kelembagaan tempat dikembangkannya bentuk kemitraan yang sesuai. *Pertama*, wadah belajar sosial yang melibatkan beragam pihak pemangku kepentingan dalam menyamakan pemahaman tentang pengembangan Jarak Pagar. *Kedua*, media pengorganisasian perancangan. *Ketiga*, media pengendalian sosial (*social control*). *Keempat*, wadah dalam menggalang aksi dan monitoring evaluasi. Lihat Gambar 1.

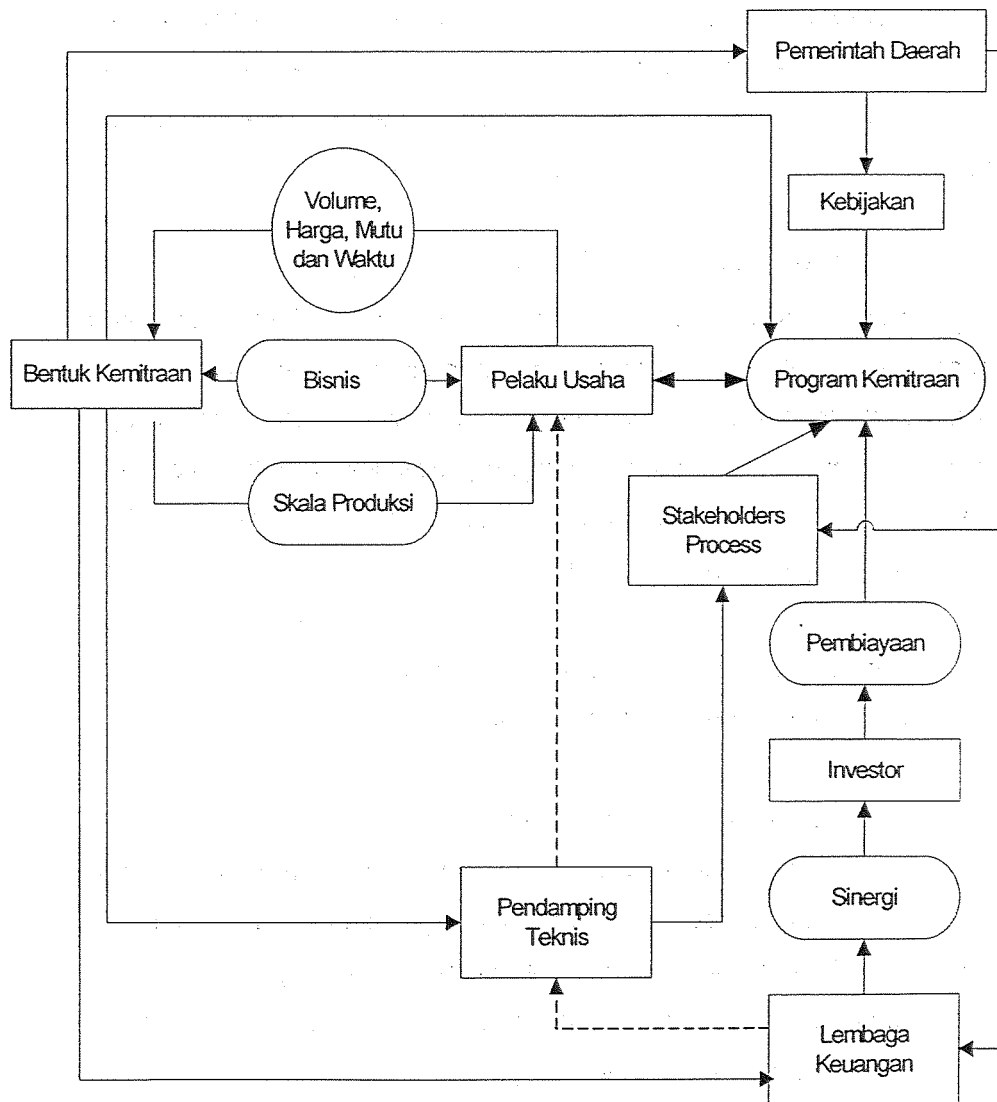
#### 1. Membentuk Kesamaan Opini Antar *Stakeholders*

Titik masuk awal yang dapat dilakukan dalam kemitraan pengembangan Jarak Pagar adalah membentuk kesamaan opini antar *stakeholders* mengenai bentuk usaha yang digagas. Fungsi ini sangat penting agar implementasi pengembangan Jarak Pagar tidak dipahami secara keliru. Misal, dari berbagai temuan lapangan sering menunjukkan kekeliruan pandangan mengenai inisiatif pusat yang hanya dipandang sebagai kegiatan tempat menarik "pundi uang" tanpa usaha yang sungguh-sungguh. Bahkan, mungkin saja pengembangan Jarak Pagar dapat hanya identik sebagai sarana meningkatkan Pendapatan Asli Daerah.

Fungsi kelembagaan membentuk kesamaan opini antar *stakeholders* ini sangatlah penting. Oleh karena implementasi pengembangan Jarak Pagar akan baik, bila prosesnya bermula dengan baik. Disamping itu, fungsi ini dapat juga digunakan sebagai proses pembelajaran bersama dan dapat dimanfaatkan dalam pengembangan adaptasi kelembagaan antar pihak. Melalui cara itu, kesadaran yang mencerahkan dan motivasi antar *stakeholders* dapat dikembangkan.

## 2. Media Pengorganisasian Perancangan

Kelembagaan yang dikembangkan selanjutnya perlu berfungsi sebagai media pengorganisasian bersama secara sinergis. Oleh karenanya, perlu ada satu pihak yang berperan sebagai *Clearing House*. Bahkan, apabila perlu unsur pemerintahan tidak berperan menjadi pengembang proyek. Pemerintah dalam hal ini dapat mereposisi perannya menjadi fasilitator yang mengembangkan berbagai hal bersama *stakeholders* mulai arah tapak proyek hingga ke arahkabupaten. Bahkan, menjadi penyambung kegiatan dan informasi ke arah yang lebih tinggi (nasional maupun internasional).



Gambar 1. Pengembangan Kemitraan Usaha Jarak Pagar dalam Penguatan Kelembagaan Masyarakat

pendanaan lain apabila proyek yang dirancang itu memang memberikan manfaat pada masyarakat lokal dan konservasi keanekaragaman hayati.

#### **4. Menggalang Aksi dan Monitoring Evaluasi Partisipatif**

Fungsi kelembagaan di daerah yang dikembangkan dapat menjadi sarana pemantapan kegiatan aksi dalam implementasi pengembangan Jarak Pagar, dan pemantauan evaluasi bersama. Proses ini secara berurut, dapat menjadi wadah beragam pihak antara pemerintahan (eksekutif dan legislatif), lembaga swasta, lembaga swadaya masyarakat, dan masyarakat sendiri dalam berbagi informasi data dan informasi, mengetahui perkembangan implementasi kemitraan. Bahkan, dalam proses ini juga dapat digunakan untuk menggalang kerjasama dan menurunkan potensi konflik antar *stakeholders*.

Penggalangan aksi dan monitoring evaluasi perlu berbasis pendekatan partisipatif. Prosesnya pun, perlu memberi tempat kepada masyarakat di aras tapak proyek yang terkena dampak untuk terus melakukan pemantauan terhadap kontribusi pengembangan Jarak Pagar. Bahkan, apabila proyek tersebut dinilai hanya memberikan janji kosong perlu dikritik keras, atau bila sampai menimbulkan dampak negatif dapat menjadi wadah untuk mengusulkan penghentian kegiatan.

#### **5. Potensi Hambatan Pengembangan Kelembagaan**

Kehadiran kelembagaan di daerah dengan empat fungsi sebagaimana diuraikan di atas, akan sangat dipengaruhi oleh kondisi *social setting* kelembagaan pembangunan secara umum suatu daerah. Sebagaimana dicatat sejak Tahun 2001, pemerintah kita mengimplementasikan kebijakan desentralisasi sebagai pengganti kebijakan sentralisasi pembangunan yang dijalankan selama beberapa dekade. Maka, pemerintahan di daerah, baik propinsi, kabupaten maupun desa memiliki kewenangan lebih luas untuk menentukan kebijakan daerahnya. Terlebih dengan adanya sedikit keleluasaan mengelola keuangan daerah, maka daerah cukup memiliki peranan menentukan pelaksanaan pembangunan. Hal ini juga berpengaruh terhadap perencanaan dan implementasi pengembangan Jarak Pagar.

Desentralisasi juga membawa konsekuensi pada kebijakan dan dukungan yang seragam terhadap seluruh pemerintah kabupaten,

memberdayakan mereka untuk mengarahkan dan mengendalikan kegiatan pembangunan. Meski perubahan ini memang diharapkan, namun aspek keseragaman ini menimbulkan pertanyaan bentuk lembaga apa yang "disarankan" pada aras kabupaten/lokal. Pasalnya, sebuah lembaga mungkin saja sangat sesuai dengan sebuah kabupaten tertentu, namun kemudian dapat sangat tidak cocok bila diterapkan di kabupaten yang lain.

Dalam konteks desentralisasi dan otonomi daerah, maka pengembangan Jarak Pagar membutuhkan sedikit kapasitas kreatif atau strategis. Satu hal yang dapat ditawarkan dalam hal ini adalah proses pengembangan Jarak Pagar ikut menawarkan usaha peningkatan kemampuan pengelolaan daerah (*capacity building*). Artinya, proses pengembangan Jarak Pagar memiliki kemampuan untuk mendukung atau memfasilitasi usaha berbasis komunitas dan sektor swasta yang akan diperlukan dalam melaksanakan kegiatan proyek. Pengembangan Jarak Pagar perlu dirancang juga sebagai sarana dalam mendukung pembangunan daerah.

Dalam konteks situasi yang sedang berubah seperti saat ini, maka keberhasilan pengembangan kelembagaan seperti itu merupakan usaha yang perlu diperjuangkan dan penuh tantangan. Ada beberapa hal yang diperkirakan dapat menjadi hambatan dalam pengembangan kemitraan usaha Jarak Pagar dalam konteks penguatan kelembagaan masyarakat, sebagai berikut:

#### **6. Ketidakpastian Kebijakan Tentang Hak dan Penggunaan Lahan**

Sebagaimana digambarkan sebelumnya, proses tarik-menarik kebijakan tentang pengaturan hak dan tata guna lahan di daerah yang dapat menjadi satu sebab hambatan penguatan kapasitas kelembagaan lokal dalam kerangka merespon pengembangan Jarak Pagar. Boleh jadi, kondisi ini dapat menjadi proses perebutan lahan antar pihak, sehingga menguras perhatian pembahasan dan menjadi hambatan bagi pengembangan Jarak Pagar.

Belum lagi, untuk pengembangan dalam skala luas menghadapi persoalan akibat hambatan prosedur pengelolaan hutan dalam kaitan kesejahteraan masyarakat dan pembangunan daerah. Persoalan melacak kelembagaan pemanfaatan fungsi lahan perlu menjadi perhatian disini. Ada semboyan masyarakat di daerah yang menghadapi persoalan

ini, agar lebih mengutamakan fungsi lahan dibanding mempersoalkan status lahan. Oleh karena perdebatan tentang status lahan boleh jadi bahan perbincangan yang berkepanjangan dan dalam keadaan sosial ekonomi politik seperti sekarang ini dapat berakhir tanpa ujung penyelesaian.

#### **7. Ketiadaan Tokoh Berkarakter dan Berkomitmen**

Satu faktor yang dapat mendorong penguatan kapasitas kelembagaan di daerah adalah tokoh yang berkarakter dan berkomitmen. Dalam iklim budaya masyarakat yang masih paternalistik, peran kepemimpinan sebagai pemandu perkembangan lembaga masih penting. Demikian juga, untuk kelembagaan di daerah dalam upaya pengembangan Jarak Pagar diperlukan sosok pemimpin yang berkarakter dan berkomitmen pada pengelolaan hutan secara bijaksana dan untuk kesejahteraan masyarakat.

Apabila tokoh semacam ini mempunyai pemahaman tentang pengembangan Jarak Pagar yang memadai, maka ia mungkin dapat menjadi satu pilar aktif pengembangan kelembagaan. Menemukan tokoh semacam itu, baik pemimpin formal maupun informal (seperti tokoh adat, tokoh panutan lain) dan membekalinya dengan gagasan pengembangan Jarak Pagar yang baik boleh jadi merupakan langkah penting. Meskipun, pada tahapan transisi sebagaimana dialami saat ini, menemukan figur pemimpin baik formal maupun informal yang menempati posisi kunci tidaklah mudah. Namun dengan menggunakan metode pemetaan sosial, menemukan tokoh ini dapat ditempuh. Hanya saja, peletakan harapan pada pengembangan kelembagaan pada tokoh tidak mematikan aspirasi dan partisipasi berbagai unsur dalam lembaga di daerah tersebut.

Nilai yang melandasi kelembagaan lokal yang dikembangkan mungkin saja diwarnai dengan gejala menurunnya nilai "moralitas" yang diikuti menguatnya nilai komersial. Tanpa peran aktif berbagai pihak yang menjadi unsur kelembagaan yang dikembangkan boleh jadi semangat yang semula berpihak untuk mensejahterakan masyarakat malahan berubah mendorong penguatan pengembangan kelembagaan yang mengunggulkan kepentingan pribadi-pribadi atau kelompok-kelompok



tertentu. Efek negatif yang terjadi apabila dikaitkan dengan perkembangan hubungan pemimpin-pengikut yang kini cenderung bersifat eksploitatif.

Artinya, strategi pengembangan kelembagaan dalam kerangka kemitraan penanaman Jarak Pagar perlu berbasis pada pemimpin bukan manajer yang diikuti pula moral pengembangan masyarakat yang aktif menampung kebutuhan, aspirasi, perasaan dan kekuatan masyarakat yang dimanifestasikan dalam aksi kongkrit. Dengan cara ini, partisipasi masyarakat akan bermakna penting, sehingga kepentingan masyarakat akan menjadi sebuah pertimbangan yang kokoh, dan tidak rentan terhadap kebijakan internal maupun eksternal yang meminggirkan kepentingan masyarakat.

#### **8. Kesenjangan Etos Kerja dan Komitmen Kebersamaan**

Sebagaimana disebutkan bahwa pengembangan kemitraan Jarak Pagar berbasis kelembagaan masyarakat ini melibatkan berbagai pihak di aras kabupaten, baik dalam hubungan horisontal maupun vertikal. Dalam kondisi ini ada peluang terdapat kesenjangan nilai dan etos kerja serta komitmen kebersamaan antar pihak. Apabila ini terjadi, maka proses adaptasi antar pihak dalam kelembagaan yang dikembangkan akan berjalan lambat. Boleh jadi, hal ini menyebabkan rendahnya kohesi sosial. Kohesi sosial yang kuat ditandai dengan inklusifitas, adanya *rule of law*, suasana demokratis, akses dan persamaan terhadap kesempatan, birokrasi yang efisien dan tidak korup serta masyarakat yang terbuka. Sedangkan kohesi sosial yang lemah ditandai dengan eksklusifitas, negara yang otoritarian dan menindas, ketimpangan dan ketidakadilan, wujudnya birokratism yang korup serta masyarakat yang tertutup.

Bila kohesi sosial kuat, maka perbedaan kepentingan yang mendasar dapat dihindari. Sebaliknya, perbedaan yang mengarah pada konflik dapat terjadi manakala kohesi sosial lemah. Kondisi yang ada ini boleh jadi akan mewarnai proses pengembangan kelembagaan secara keseluruhan. Dengan demikian, meningkatkan kohesi sosial antar pihak dalam kelembagaan lokal untuk merespon pengembangan Jarak Pagar menjadi catatan tersendiri. Untuk itu, pembentukan kegiatan-kegiatan yang membangun kebersamaan antar pihak menjadi penting di sini.

### **9. Kelangkaan Tenaga Mahir**

Salah satu yang juga akan menjadi penghambat pengembangan kelembagaan lokal dalam kerangka perancangan dan implementasi pengembangan jarak pagar adalah kelangkaan tenaga mahir. Sebagaimana kondisi yang digambarkan sebelumnya, ada kesangsian sebagian pihak mengenai ketersediaan tenaga mahir dalam pengelolaan hutan di aras lokal (kabupaten) sangat disangsikan. Lebih lagi, tentang ketersediaan tenaga mahir tersebut dan paham secara memadai mengenai perancangan dan implementasi pengelolaan pengembangan Jarak Pagar..

Tantangannya dalam hal ini adalah tidak saja melakukan pelatihan kepada sejumlah tenaga tentang persyaratan dan harapan dari implementasi pengembangan Jarak Pagar, tetapi juga menyediakan metodologi sederhana yang dapat cepat dipahami masyarakat. Idealnya metode itu dapat membantu masyarakat di aras komunitas untuk mengetahui alasan yang kuat untuk ikut dalam berbagai diskusi dalam membahas kemitraan pengembangan Jarak Pagar.

### **10. Ketersediaan Dana Pengorganisasian**

Kelembagaan masyarakat dalam mengembangkan kemitraan pengembangan Jarak Pagar memerlukan pendanaan. Tanpa pendanaan yang direncanakan secara baik, maka proses dalam berbagai kegiatan tidak mungkin dapat dicapai tujuannya.

Berbagai pengalaman menunjukkan untuk melakukan investasi saat ini yang menjadi hambatan adalah pendanaan awal. Dengan pola bahwa kelembagaan yang dikembangkan adalah untuk menemukan bentuk kemitraan yang sesuai dengan karakter suatu daerah, maka satu pilihan pendanaan pengorganisasian awal kegiatan adalah dengan "berbagi biaya". Pola ini dapat diterapkan mengikuti tahapan kemajuan kegiatan. Sampai saatnya, kegiatan ini dapat dibiayai sendiri oleh sebuah sistem pendanaan pengembangan kelembagaan yang mantap.

## 11. Mengatasi Hambatan Melalui Pengembangan Kerjasama Berbasis Komunitas

Berdasarkan pengalaman sendiri melakukan pengembangan kemitraan yang menguatkan kelembagaan masyarakat, hambatan-hambatan yang diuraikan diatas dapat diatasi melalui sebuah proses. Proses tersebut dikembangkan untuk membangun kepercayaan (*trust*) antar pemangku kepentingan melalui empat langkah. Hal ini sejalan dengan pemikiran teoritis tentang modal sosial didefinisikan sebagai "suatu sistem yang mengacu kepada atau hasil dari organisasi sosial dan ekonomi, seperti pandangan umum (*world-view*), kepercayaan (*trust*), pertukaran timbal-balik (*reciprocity*), pertukaran ekonomi dan informasi (*informational and economic exchange*), kelompok-kelompok formal dan informal (*formal and informal groups*), serta asosiasi-asosiasi yang melengkapi modal-modal lainnya (fisik, manusiawi, budaya) sehingga memudahkan terjadinya tindakan kolektif, pertumbuhan ekonomi, dan pembangunan (Colletta & Cullen, 2000). Lihat juga (Fukuyama, 1995) yang berpandangan sifat modal sosial yang berguna untuk efektifitas dan efisiensi proses produksi. Oleh karenanya sifat sosial dari modal sosial paling tidak mengandung, ciri: (1) adanya saling-menguntungkan paling kurang antara dua orang, kelompok, kolektivitas atau kategori sosial atau manusia pada umumnya; (2) diperoleh melalui proses sosial: interaksi, sosialisasi, institusionalisasi, strukturasi, dan sebagainya; (3) menunjuk pada hubungan sosial, lembaga, struktur sosial (Dasgupta, 2000). Langkah *Pertama* adalah melakukan integrasi sosial (*social integration*), yaitu melakukan pendekatan berdasarkan ikatan yang kuat antar anggota keluarga, dan keluarga dengan tetangga sekitarnya. Contohnya adalah melakukan komunikasi berdasarkan ikatan-ikatan berdasarkan kekerabatan, etnik, dan agama. *Kedua* adalah mengembangkan pertalian (*linkage*), yaitu menghubungkan ikatan dengan komunitas lain di luar komunitas asal. Contohnya adalah pengembangan jejaring (*network*) dan asosiasi-asosiasi bersifat kewargaan (*civic associations*) yang menembus perbedaan kekerabatan, etnik, dan agama. *Ketiga* adalah melakukan integritas organisasional (*organizational integrity*), yaitu meningkatkan keefektifan dan kapasitas lembaga pemerintahan untuk menjalankan fungsinya, termasuk menegakkan peraturan. *Keempat* adalah melakukan

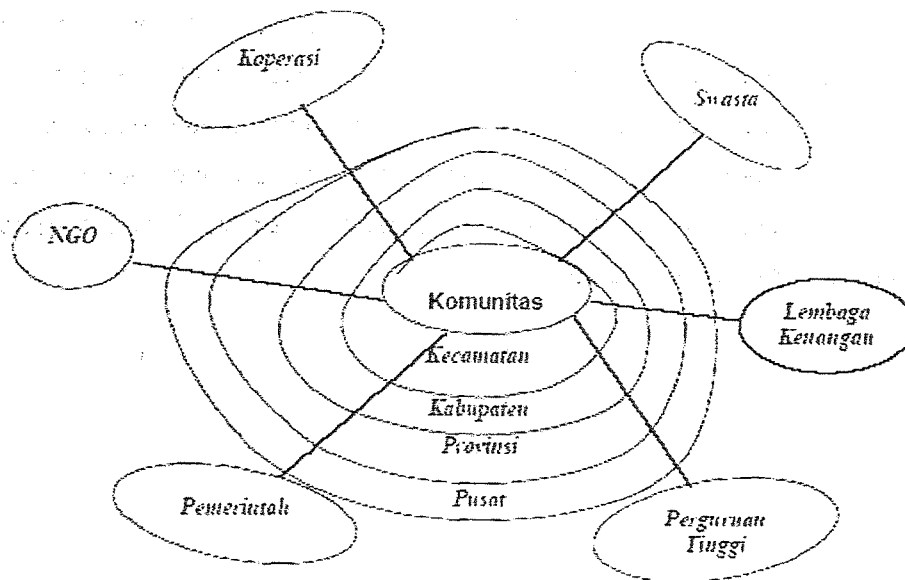
sinergi (*sinergy*), yaitu memfasilitasi relasi antara pemimpin dan lembaga pemerintahan dengan komunitas (*state-community relations*). Fokus perhatian dalam sinergi ini adalah memberikan ruang yang luas bagi partisipasi masyarakat dalam komunitas. Sebagai catatan, langkah pertama dan kedua berada pada tingkat horizontal, sedangkan ketiga dan keempat, ditambah dengan pasar (*market*), berada pada tingkat vertikal.

Melalui proses empat langkah di atas, berbagai potensi konflik dan konflik kepentingan dikelola. Pengalaman menunjukkan, bahwa apabila kohesi sosial kuat, maka konflik kekerasan lebih mudah dihindari. Sebaliknya, konflik kekerasan terjadi manakala kohesi sosial lemah. Kohesi sosial yang kuat ditandai dengan inklusi, adanya *rule of law*, peran negara yang tidak jelas, akses dan persamaan terhadap kesempatan, birokrasi yang efisien dan tidak korup serta masyarakat yang terbuka. Sedangkan kohesi sosial yang lemah ditandai dengan eksklusivitas, negara yang otoritarian dan menindas, ketimpangan dan ketidakadilan, birokrasi yang tidak efisien dan korup serta masyarakat yang tertutup.

Pada akhirnya, proses membangun kepercayaan ini membentuk pola kemitraan usaha-usaha produktif yang berbasiskan komunitas. Pemangku kepentingan, dibawah inisiator pemerintahan dan kelompok usaha menjalankan bisnis berasas pengelolaan melibatkan bersama (kelembagaan kolaboratif). Setiap lembaga berperan berdasarkan tugas dan fungsi yang disepakati secara setara. Hal yang perlu dicatat disini pengelolaannya seperti jejaring yang tidak hanya mengadopsi pendekatan birokratis atau teknokratis, tetapi lebih kepada membangun komitmen bersama merumuskan dan melaksanakan *policy* menjadi sangat penting (Gambar 2).

Bentuk kemitraan yang berhasil dikembangkan bergantung kepada skala usaha-usaha produktif baik pertanian (termasuk *On Farm* dan *Off Farm*) dan maupun bukan-pertanian yang berbasiskan kepada komunitas. Ada yang dibuat dalam konteks "kontrak produksi", penjaminan produk petani dengan pendampingan teknis, hingga peminjaman kredit modal usaha secara "bagi-hasil" untuk usaha menengah. Jejaring kelembagaan kolaboratif usaha ini selanjutnya berkembang atas asas jalinan hubungan kesetaraan antar lembaga. Oleh karena itu, sistem jejaringan yang terbentuk ini mensinergikan mekanisme pada sistem kelembagaan

tradisional dan lembaga kompleks. Hal yang perlu dicatat lagi dalam kemitraan yang dikembangkan dalam sandaran pengembangan kelembagaan masyarakat adalah mengutamakan ketersediaan jaringan pasar yang sudah ada dan aturan main yang tidak merugikan masyarakat. Berbagai hasil dan pemikiran di jejaring ini dicatat sebagai dokumentasi proses, sehingga rumusan-rumusan dari jejaring dapat terus dilihat kembali dan disempumakan. Namun demikian jaringan kelembagaan untuk kemitraan berbasis komunitas yang menguatkan kelembagaan masyarakat ini tidak harus kemudian diformalkan menjadi sebuah prosedur organisasi.



Gambar 2. Jejaring Kelembagaan Berbasis Komunitas

Berdasarkan pengalaman yang dilakukan, keberhasilan jaringan kelembagaan mewujudkan bentuk kemitraan berbasis komunitas yang menguatkan masyarakat ditentukan oleh dua faktor. Pertama, proses tersebut berhasil mengembangkan pendampingan teknis dan manajemen usaha, dan kedua, menemukan sumber pembiayaan yang dapat menjadi pembuka awal kegiatan investasi usaha.

### III. PENUTUP

Pengalaman di atas, menguatkan gagasan agar strategi membangun kemitraan pengembangan Jarak Pagar, perlu melalui sebuah proses yang menguatkan kapasitas kelembagaan masyarakat. Hal yang pada dasarnya adalah gagasan yang didasari oleh semangat mengimplmentasikan pembangunan partisipatif dalam konteks pengembangan ekonomi lokal (Craig and Mayo, 1995; Herman Haeruman dan Eriyatno, ed, 2001). Artinya, pengembangan Jarak Pagar sebagai sumber energi alternatif sebagai sebuah pilihan strategis, perlu juga dikembangkan melalui langkah pengembangan kelembagaan yang strategis. Adalah naif, apabila pengembangan Jarak Pagar gagal karena kelalaian menemukan langkah strategis dan terjebak dalam kehendak pengelolaan teknis yang cepat melihat hasil. Selain itu, gagasan pengembangan kemitraan pengembangan Jarak Pagar perlu juga mulai merumuskan pola penyiapan pendampinging teknis dan manajemen, serta bentuk penyertaan berbagai pihak untuk siap menjadi penyandang dana awal kegiatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Colletta, Nat J. and Michelle L. Cullen. 2000. *Violent Conflict and the Transformation of Social Capital, Lesson from Cambodia, Ruanda, Guetamala, and Somalia*. Washington: The World Bank.
- Craig, Gary and Marjorie Mayo. 1995. *Community Empowerment A Reader Participation and Development*. London: Zed Books.
- Erna Ermawati Chotim, 1995. *Disharmoni Inti-Plasma dalam Pola PIR*. Bandung: Yayasan AKATIGA.
- Frida Rustiani dan Maspiyati, 1997. *Usaha Rakyat Dalam Pola Desentralisasi Produksi Subkontrak*. Bandung: Yayasan AKATIGA.
- Fukuyama, Francis 1995. *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*. New York: The Free Press
- Herman Haeruman dan Eriyatno, ed. 2001. *Kemitraan Dalam Pengembangan Ekonoimi Lokal (Bunga Rampai)*. Jakarta: Yayasan Mitra Pembangunan Desa-Kota dan Business Innovation Center of Indonesia.
- Knack, Stephen 1999. *Social Capital, Growth and Poverty: A Survey Of Cross Country Evidence*. Working Paper 7 The World Bank Social Development Family Environmentally and Socially Sustainable Development Network.
- Kolopaking L. M., 2004. Pengembangan Masyarakat Partisipatif Sekitar Proyek Panas Bumi: Kasus di Gunung Salak Kabupaten Bogor, Kabupaten Sukabumi,serta di Gunung Darajat Kabupaten Garut Jawa Barat. Kerjasama Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB dengan Chevron Texaco.
- ....., 2002. Pengelolaan Kolaboratif Jaringan Kelembagaan Usaha Produktif Masyarakat Dalam Aksi Bersama Pengembangan Teknologi Pengolahan Kelapa di Kabupaten Indragiri Hilir. Departemen sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian IPB.
- .....,2005. Sistem Kelembagaan Lokal Dalam Merespon Prosedur Mekanisme Pembangunan Bersih Bahan yang Disampaikan Dalam Lokakarya Nasional Kedua Mekanisme Pembangunan Bersih *Clean Development Mechanism (CDM)* Kehutanan, Pada 28-29 April 2005 di Hotel Salak Bogor
- Rothman, Jack and John E. Tropman. 1987. "Models of Community Organization and Macro Perspectives: Their Mixing and Phasing" dalam Cox et al (eds) *Startegies of Community Organization*. Illinois: F.E. Peacock Publishers.

## PEMANFAATAN MINYAK JARAK PAGAR DAN GLISERIN DARI HASIL SAMPING PRODUKSI BODIESEL UNTUK PEMBUATAN SABUN

Ani Suryani<sup>1)</sup>, Erliza Hambali<sup>1)</sup> dan Mira Rivai<sup>1)</sup>

### I. PENDAHULUAN

Kandungan minyak pada biji jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn) adalah sekitar 32 - 35 persen. Usaha pemanfaatan minyak jarak ini akan lebih memberikan nilai tambah lebih besar dibandingkan apabila hanya mengandalkan pada usaha penjualan biji jarak. Hal ini karena usaha penjualan biji jarak hanya menghasilkan keuntungan yang sangat sedikit, karena harga produk-produk pertanian relatif masih dihargai rendah. Oleh karena itu, untuk meningkatkan pendapatan petani jarak Indonesia perlu dilakukan peningkatan nilai tambah biji jarak dengan cara menerapkan proses lebih lanjut terhadap biji jarak pagar yang dihasilkan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah biji jarak pagar adalah dengan mengolah biji jarak tersebut menjadi minyak jarak skala kecil yang sesuai kebutuhan petani/kelompok tani setempat. Dari produk minyak jarak yang dihasilkan, selanjutnya dapat lebih ditingkatkan lagi nilai tambahnya dengan cara memanfaatkan minyak jarak tersebut menjadi produk sabun.

Pemanfaatan minyak jarak menjadi produk sabun merupakan upaya yang paling menarik dan ekonomis. Hal ini karena sabun dibutuhkan oleh masyarakat banyak untuk mandi, mencuci muka dan aktivitas lainnya. Sebagaimana minyak nabati lainnya, minyak jarak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan sabun karena mampu memberikan efek pembusaan yang sangat baik dan memberikan efek positif terhadap kulit, terutama bila ditambahkan gliserin pada formula sabun tersebut.

Proses produksi sabun dari minyak jarak sangat sederhana. Karenanya proses produksi sabun dari minyak jarak ini merupakan salah satu teknologi yang sesuai untuk suatu daerah pedesaan yang mengusahakan perkebunan jarak. Sehingga dengan mengolah minyak



jarak lebih lanjut menjadi sabun maka seluruh nilai tambah dari hasil kegiatan pengolahan tersebut akan dinikmati oleh masyarakat pedesaan.

## II. MINYAK JARAK (*CURCAS OIL*)

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn) menghasilkan biji jarak pagar yang terdiri dari 65 persen berat kernel (daging *buah*) dan 35 persen berat kulit. Inti biji (kernel) jarak pagar mengandung sekitar 45-50 persen minyak sehingga dapat diekstrak menjadi minyak jarak dengan cara mekanis ataupun ekstraksi menggunakan pelarut seperti heksana.

Minyak jarak pagar (*curcas oil*) merupakan jenis minyak yang memiliki komposisi trigliserida yang mirip dengan minyak kacang tanah. Tidak seperti jarak dalam (*ricinus communis*), kandungan asam lemak esensial dalam minyak jarak pagar cukup tinggi sehingga minyak jarak pagar sebetulnya dapat dikonsumsi sebagai minyak makan (*edible oil*) dengan syarat komponen *phorbol ester* dan *curcin* di minyak jarak dapat dihilangkan. *Phorbol ester* dan *curcin* bersifat racun dan memiliki karakteristik insektisidal dan molluscicidal.

Minyak jarak pagar tidak lebih kental dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Komponen minyak jarak pagar yang terbesar adalah trigliserida yang mengandung asam lemak oleat sekitar 43,2 persen dan asam linoleat sekitar 34,3 persen. Hasil analisis kimia minyak jarak pagar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis kimia minyak jarak pagar

Parameter	Nilai
Bilangan asam (mg KOH/ g lemak)	38,2
Bilangan penyabunan (mg KOH/ g lemak)	195,0
Bilangan iod (mg iod/ g lemak)	101,7
Viskositas (cP)	40,4
Komponen asam lemak (%)	
Palmitat	14,2
Stearat	6,9
Oleat	43,1
Linoleat	34,3
Lainnya	1,4

Pengepresan minyak jarak menggunakan expeller mekanis menghasilkan rendemen minyak sekitar 75-80%, sementara apabila

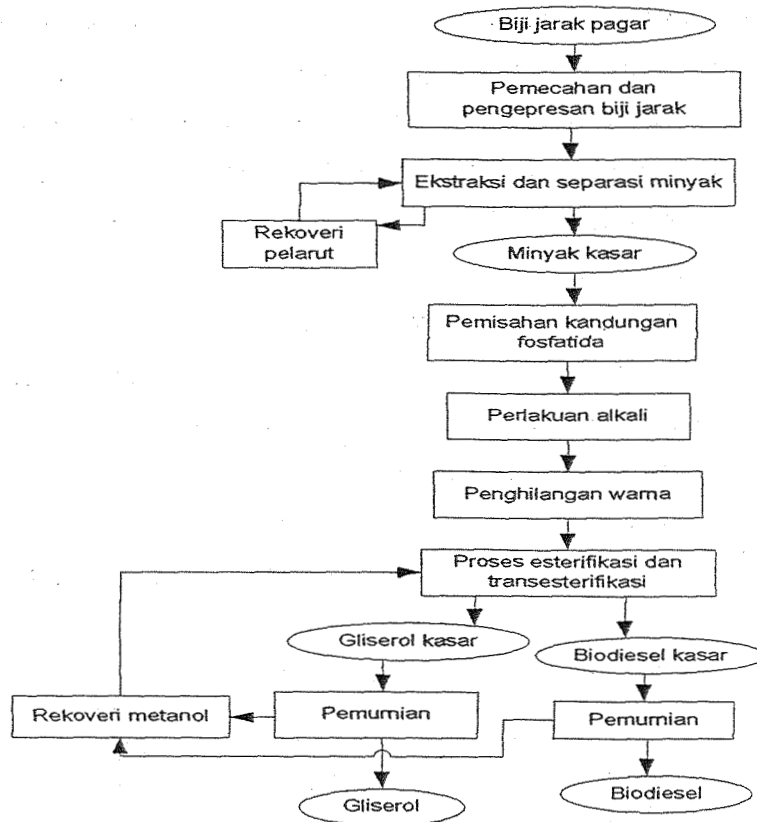
menggunakan press manual (hand press) hanya menghasilkan minyak sekitar 60-65 %. Dari 5 kg biji, apabila menggunakan *screw press* akan dihasilkan minyak sekitar 1,4 liter sementara bila menggunakan *hand press* akan menghasilkan sekitar 1 liter minyak jarak.

Rencana pengembangan minyak jarak pagar menjadi biodiesel dalam rangka memenuhi kebutuhan bahan bakar di Indonesia akan menghasilkan produk samping berupa gliserol (gliserin). Gliserol akan dihasilkan setiap kali biodiesel diproduksi melalui proses transesterifikasi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1, dimana pengolahan biji jarak pagar selain menghasilkan minyak jarak juga dapat diolah lebih lanjut sehingga menghasilkan biodiesel dan gliserol.

Selain minyak jarak, produk samping hasil produksi biodiesel yaitu gliserol dapat pula dimanfaatkan sebagai bahan baku pada proses pembuatan sabun. Serupa dengan minyak jarak, gliserol yang digunakan haruslah yang telah mengalami proses pemurnian. Minyak jarak pagar dan gliserol yang telah dimurnikan merupakan bahan dasar yang sangat baik untuk produk kosmetika.

### III. SABUN

Sabun menurut SNI (1994), adalah sabun natrium yang pada umumnya ditambahkan zat pewangi atau antiseptik dan digunakan untuk membersihkan tubuh manusia dan tidak membahayakan kesehatan. Pengembangan formula sabun lebih banyak dilakukan pada modifikasi untuk meningkatkan tampilan sabun. Berdasarkan jenisnya, sabun dibedakan atas tiga macam yaitu sabun opaque, sabun transparan dan sabun translucent. Ketiga jenis sabun ini dapat dibedakan dengan mudah dari penampakannya. Sabun opaque adalah jenis sabun yang biasa digunakan sehari-hari yang memiliki tampilan yang tidak transparan, sedangkan sabun translucent dan sabun transparan dari segi bentuk hampir mirip yang membedakannya adalah dari segi penampakan. Sabun translucent dari segi penampakan tampak cerah dan tembus cahaya tapi tidak terlalu bening dan agak berkabut sehingga agak transparan, sedangkan sabun transparan penampakannya lebih berkilau dan lebih bening sehingga sisi belakang sabun transparan jelas terlihat dari sisi depannya.



Gambar 1. Diagram alir pengolahan biji jarak pagar menjadi biodiesel

Menurut Wilcox (1998) dalam memformulasi sabun baik yang berbentuk cair ataupun padat, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu : a) karakteristik pembusaan yang baik, b) tidak menyebabkan iritasi pada mata, membran mukosa dan kulit, c) mempunyai daya bersih optimal dan tidak memberikan efek yang dapat merusak kulit, dan d) memiliki aroma parfum yang bersih, segar dan menarik.

Bahan baku yang digunakan sebagai penyusun produk dalam formulasi sabun industri diantaranya yaitu minyak, asam lemak, surfaktan, bahan pewangi, bahan pengental, preservatif dan *emollient*. Berkenaan dengan pemanfaatan minyak jarak pagar dan gliserol dari hasil produksi samping produksi gliserol, maka kedua bahan baku ini dapat digunakan sebagai salah satu bahan pembuatan sabun, baik itu untuk opaque, sabun translucent, maupun sabun transparan. Dalam pembuatan sabun ini, minyak jarak digunakan sebagai sumber minyak nabati sedangkan gliserol berperan sebagai humektan atau pelembab.

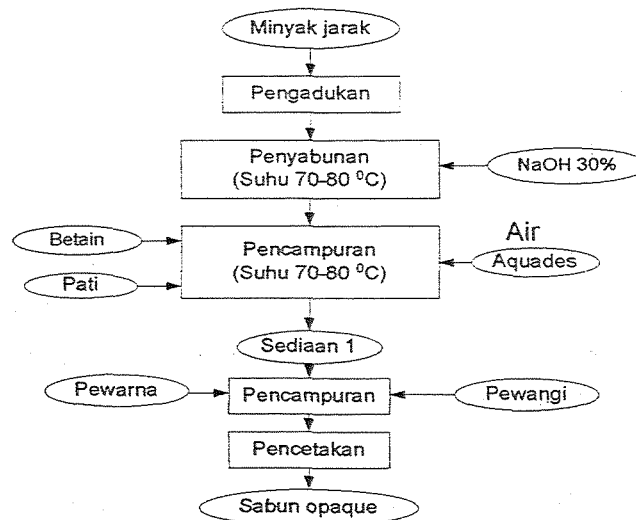
### 3.1 Proses Produksi Sabun Opaque

Jenis sabun ini cocok dibuat di daerah-daerah pedesaan terutama oleh industri kecil dan menengah bahkan industri rumah tangga. Hal ini dilihat dari proses pembuatannya yang sederhana dan kebutuhan bahan baku dan peralatan yang relatif mudah diperoleh di pedesaan. Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan sabun opaque ini adalah minyak jarak, NaOH, pati dan air.

Pada Tabel 2 disajikan formula sabun opaque berbahan minyak jarak sedangkan diagram alir proses produksi sabun opaque berbahan baku minyak jarak disajikan pada Gambar 2. Untuk penambahan pewarna dan pewangi, kedua aditif tersebut dapat ditambahkan sesuai keinginan dalam jumlah kecil. Sebagaimana terlihat pada Gambar 2, pewangi dan pewarna ditambahkan pada bagian akhir setelah terbentuk bahan sabun.

Tabel 2. Formula sabun opaque dari minyak jarak

Bahan	Formula		
	Sabun 1	Sabun 2	Sabun 3
Minyak jarak	50 g	50 g	50 g
NaOH 30%	23 g	23 g	23 g
Pati	-	5 g	3 g
Air	-	10 g	10 g



Gambar 2. Diagram alir proses pembuatan sabun opaque

### 3.2 Kunci Keberhasilan Proses Produksi Sabun Opaque

Dalam proses produksi sabun, baik itu untuk sabun opaque, sabun translucent, maupun sabun transparan ada beberapa hal yang harus

diperhatikan selama pengerjaan pembuatan sabun tersebut. Hal-hal yang diperhatikan tersebut adalah pada saat penyiapan larutan kaustik soda, pencampuran bahan-bahan, pengadukan, pencetakan, penyimpanan dan pengemasan. Kegagalan pembuatan sabun atau hasil sabun yang diperoleh tidak sesuai dengan yang diharapkan dapat terjadi akibat tidak memperhatikan hal-hal tersebut di atas.

Untuk menyiapkan larutan kaustik soda, perhitungan jumlah kaustik soda yang akan digunakan dan kemudian masukkan kaustik soda ke dalam air. Harus diingat, bahwa jangan pernah menuangkan air ke kaustik soda karena berbahaya. Aduk-aduk larutan hingga kaustik soda melarut sempurna. Larutan akan menjadi hangat. Sebelum melanjutkan pekerjaan, tunggu hingga larutan mendingin. Pendinginan dapat dilakukan dengan meletakkan wadah yang berisi larutan kaustik soda ke dalam wadah lebih besar yang berisikan air dingin sambil diaduk. Bekerja dengan kaustik soda berbahaya, terutama bagi mata. Setitik larutan kaustik soda mampu melubangi pakaian. Karena larutan kaustik soda sangat agresif, maka sarung tangan harus digunakan saat bekerja dengan kaustik soda. Apabila kaustik soda telah tercampur dengan minyak, maka campuran tersebut tidak lagi membahayakan. Jika kulit atau mata terkena larutan kaustik soda, maka segera dibasuh dengan air secara hati-hati dengan air bersih yang sangat banyak.

Pencampuran minyak dengan larutan kaustik soda dilakukan dengan menuangkan larutan kaustik soda secara perlahan ke minyak dan diaduk terus menerus. Dalam waktu singkat terlihat terjadi reaksi, yaitu campuran akan memutih dan tak lama kemudian (hanya dalam waktu beberapa menit) menjadi seperti krim (*creamy*). Pengadukan dilanjutkan hingga campuran terbentuk seperti mayonnaise. Kemudian dapat ditambahkan pewangi ataupun aditif lainnya untuk meningkatkan tampilan sabun agar lebih menarik. Jika konsistensi campuran sabun tetap menyerupai krim, kemudian tuangkan campuran ke cetakan dan biarkan mengeras selama semalaman. Cetakan dapat dibuat dari wadah kayu atau kotak kertas yang dilapisi dengan plastik.

Faktor penting yang berfungsi untuk mengubah karakteristik sabun adalah kandungan air. Perbedaan kandungan air dengan minyak menghasilkan karakteristik sabun yang berbeda. Apabila jumlah air yang

ditambahkan 100% lebih banyak dibanding minyak, maka dihasilkan sabun agak keras (*medium-hard soap*). Apabila jumlah air yang ditambahkan hanya setengah dari jumlah minyak yang digunakan, sabun yang dihasilkan sangat keras. Jika jumlah air yang ditambahkan sama dengan jumlah minyak, maka dengan menambahkan beberapa sendok makan tepung atau pati akan dihasilkan sabun dengan kekerasan yang memadai. Tanpa penambahan tepung atau pati, sabun yang dihasilkan terlalu lunak. Secara ekonomi, penambahan tepung dan air yang lebih banyak memberikan keuntungan yang cukup besar, karena dengan jumlah minyak dan kaustik soda yang sama, akan lebih banyak batang sabun yang dapat dihasilkan.

Waktu yang diperlukan untuk pengerasan sabun tergantung pada suhu ruang. Pada suhu 30 °C sabun dapat mengeras dalam semalam dan dapat dipotong menjadi beberapa potongan keesokan harinya. Pada suhu ruang yang lebih rendah, proses pengerasan sabun akan memakan waktu beberapa hari. Setelah mengeras, selanjutnya sabun dikeluarkan dari cetakan dan dipotong sesuai bentuk yang diinginkan. Untuk kepentingan pemasaran, potongan sabun jangan terlalu besar. Sabun berukuran 80-100 g dirasa cukup memadai.

Proses pembuatan sabun merupakan reaksi kimia yang terjadi dalam waktu sangat cepat pada awalnya dan dilanjutkan dengan reaksi yang lebih lambat untuk beberapa waktu berikutnya. Sehingga sabun harus disimpan selama beberapa waktu tertentu sebelum digunakan (disebut masa *aging*). Masa *aging* sabun biasanya berkisar antara 2-3 minggu lamanya, dengan diletakkan di rak penyimpanan. Karena sabun mengandung air berlebih, maka sabun akan kekurangan berat selama penyimpanan.

Pengemasan akan memberikan efek mempercantik sabun, sehingga produk sabun yang dihasilkan perlu dikemas. Kemasan yang digunakan dapat berupa kertas atau plastik transparan.

Formulasi sabun yang dihasilkan bervariasi sesuai dengan kegunaan dan manfaat sabun yang hendak ditonjolkan. Perbedaan antara formula yang satu dengan yang lain tergantung pada konsentrasi dan jenis bahan yang ditambahkan. Beberapa hal yang dapat dilakukan diantaranya yaitu :

- a. Mengubah jumlah air yang digunakan. Kandungan air pada sabun dapat bervariasi antara 50-100 % dibanding jumlah minyak yang digunakan. Makin banyak air yang ditambahkan maka sabun yang dihasilkan akan makin lunak.
- b. Menambahkan bunga dan pati. Bahan-bahan ini dapat menyerap kelebihan air. Sebanyak 1-2 sendok makan bunga dan/atau pati yang ditambahkan pada proses pembuatan sabun akan menghasilkan sabun yang keras walaupun jumlah minyak dan sabun yang digunakan sama.
- c. Menambahkan pewangi. Variasi wangi yang ditambahkan akan memberikan efek beragam.
- d. Menambahkan madu. Penambahan madu akan memberikan aroma yang menyenangkan dan rasa yang nyaman di kulit.

### 3.3 Pengembangan Sabun Jarak di Pedesaan

Hal yang perlu diperhatikan untuk perusahaan sabun berbasis minyak jarak di daerah pedesaan diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Ketersediaan biji jarak
  - Ketersediaan biji jarak berkorelasi dengan ketersediaan minyak jarak yang digunakan sebagai bahan baku pada proses pembuatan sabun.
  - Karenanya peralatan press skala kecil yang sesuai untuk petani/kelompok tani jarak sangat diperlukan. Hal ini untuk memberikan keleluasaan bagi petani dalam mengolah biji jarak yang dipanennya.
- b. Ketersediaan kaustik soda
  - Kaustik soda merupakan faktor pembatas bagi usaha produksi sabun di daerah pedesaan. Alat-alat dan bahan-bahan lainnya dapat ditemukan di tingkat pedesaan.
- c. Ketersediaan alat pengepres biji jarak
  - Untuk menjamin ketersediaan minyak jarak sebagai bahan baku pembuatan sabun, alat pengepres biji jarak harus tersebar di daerah pedesaan yang merupakan sentra tanaman jarak. Satu mesin press dapat digunakan oleh petani secara berkelompok untuk luas lahan  $\pm$  70 ha. Tujuannya adalah untuk memberikan kesempatan bagi masyarakat secara berkelompok mengekstrak minyak dari biji jarak.

d. Pemasaran sabun yang dihasilkan

Selama kuantitas sabun yang dihasilkan masih sedikit, tidak akan sulit untuk menjualnya. Karena dapat dijual ke tetangga. Namun lain halnya apabila kuantitas sabun yang dihasilkan cukup besar (ratusan batang sabun), maka aspek pemasaran sabun harus sangat dipertimbangkan.

### 3.4 Proses Produksi Sabun Transparan

Sabun transparan lebih cocok diproduksi di daerah perkotaan karena beberapa bahan baku dan bahan kimia sulit diperoleh di daerah pedesaan. Sabun jenis ini biasanya digunakan sebagai sabun kecantikan dan ornamen sehingga sabun transparan relatif lebih mahal dibandingkan dengan sabun opaque atau sabun translucent.

Pemilihan bahan baku khususnya pada asam lemak, akan memberikan pengaruh yang signifikan pada warna produk akhir sabun transparan. Gliserin di dalam formula ini berperan sebagai humektan. Minyak jarak memegang peranan penting dalam memberikan kejernihan yang optimum. Pilihan pewangi, bahan aditif dan pewarna lebih terbatas karena kondisi proses dan yang penting adalah tidak satupun dari bahan aditif ini memiliki efek yang berlawanan dengan transparansi batangan akhir.

Pada proses produksi sabun transparan, bahan-bahan yang digunakan adalah minyak, asam stearat, natrium hidroksida (NaOH), gliserin, surfaktan dan air. Berikut ini bahan-bahan yang biasa digunakan pada proses pembuatan sabun :

#### ▪ Asam Stearat

Asam stearat merupakan monokarboksilat berantai panjang ( $C_{18}$ ) yang bersifat jenuh karena tidak memiliki ikatan rangkap diantara atom karbonnya. Asam lemak jenis ini dapat ditemukan pada minyak/lemak nabati dan hewani. Di Indonesia, asam stearat dihasilkan dari minyak kelapa sawit atau minyak kelapa. Asam stearat dapat berbentuk cairan atau padatan. Pada proses pembuatan sabun, jenis asam stearat yang dipilih adalah yang berbentuk kristal putih kekuningan. Kristal putih ini mencair pada suhu  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pada proses pembuatan sabun, asam stearat berfungsi untuk mengeraskan dan menstabilkan busa.



- **Minyak**

Jenis minyak yang dapat digunakan pada proses pembuatan sabun transparan adalah minyak kelapa, minyak sawit, minyak jarak, minyak jagung, minyak kedelai dan minyak lainnya. Kandungan asam lemak pada bahan baku minyak tersebut beragam. Asam lemak dominan yang terkandung dalam minyak kelapa yaitu asam laurat, yaitu sekitar 44-53 persen. Asam lemak dominan pada minyak sawit adalah asam palmitat (40-46 persen) dan asam oleat (39-45 persen). Asam lemak dominan pada minyak jarak pagar adalah asam oleat (43,2 persen) dan asam linoleat (34,3 persen). Asam lemak dominan pada minyak jagung adalah asam linoleat (56,3 persen) dan asam oleat (30,1 persen). Asam lemak dominan pada minyak kedelai adalah asam lemak linoleat (15-64 persen) dan asam oleat (11-60 persen). Asam lemak dominan pada minyak jarak pagar adalah asam oleat (43,1%) dan asam linoleat (34,3%).

- **Natrium Hidroksida (NaOH)**

Natrium hidroksida (NaOH) seringkali disebut dengan kaustik soda atau soda api. Merupakan senyawa alkali yang bersifat basa dan mampu menetralkan asam. NaOH berbentuk kristal putih dengan sifat cepat menyerap kelembaban.

- **Gliserin**

Gliserin adalah produk samping dari reaksi hidrolisis antara minyak nabati dengan air untuk menghasilkan asam lemak. Gliserin merupakan humektan, sehingga dapat berfungsi sebagai pelembab pada kulit. Pada kondisi atmosfer sedang ataupun pada kondisi kelembaban tinggi, gliserin dapat melembabkan kulit dan mudah dibilas. Gliserin berbentuk cairan jernih, tidak berbau dan memiliki rasa manis.

- **Gula Pasir**

Gula pasir berbentuk kristal putih. Pada proses produksi sabun transparan, gula pasir berfungsi untuk membentuk transparansi pada sabun. Gula pasir yang ditambahkan dapat membantu perkembangan kristal pada sabun.

▪ **Etanol**

Etanol (etil alkohol) berbentuk cair, jernih, dan tidak berwarna. Merupakan senyawa organik dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$ . Etanol digunakan sebagai pelarut pada proses pembuatan sabun transparan karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan lemak.

▪ **Surfaktan**

Surfaktan adalah molekul organik yang jika dilarutkan ke dalam pelarut pada konsentrasi rendah maka akan memiliki kemampuan untuk mengadsorb (atau menempatkan diri) pada antarmuka, sehingga secara signifikan mengubah karakteristik fisik antarmuka tersebut. Yang dimaksud dengan antarmuka adalah batas antara dua sistem seperti cairan-cairan, padatan-cairan, dan gas-cairan. Surfaktan memiliki aktivitas permukaan yang tinggi. Karena aktivitas permukaannya yang tinggi, seringkali surfaktan disebut sebagai bahan aktif permukaan (*surface-active agent*). Bahan aktif permukaan ini mampu memodifikasi karakteristik permukaan suatu cairan atau padatan. Fungsi surfaktan sangat beragam, diantaranya yaitu untuk deterjensi, pembasah (*wetting*), antipembasah (*waterproofing*), pembusa (*foaming*), antipembusaan (*defoaming*), pengemulsi (*emulsification*), pemecah emulsi (*demulsification*), dan dispersan (*dispersing*). Aplikasi surfaktan pada industri sangat luas. Pemakaian terbesar surfaktan adalah sebagai bahan aktif pada industri pembersih (deterjen dan sabun). Pemanfaatan lainnya adalah pada industri farmasi, cat dan pelapis, pangan, pertambangan, kertas, tekstil, kulit, produk kosmetika dan produk perawatan diri (*personal care products*), karet, plastik, logam, perminyakan, bahan konstruksi serta pekerjaan sipil lainnya. Jenis surfaktan yang dapat digunakan pada proses pembuatan sabun diantaranya adalah betain, DEA, SLES.

▪ **Natrium Klorida (NaCl)**

Natrium klorida (garam) merupakan bahan berbentuk kristal putih, tidak berwarna, dan bersifat higroskopik rendah. Penambahan NaCl selain bertujuan untuk pembusaan sabun, juga untuk meningkatkan konsentrasi elektrolit agar sesuai dengan penurunan jumlah alkali pada akhir reaksi sehingga bahan-bahan pembuat sabun tetap seimbang selama proses pemanasan.

▪ **Asam Sitrat**

Asam sitrat memiliki bentuk berupa kristal putih. Asam sitrat diperoleh melalui proses hidrolisis pati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Berfungsi sebagai agen pengkelat (*chelating agent*) yaitu pengikat ion-ion logam pemicu oksidasi, sehingga mampu mencegah terjadinya oksidasi pada minyak akibat pemanasan. Asam sitrat juga dapat dimanfaatkan sebagai pengawet dan pengatur pH.

▪ **Pewarna**

Pewarna ditambahkan pada proses pembuatan sabun transparan untuk menghasilkan produk sabun yang beraneka warna. Pada prinsipnya aditif pewarna yang ditambahkan tidak boleh memiliki efek yang berlawanan terhadap sifat transparansi sabun yang dihasilkan. Selain itu bahan pewarna yang digunakan adalah bahan pewarna untuk kosmetik grade.

▪ **Pewangi**

Pewangi ditambahkan pada proses pembuatan sabun untuk memberikan efek wangi pada produk sabun yang dihasilkan. Sama halnya dengan aditif pewarna, pewangi yang ditambahkan tidak boleh memiliki efek yang berlawanan terhadap sifat transparansi sabun yang dihasilkan.

Pada proses pembuatan sabun transparan, penambahan gliserin (gliserol) memberi kecenderungan membentuk fase gel pada sabun. Sukrosa yang ditambahkan membantu perkembangan kristal, sedangkan perkembangan serabut-serabut kristal yang dapat menyebabkan sabun menjadi *opaque* dihambat oleh gliserin (Jungermann, 1990).

Metode pembuatannya meliputi fase pelelehan lemak dan fase penyiapan air dimana gula, gliserin, dan tambahan lainnya dilarutkan. Kedua fase ini direaksikan dengan larutan alkohol dan kaustik soda di bawah pemanasan yang terkontrol. Kemudian dari pereaksian tersebut dihasilkan *soap stock* yang selanjutnya siap untuk diberi parfum dan pewamaaan. Pemilihan parfum, bahan tambahan serta pewamaaan lebih terbatas karena adanya kondisi proses tertentu. Sabun umumnya dibuat pada suhu 90 – 100 °C dengan pengadukan agar bahan-bahan tercampur

rata dan homogen. Lama reaksi dan lama pengadukan tergantung pada bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan.

Pengadukan merupakan proses yang bertujuan untuk mendapatkan campuran yang homogen dari dua komponen atau lebih, misalnya pada pencampuran dua jenis fluida cair. Pada dasarnya ada dua faktor yang harus diperhatikan pada operasi pengadukan, yaitu sifat bahan (fluida) yang akan diaduk dan peralatan. Pengadukan yang baik ditandai oleh homogenitas fluida yang tinggi, waktu pengadukan yang singkat, dan konsumsi energi yang rendah.

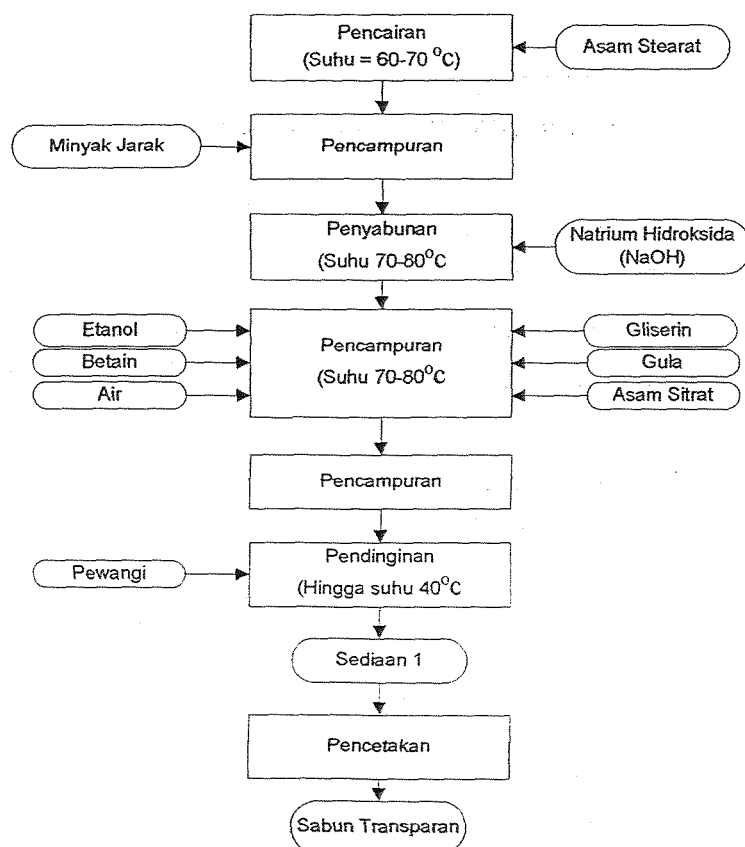
Pada Tabel 3 disajikan formula sabun transparan berbahan minyak jarak. Adapun diagram alir proses produksi sabun transparan berbahan baku minyak jarak disajikan pada Gambar 3. Sabun tersebut dibuat tanpa penambahan pewarna dan pewangi. Kedua aditif tersebut dapat ditambahkan sesuai keinginan dalam jumlah kecil. Sebagaimana terlihat pada Gambar 3, pewangi dan pewarna ditambahkan pada bagian akhir setelah terbentuk bahan sabun.

Tabel 3. Formula sabun transparan berbahan baku minyak jarak

No	Bahan	Jumlah (g)
1	Asam stearat	7
2	Minyak Jarak	20
3	NaOH 30%	18
4	Etanol	15
5	Gliserin	13
6	Gula	7,5
7	Asam sitrat	3
8	Betain	5
9	Air	4,5

### 3.5 Proses Produksi Sabun Translucent

Seperti sabun transparan, sabun translucent juga cocok dibuat di daerah perkotaan karena pertimbangan ketersediaan bahan-bahan kimia dan bahan pembantu yang mudah diperoleh. Pada prinsipnya proses pembuatan sabun translucent hampir sama dengan proses pembuatan sabun transparan. Yang membedakan adalah konsentrasi bahan yang digunakan. Sementara pada proses pembuatan sabun transparan, bahan gliserin yang ditambahkan lebih banyak, selain penambahan gula pasir dan alkohol untuk meningkatkan transparansi sabun yang dihasilkan.

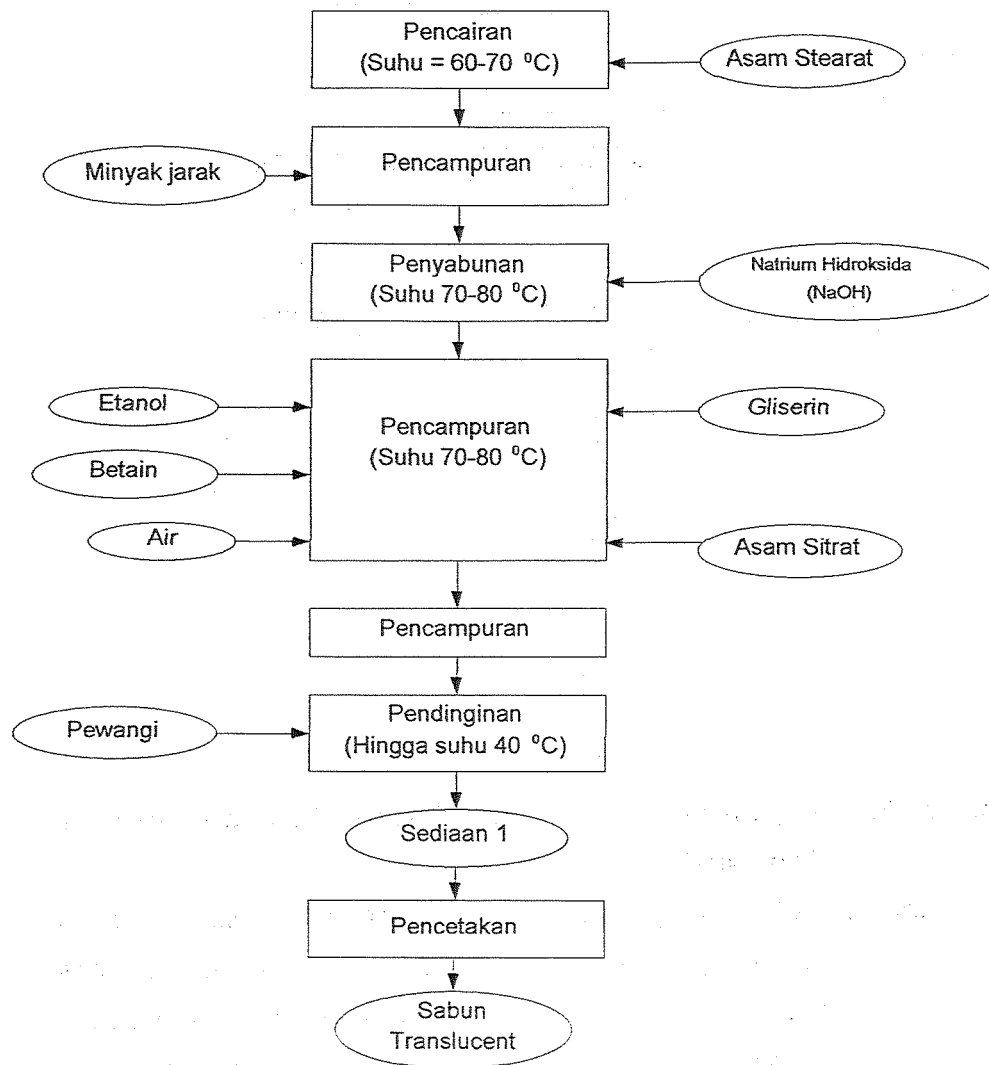


Gambar 3. Diagram alir proses produksi sabun transparan berbahan minyak jarak

Sama seperti pada proses pembuatan sabun transparan, sabun translucent dibuat dengan cara melarutkan sediaan minyak dan basa untuk membuat stok sabun. Selanjutnya stok sabun dilarutkan dengan alkohol pada kondisi panas untuk membentuk larutan yang jernih. Kemudian ditambahkan pewarna dan pewangi, dan sabun translucent siap untuk dicetak. Pada Tabel 4 disajikan formula sabun translucent berbahan minyak jarak. Adapun diagram alir proses produksi sabun translucent berbahan baku minyak jarak disajikan pada Gambar 4.

Tabel 4. Formula sabun transparan berbahan baku minyak jarak

No	Bahan	Jumlah (g)
1	Asam stearat	7
2	Minyak jarak	20
3	NaOH 30%	18
4	Etanol	15
5	Gliserin	13
6	Asam sitrat	3
7	Betain	5
8	Air	4,5



Gambar 4. Diagram alir proses produksi sabun translucent berbahan minyak jarak pagar

**DAFTAR PUSTAKA**

- Balsam, M.S. dan E. Sagarin. 1972. *Cosmetics Science and Technology*. 2nd Ed., Volume 1. Wiley-Interscience, New York.
- Brown, D.W. 2001. *A Comprehensive Guide to Angel Therapy*. D&S Books Ltd., England.
- GTZ-ASSP-Project Zambia. 2005. *The Jatropha Booklet : A Guide to Jatropha Promotion in Zambia*. [www.jatropha.de](http://www.jatropha.de).
- Hambali, E., A. Suryani, M. Rivai. 2005. *Membuat Sabun Transparan : untuk Gift & Kecantikan*. Penebar Swadaya, Depok. ISBN 979-3927-02-X.
- Spitz, L. 1996. *Soap and Detergents : A Theoretical and Practical Review*. AOCS Press, Champaign, Illinois.
- Rieger, M.M. 1985. *Surfactant in Cosmetics*. Surfactant Science Series, Marcel Dekker Inc., New York.
- Williams, D.F dan W.H. Schmitt. 1996. *Chemistry and Technology of the Cosmetics and Toiletries Industry*. 2nd Edition. Blackie Academic & Professional, London.

## PROSPEK PEMANFAATAN BUNGKIL JARAK SEBAGAI PAKAN

Suryahadi<sup>1,2</sup> dan Anita S. Tjakradidjaja<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB

<sup>2</sup>Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat, IPB

### I. PENDAHULUAN

Dengan semakin terbatasnya ketersediaan dan meningkatnya harga bahan bakar minyak (BBM), perlu dikembangkan sumber minyak baru non-fosil. Sebagai alternatif maka dapat dikembangkan minyak yang berasal dari tumbuhan yang sifatnya mirip dengan solar atau minyak diesel, dan sebagai contoh adalah minyak kelapa, minyak kelapa sawit dan minyak jarak (Antara, 2005).

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L) mempunyai potensi tinggi sebagai biodiesel dan dapat dikembangkan sebagai energi alternatif pengganti BBM, dan sebagai sumber energi pembangkit tenaga listrik (Antara, 2005; Kompas, 2005<sup>a</sup>). Selain itu, minyak jarak merupakan sumber energi hijau atau sumber energi yang ramah lingkungan yang dapat menurunkan tingkat pencemaran udara dan pembuatan minyak jarak merupakan upaya konversi bahan alam menjadi energi dalam mesin berbahan bakar (Antara, 2005). Tanaman ini juga merupakan tanaman yang potensial dikembangkan terutama di lahan-lahan kritis seperti yang terdapat di NTB dan NTT dengan potensi produksi biji sebanyak 4-6 ton/ha setelah penanaman 5 bulan. Tanaman ini belum banyak dikembangkan potensinya sebagaimana halnya dengan tanaman jarak kastor (*Ricinus communis* L) yang telah banyak dipakai sebagai bahan kosmetik dan minyak pelumas (Tempo, 2005).

Budidaya tanaman jarak pagar sudah dicanangkan sebagai gerakan nasional Budidaya Jarak oleh Menteri Sosial Bachtiar Chamsah dalam rapat koordinasi (Rakor) KESRA tanggal 6 September 2005. Budidaya jarak selain ditujukan untuk pengembangan sumber energi alternatif pengganti BBM, juga dimaksudkan untuk menanggulangi kemiskinan melalui peningkatan pendapatan petani, dan merehabilitasi hutan dan lahan kritis di Indonesia (Kompas, 2005). Daerah-daerah yang akan diikutkan dalam program budidaya tanaman jarak adalah NTB, NTT,



Gorontalo, Nanggroe Aceh Darussalam (NAD), Jakarta dan Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Dari program ini telah ditargetkan penanaman jarak pagar sebanyak 2500 ha (2005), 100 000 ha (2006), 1 juta ha (2007), 5 juta ha (2008) dan 10 juta ha (2009). Untuk penanganan program ini instansi yang terkait adalah Kantor Menko KESRA, Kantor Meneg Percepatan Pembangunan Daerah Tertinggal, ITB, BPPT, dan perusahaan BUMN di bidang agro dan energi (Kompas, 2005).

Rektor IPB, Prof. Dr. Ir. A. A. Mattjik, MSc., juga menyatakan perlunya mencari alternatif sumber energi lain agar tidak bergantung kepada energi fosil dan biodiesel dari tanaman jarak merupakan salah satu pilihan sumber energi alternatif. Oleh karena itu budidaya jarak dan pengolahan minyak jarak, yang meliputi teknik budidaya dan sifat agronomis maupun teknologi pengepressan, sedang dikembangkan oleh Pusat Penelitian Surfaktan IPB (Pariwara Berita IPB Minggu ini edisi 71/Okttober/2005:2-3). Pengembangan budidaya jarak dan pengolahan minyak jarak di IPB juga didukung oleh potensi sumber daya manusia yang ada di IPB (Pariwara Berita IPB Minggu ini edisi 73/November/2005:2).

Seiring dengan dikembangkannya minyak jarak sebagai biodiesel, maka dari proses ekstraksi biji jarak akan diperoleh limbah atau ampas berupa bungkil biji jarak. Bungkil biji jarak dapat digunakan sebagai pakan, dan potensi produksi bungkil biji jarak pagar sebesar 1 ton/ha dari produksi biji 5 ton/ha dengan hasil minyak jarak sebesar 2 ton/ha (Becker dan Makkar, 2005). Didukung oleh potensi produksi yang cukup besar ini maka bungkil biji jarak juga dapat dikembangkan sebagai pakan ternak alternatif pengganti bahan pakan seperti bungkil kedele dan tepung ikan yang harganya sangat mahal. Selain itu bungkil biji jarak merupakan bahan pakan yang tidak bersaing dengan kebutuhan manusia dan diharapkan harganya tidak mahal sehingga terjangkau oleh peternak. Meskipun demikian, penggunaan bungkil biji jarak pagar sebagai pakan ternak belum banyak diketahui, hal ini sangat berbeda dengan bungkil biji kastor (*R. communis* L) yang sudah dipelajari potensinya sebagai pakan sumber protein. Oleh karena itu, dalam makalah ini akan dibahas kemungkinan penggunaan bungkil biji jarak pagar sebagai pakan berdasarkan informasi dari pemakaian bungkil biji jarak kastor, dan juga

dibahas mengenai strategi pengembangan pemanfaatannya sebagai pakan ternak di Departemen INTIP – Fakultas Peternakan IPB.

## II. TANAMAN JARAK PENGHASIL MINYAK

Tanaman jarak merupakan tanaman yang bijinya dapat diekstrak untuk diambil minyaknya. Tanaman ini termasuk ke dalam famili *Euphorbiaceae*, dan telah diketahui ada dua species tanaman jarak, yaitu *Ricinus communis* L (jarak kastor) sebagai penghasil minyak kastor dan *Jatropha curcas* L (jarak pagar) sebagai penghasil minyak jatropha (Sujatmaka, 1991). Kedua tanaman ini mempunyai morfologi tanaman, kandungan minyak yang dihasilkan dan penggunaannya, dan racun yang terdapat didalamnya (Sopian, 2005; Sujatmaka, 1991).

*Ricinus communis* L (jarak kastor) merupakan spesies komersil yang banyak diusahakan dengan kandungan minyak cukup tinggi sekitar 40-50%. Tanaman ini berasal dari Afrika dan kini telah tersebar luas di daerah tropis maupun daerah subtropics. India, China dan Brazil merupakan pengeksport bagi produk jarak kastor (Anonymous, 2005<sup>b</sup>). Tanaman ini merupakan tanaman terna setahun, walaupun di beberapa tempat ada yang termasuk tanaman perennial. Karakteristik tanaman ini menunjukkan batang yang berwarna hijau kemerahan dan berbulu dengan bekas tumpukan tangkai daun yang menonjol. Daun berbentuk bundar dengan diameter sekitar 10-75 cm dan menjari seperti daun ketela pohon. Permukaan atas daun berwarna hijau tua/kemerah-merahan, sedangkan permukaan bawah daun berwarna hijau pucat. Bunga tersusun dalam malai yang muncul dari ujung batang/cabang dengan panjang malai 10-40 cm. Buah jarak berbentuk bulat lonjong/jorong, bercuping tiga dengan diameter 1.5-2.4 cm, bentuk buah bergantung varietas, ada yang berambut dan ada yang gundul. Bagian dalam buah terdapat tiga rongga yang masing-masing berisi satu biji sehingga secara total akan diperoleh tiga biji per buah jarak. Biji berbentuk jorong, kulit mengkilap, berwarna kelabu pucat hingga hampir hitam, sedangkan kulit biji bepercak-percak dengan warna hitam (Sujatmaka, 1991; Anonymous, 2005<sup>b</sup>). Bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah biji, akar, daun dan minyak biji (Cakrawala IPTEK, 2005). Biji mengandung minyak ricin 40-50% dengan kandungan glirisida dari asam ricinoleat, asam isoricinoleat, asam oleat,

asam linolenic dan asam stearat; biji juga mengandung racun ricin, sejumlah kecil cytochrom C dan enzim lipase maupun enzim lainnya (Cakrawala IPTEK, 2005). Biji dipanen untuk diambil minyaknya yang digunakan sebagai bahan baku kosmetik, farmasi, tekstil dan cat. Limbah ekstraksi minyak digunakan untuk pupuk (Sujatmaka, 1991).

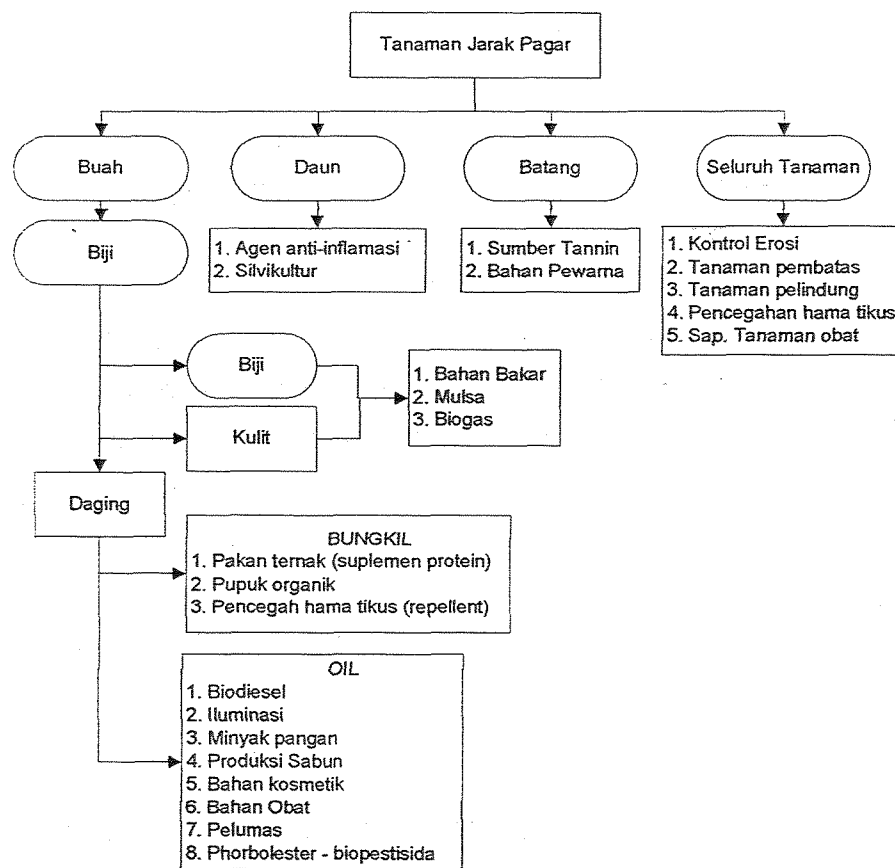
*Jatropha curcas* L. (jarak pagar) adalah tanaman yang multiguna yang berasal dari Mexico dan Amerika Tengah, dan telah ditanam di daerah tropis Amerika, Afrika dan Asia. Madagaskar, Dahomey (Benini) dan Kepulauan Tanjung Verde ('Cape Verde Islands') merupakan Negara pengekspor produk tanaman jarak pagar. Tanaman ini dapat ditanam di daerah tropis, terutama di daerah lahan kritis. Tanaman ini membutuhkan curah hujan minimum 250 mmm/tahun, dan akan tumbuh baik dengan curah hujan hingga 900-1200 mmm/tahun. Tanaman ini dapat tumbuh hingga ketinggian 8 m, dengan biji sebagai produk utamanya mengandung 55-60% minyak (Becker dan Makkar, 2000<sup>b</sup>). Jarak pagar merupakan tanaman perdu besar. Batang tanaman mempunyai cabang yang tidak beraturan, batang muda menghasilkan getah bewarna jernih. Batang yang muda bewarna hijau, sedangkan yang tua bewarna coklat. Daun lebar berbentuk jantung dan bertangkai panjang. Bunga berbentuk cawan, dengan bunga jantan dan betina terdapat di dalam satu tangkai. Bunga bewarna hijau kekuningan. Buah berbentuk bulat, yang muda bewarna kuning, sedangkan yang tua bewarna kehitaman. Buah terdiri atas tiga rongga yang masing-masing berisi satu biji sehingga di dalam satu buah akan dihasilkan tiga biji. Biji berbentuk bundar lonjong dengan warna hitam (Sujatmaka, 1991; Cakrawala IPTEK, 2005).

### III. POTENSI PEMANFAATAN BUNGKIL BIJI JARAK SEBAGAI PAKAN

Becker dan Makkar (2000<sup>b</sup>) menggambarkan tentang pemanfaatan dari tanaman jarak pagar yang dapat dilihat pda Gambar 1. Buah, daun, batang dan seluruh tubuh tanaman jarak pagar dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Namun demikian, produk utama dari tanman jarak pagar adalah produksi minyak yang dihasilkan dari proses ekstraksi biji jarak, dan produk limbahnya berupa bungkil biji jarak merupakan bahan baku utama yang digunakan untuk pakan ternak. Selain itu, daun dari tanaman jarak pagar juga berpotensi sebagai pakan ternak, terutama

untuk ulat sutera (silvikultur), dan potensinya sebagai pakan hijauan ternak perlu dipelajari.

Hal yang sama juga dapat diterapkan pada tanaman jarak kastor dimana bungkil biji jarak merupakan limbah yang dihasilkan dari pembuatan minyak jarak kastor seperti yang dilakukan di PT. Kimia Farma (Gambar 2). Namun demikian, Weiss (1971) menyatakan bahwa daun tua dari tanaman jarak kastor dapat digunakan sebagai hijauan pakan ternak sapi di India dan elang di Tanzania, terutama di saat musim kemarau; daun yang muda tidak dapat digunakan karena kandungan racun yang lebih tinggi daripada daun yang tua.

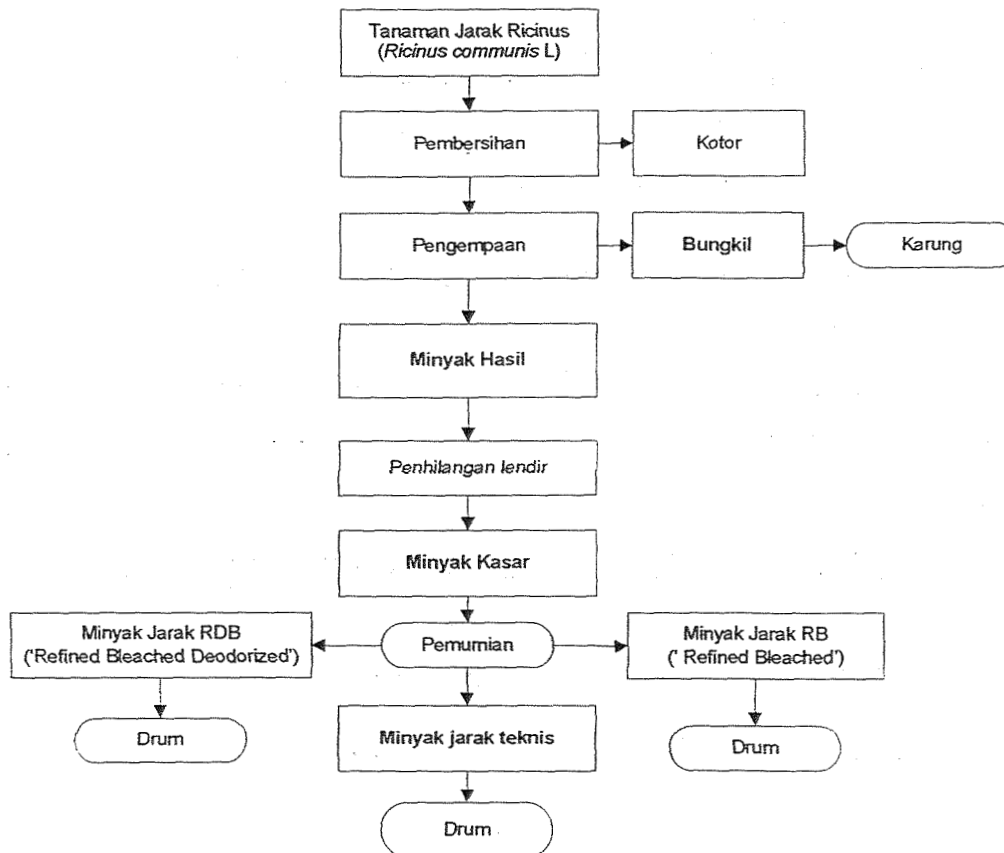


Gambar 1. Pemanfaatan bagian-bagian tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) (Becker dan Makkar, 2000)

#### A. Nilai nutrisi bungkil biji jarak

Hasil analisis komposisi zat makanan bungkil jarak kastor yang dilaporkan oleh Kumiasih (1989) menunjukkan bahwa bungkil biji jarak mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi sekitar 42% sehingga

dapat digunakan sebagai pakan sumber protein (Tabel 1). Namun penggunaannya dapat dibatasi oleh tingginya serat kasar (29%), dan rendahnya kandungan energi yang dinyatakan dalam persen TDN. Dengan kadar serat kasar yang cukup tinggi masih perlu diketahui analisis komponen/fraksi serat kasar dari bungkil biji kastor yang meliputi kandungan NDF, ADF dan lignin.



Gambar 2. Proses pengolahan biji jarak ricinus menjadi minyak di PT. Kimia Farma (Sujatmaka, 1991)

Perbandingan komposisi zat makanan antara bungkil jarak kastor dengan beberapa bungkil lainnya (Tabel 1) memperlihatkan kandungan protein bungkil jarak kastor yang lebih tinggi daripada bungkil kelapa sawit, bungkil kelapa dan bungkil biji kapuk, dan dapat dikelompokkan ke dalam pakan sumber protein tinggi seperti halnya dengan bungkil wijen, bungkil kacang tanah dan bungkil kedelai. Diantara pakan limbah ekstraksi minyak nabati, bungkil jarak kastor dan bungkil biji kapuk merupakan

pakan dengan kandungan serat kasar yang paling tinggi. Kadar BeTN dari bungkil jarak kastor juga menunjukkan kadar yang paling rendah, demikian pula halnya dengan kandungan energinya tinggi. Kadar BeTN dari bungkil jarak kastor juga menunjukkan kadar yang paling rendah, demikian pula halnya dengan kandungan energinya.

Tabel 1. Komposisi zat makanan bungkil jarak ricinus dan beberapa bungkil lainnya

Pakan	Bahan kering (%)	Komposisi bahan kering (% BK)					TDN (%)
		Abu	Protein	Lemak	Serat ksr	BeTN	
Bungkil jarak ricinus <sup>1</sup>	92.39	9.43	42.28	6.02	29.01	13.36	51.0
Bungkil kelapa <sup>2</sup>	88.6	8.24	21.3	10.9	14.2	45.4	78.7
Bungkil kelapa sawit <sup>2</sup>	90.3	4.07	16.8	11.9	22.6	44.6	79.0
Bungkil kacang tanah <sup>2</sup>	90.2	6.33	45.1	10.7	8.95	28.9	80.9
Bungkil kedelai <sup>2</sup>	88.1	8.16	46.9	2.66	5.90	36.4	83.2
Bungkil biji kapuk <sup>2</sup>	83.9	7.54	29.6	7.58	30.0	25.3	73.7
Bungkil wijen <sup>2</sup>	92.9	13.0	42.8	10.3	6.96	26.9	77.3

Sumber : <sup>1</sup> Kumiasih (1989), <sup>2</sup> Sutardi (1981)

Komposisi asam amino protein bungkil jarak ricinus memperlihatkan adanya defisiensi asam amino metionin, lisin dan triptofan (Tabel 2), dan juga dinyatakan bahwa skor kimia dari bungkil jarak ricinus ini sekitar 12-34% dengan nilai hayati yang agar rendah sekitar 46-60% (Kumiasih, 1989).

Tabel 2. Komposisi asam amino protein bungkil jarak ricinus

Asam amino	BPGU (%)	NRC (%)	Telur (%)	BPGU/telur	NRC/telur
Esensial :					
Arginin	6.38	10.67	6.40	1.00	1.67
Histidin	1.43	1.83	2.10	0.68	0.87
Isoleusin	5.15	3.90	8.00	0.64	0.49
Leusin	3.60	5.37	9.20	0.39	0.58
Metionin	0.49	1.40	4.10	0.12	0.34
Fenilalanin	2.29	3.13	6.30	0.36	0.50
Valin	2.51	4.87	7.30	0.34	0.67
Treonin	2.27	2.77	4.90	0.46	0.57
Lisin	2.24	2.93	7.20	0.31	0.41
Non-esensial :					
Alanin	2.48	3.37	-	-	-
Asam aspartat	6.55	8.24	-	-	-
Sistin	2.32	-	2.40	0.97	-
Asam glutamat	13.99	15.61	-	-	-
Prolin	2.34	3.13	-	-	-
Serin	3.23	4.34	-	-	-
Tirosin	1.23	2.60	4.50	0.27	0.58
Glisin	2.73	3.30	-	-	-
Metionin + sistin	2.81	-	6.50	0.43	-

Sumber : <sup>1</sup> Kumiasih (1989)

#### B. Penggunaan bungkil biji jarak sebagai pakan ternak

Bungkil biji jarak kastor sudah dievaluasi penggunaannya sebagai pakan ternak unggas, ruminansia dan babi; namun belum ada informasi mengenai penggunaan bungkil biji jarak pagar sebagai pakan ternak.

Aisjah (2005) telah menggunakan bungkil biji jarak kastor sebagai salah satu sumber protein di dalam ransum ayam broiler. Selain itu proses fermentasi bungkil biji jarak kastor dengan menggunakan *Rhizopus oligosporus* juga dilakukan Aisjah (2005) untuk menurunkan efek racun berupa ricin dan memperbaiki nilai nutrisi dari bungkil biji jarak tersebut. Dari hasil percobaan ini diketahui bahwa fermentasi dengan *R. oligosporus*

dapat meningkatkan kandungan protein kasar dari 26.96% menjadi 43.63%, dan kandungan serat kasar meningkat dari 23.31% menjadi 11.84%; perlakuan dengan kapang tersebut menurunkan kadar air dari 10.81% menjadi 7.81%, dan lemak kasar dari 22.90% menjadi 11.84%. Selanjutnya penggunaan bungkil biji jarak fermentasi di dalam ransum broiler dengan taraf yang semakin meningkat dari 0, 3, 6, 9 dan 12% dapat menurunkan kecernaan protein dari 80.03%, menjadi 78.33, 77.24, 77.51 dan 77.44%. Meskipun demikian penurunan ini tidak signifikan sehingga bungkil biji jarak fermentasi dapat digunakan di dalam ransum hingga 12% (Aisjah, 2005). Dari percobaan yang dilakukan oleh Aisjah (2005) ini dapat diketahui bahwa bungkil biji jarak dapat digunakan sebagai sumber protein di dalam ransum ayam broiler, namun penggunaannya masih terbatas oleh karena adanya racun ricin. Upaya untuk menurunkan pengaruh negatif ricin telah dilakukan dengan melakukan fermentasi dengan *R. oligosporus* dan upaya ini dapat memperbaiki penggunaan bungkil biji jarak ditinjau dari kecernaan proteinnya. Meskipun demikian tidak ada informasi seberapa jauh penurunan kadar ricin di dalam bungkil biji jarak akibat dari fermentasi dengan *R. oligosporus*.

Kurniasih (1989) telah mengevaluasi potensi bungkil biji jarak kastor sebagai pakan ruminansia dalam percobaan *in vitro* dan *in sacco*, yang diikuti dengan percobaan *in vivo* untuk mengetahui selera makan sapi terhadap ransum yang mengandung bungkil biji jarak kastor. Namun dalam penelitian tersebut masih belum dievaluasi pengaruh penggunaan bungkil biji jarak di dalam ransum terhadap produksi daging dan susu.

Hasil percobaan *in vitro* Kurniasih (1989) dari ransum sapi perah yang mengandung bungkil biji jarak kastor dengan taraf 0, 5, 10, 15, 20 dan 25% (kadar PK ransum 15% dan TDN 67%), menunjukkan ransum tersebut tidak berbeda secara nyata dalam fermentabilitas zat makanan di dalam rumen, maupun dalam kecernaan bahan kering (KCBK) dan kecernaan bahan organiknya (KCBO); meskipun demikian bungkil biji jarak adalah sumber protein yang sulit didegradasi (Tabel 3). Hasil ini mengindikasikan sebagian besar dari protein bungkil biji jarak ricinus merupakan protein yang lolos degradasi, dan manfaatnya akan bergantung kepada proses hidrolisis oleh enzim temak. Substitusi dedak padi dengan bungkil biji jarak pada taraf 0, 20, 40, 60, 80 dan 100% BK menunjukkan bahwa



bungkil biji jarak kurang palatable dibandingkan dedak padi; semakin meningkatnya taraf bungkil biji jarak maka jumlah yang dikonsumsi akan menurun dari 1.40 kg/ekor/hari menjadi 1.03, 0.73, 0.44, 0.46 dan 0.31 kg/ekor/hari. Percobaan *in sacco* pada ransum dedak yang disubstitusi dengan bungkil biji jarak juga menunjukkan bungkil biji jarak merupakan pakan yang tidak mudah didegradasi (Tabel 4). Percobaan dengan menambahkan 5% bungkil biji jarak ke dalam ransum anak sapi ('calf starter') menurunkan konsumsi 'calf starter', tetapi adaptasi terhadap bungkil biji jarak dapat terjadi setelah masa pemberian selama 3 minggu (Tabel 5). Hasil percobaan ini juga menunjukkan bahwa bungkil biji jarak merupakan protein yang tidak mudah didegradasi. Dari hasil ini dinyatakan bahwa bungkil biji jarak kastor dapat digunakan sebesar 3.5% dalam ransum.

Tabel 3. Konsentrasi ammonia, konsentrasi VFA, keceraan bahan kering (KCBK) dan keceraan bahan organik (KCBO) ransum yang mengandung bungkil biji jarak pada taraf yang berbeda dalam percobaan *in vitro*

Ransum (% bungkil biji jarak)	Konsentrasi ammonia (mM)	Konsentrasi VFA (mM)	KCBK (%)	KCBO (%)
A 0	5.17 ± 1.24	12.65 ± 3.55	52.28	52.86
B 5	4.37 ± 1.69	17.35 ± 5.33	55.94	55.47
C 10	3.90 ± 2.75	22.45 ± 18.23	59.53	58.74
D 15	3.37 ± 2.28	31.19 ± 14.47	57.84	57.65
E 20	4.55 ± 3.30	17.77 ± 9.24	57.21	57.67
F 25	3.09 ± 2.78	18.08 ± 3.49	59.25	58.92

Sumber : Kurniasih (1989)

Tabel 4. Rataan konsumsi bahan kering ransum pada uji selera makan sapi dan laju penyusutan bahan kering (BK) dan bahan organik (BO) dari ransum dedak padi yang disubstitusi dengan bungkil biji jarak

Ransum (%dedak padi/bungkil biji jarak)	Rataan konsumsi BK (kg/ekor/hari)	Laju penyusutan <i>in sacco</i> (%)	
		BK	BO
A 100/0	1.40	-0.0600	-0.05540
B 80/20	1.03	-0.0518	-0.07523
C 60/40	0.73	-0.1176	-0.13840
D 40/60	0.44	-0.0462	-0.04790
E 20/80	0.46	-0.1142	-0.11210
F 0/100	0.31	-0.1211	-0.11920

Sumber : Kumiasih (1989)

Tabel 5. Konsumsi ransum 'calf starter' yang ditambah bungkil biji jarak sebanyak 5% dan laju penyusutan BK dan BO-nya

Ransum 'calf starter' (% bungkil biji jarak)	Konsumsi (kg/hari)			Laju penyusutan (%)	
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	BK	BO
0	2.75 + 0.48	2.78 + 0.49	3.34 + 0.78	-0.0144	-0.0157
5	1.70 + 0.07	1.87 + 0.23	2.58 + 0.24	-0.0173	-0.0223

Sumber : Kumiasih (1989)

Bungkil biji jarak kastor juga dapat dipakai sebagai bagian dari ransum ternak babi muda lepas sapih dengan taraf pemberian sebesar 7.5% dengan batas maksimum pemberian sebesar 12.5%; pemberian pada taraf yang tinggi pada babi yang berumur kurang dari 90 hari dapat menghambat pertumbuhan. Pemberian pada taraf yang lebih tinggi hingga 15% dapat dilakukan untuk ternak babi penggemukan (Sihombing, 1974 dalam Kumiasih, 1989).

Hasil percobaan penggunaan bungkil biji jarak kastor pada berbagai ternak dapat dijadikan dasar penggalian informasi mengenai manfaat dari bungkil biji jarak pagar.

### C. Pembatas Penggunaan Bungkil Biji Jarak

Dari percobaan pada ternak yang telah dibahas sebelumnya tampak adanya pembatasan jumlah bungkil biji jarak yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pembatasan ini dapat diakibatkan oleh tipe protein maupun keterbatasan dalam kesediaan asam amino seperti metionin, lisin dan triptofan, rendahnya kandungan energi maupun tingginya serat kasar. Faktor pembatas lainnya adalah adanya bahan racun di dalam bungkil biji jarak kastor, seperti alkaloin ricinin, maupun toxalbumin ricin yang merupakan lektin dan protein tanaman (Anonymous, 2005<sup>a</sup>). Ricin merupakan zat racun yang sifatnya mematikan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai senjata biologis/kimiawi (McGuire, 2004; Anonymous, 2005<sup>c</sup>). Namun demikian, terdapat variasi sensitifitas di antara ternak terhadap ricin (Tabel 6). Weiss (1971) menyatakan bahwa kuda adalah ternak yang paling sensitive, sapi dan babi lebih toleran daripada kuda; sedangkan itik dan unggas lainnya adalah ternak yang lebih resistan terhadap ricin yang diberikan dalam bentuk biji melalui mulut.

Tabel 6. Dosis lethal ricin biji jarak kastor yang diberikan melalui mulut pada berbagai ternak

Ternak	Dosis yang diberikan (g/kg bobot badan)
Kuda	0.1
Sapi	2.0
Domba	1.25
Babi	1.4
Kambing	5.5
Anak babi	2.4
Kelinci	1.0
Angsa	0.4
Ayam	14.0

Sumber : Weiss (1971)

Berbagai upaya dapat dilakukan untuk mengatasi ricin seperti perlakuan kimiawi dengan penggunaan kalsium hidroksida, natrium bikarbonat, dan perlakuan fisik dengan pemanasan kering dan 'autoclaving' (pemanasan basah dengan tekanan uap) (Anonymous, 2005<sup>a</sup>; Anonymous, 2005<sup>d</sup>). Kemungkinan lain adalah melalui manipulasi genetik untuk menanggulangi racun ricin ini, yang diupayakan sejalan

dengan proses pemuliaan tanaman jarak pagar untuk mendapatkan varietas yang berproduksi tinggi dan dapat dipanen pada waktu yang singkat seperti yang dilakukan oleh Kelompok Pemuliaan Tanaman dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi (P3TIR) BATAN (Tempo, 2005<sup>b</sup>).

Dalam hal penggunaan bungkil biji jarak pagar masih belum diketahui efek negatif pada ternak produksi. Meskipun demikian, bungkil biji jarak pagar diketahui mengandung racun phorbolester yang berbahaya untuk ikan dan tikus (Becker dan Makkar, 2000<sup>a</sup>).

#### D. Strategi pemanfaatan bungkil biji jarak sebagai pakan

Bungkil biji jarak merupakan bahan pakan yang potensial sebagai sumber protein, tetapi pemakaiannya dibatasi oleh berbagai faktor yang telah dibahas sebelumnya. Oleh karena itu perlu dikembangkan beberapa strategi penelitian untuk meningkatkan penggunaan bungkil biji jarak ini. Tujuan dari penelitian yang akan dikembangkan adalah meningkatkan manfaat dan jumlah bungkil biji jarak dalam ransum ternak herbivora dan non-herbivora, dan menurunkan kadar bahan racun dan efeknya pada ternak.

Fokus penelitian yang akan dikembangkan di Departemen INTP – Fakultas Peternakan IPB pada kedua jenis bungkil biji jarak adalah sebagai berikut :

1. Mengevaluasi komposisi zat makanan dan fraksi serat, kandungan vitamin dan mineral bungkil biji jarak
2. Menurunkan kadar serat kasar dan bahan racun melalui perlakuan kimiawi, fisik dan biologis dan produk yang dihasilkan dinyatakan sebagai produk olahan bungkil biji jarak
3. Mempelajari pembuatan ransum jadi berbahan dasar bungkil biji jarak/produk olahannya dalam bentuk mash, pellet dan wafer
4. Mempelajari masa simpan dan daya pakai ransum berbahan baku bungkil biji jarak/produk olahannya
5. Mempelajari proses nutrisi ransum berbahan dasar bungkil biji jarak/produk olahannya secara mikrobiologis dan hidrolitis di dalam saluran pencernaan ternak

6. Mempelajari perbedaan toleransi ternak dan detoksifikasi bahan racun bungkil biji jarak dalam saluran pencernaan ternak
7. Mengevaluasi palatabilitas ransum berbahan baku bungkil biji jarak/produk olahannya pada ternak herbivora dan non-herbivora
8. Meningkatkan derajat kesukaan ternak terhadap ransum berbahan dasar bungkil biji jarak/produk olahannya
9. Mendapatkan taraf optimum bungkil biji jarak, dan produk olahannya untuk memproduksi telur, daging, susu dan bulu dengan kualitas tinggi
10. Meningkatkan nilai guna bungkil biji jarak/produk olahannya melalui suplementasi energi, protein (nitrogen mudah tersedia dan asam amino), vitamin dan mineral

Dari hasil penelitian ini diharapkan akan diperoleh/diproduksi ransum yang formulasinya mengandung bungkil biji jarak/produk olahannya yang aman untuk ternak.

#### IV. KESIMPULAN

Bungkil biji jarak mempunyai potensi sebagai pakan sumber protein, tetapi pemanfaatannya dapat dibatasi oleh ketersediaan protein di saluran pencernaan ternak dan keseimbangan asam amino, tingginya kadar serat kasar, rendahnya kandungan energi, dan adanya bahan racun. Untuk meningkatkan pemanfaatannya perlu dilakukan berbagai upaya yang menjadi focus penelitian di Departemen INTP Fakultas Peternakan IPB. Hasil dari upaya ini diharapkan dapat diperoleh ransum jadi berbahan baku bungkil biji jarak yang aman untuk ternak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aisjah, T. 2005. Nilai kecernaan protein ransum yang mengandung bungkil biji jarak (*Ricinus communis* Linn) terfermentasi pada ayam broiler. Fakultas Peternakan Unpad. <http://lemlit.unpad.ac.id/datalife/14200515914Titiah-Fapet.pdf>.
- Antara, 2005. Tumbuhan jarak energi alternative BBM. <http://www.antara.co.id>. Waktu kunjungan Oktober 2005.
- Anonymous, 2005<sup>a</sup>. Poisonous plants : Castor oil plant (*Ricinus communis* L). <http://www.library.thinkquest.org/c007974/1-3cas.htm>. Waktu kunjungan 10 Oktober 2005.
- Anonymous, 2005<sup>b</sup>. Castor oil plant (*Ricinus communis* L). <http://www.weeds.org.au/>. Waktu kunjungan 17 Oktober 2005.
- Anonymous, 2005<sup>c</sup>. What is the poison ?. <http://www.diduknow.info/top/cator-beans.html>. Waktu kunjungan 17 Oktober 2005.
- Anonymous, 2005<sup>d</sup>. Ambuja castor meal (deoled cake). <http://www.ambujaglobal.com/CASTOR-MEAL.htm>. Waktu kunjungan 17 Oktober 2005.
- Becker, K., and H. P. S. Makkar, 2000<sup>a</sup>. Studien zur nutzung von *Jatropha curcas*. Samenjuhen als tierfutter. Research report. University of Hohenheim. <http://www.uni-hohenheim.de/>.
- Becker, K., and H. P. S. Makkar, 2000<sup>b</sup>. *Jatropha* and moringa – Sources of renewable energy for fuel, edible oil, animal feed and pharmaceutical products – ideal trees for increasing cash income. Paper presented at the Daimler Chrysler/The World Bank Environment Forum. Magdeburg 1999. <http://www.uni-hohenheim.de/>.
- Cakrawala IPTEK, 2005. Jarak (*Ricinus communis* Linn) dan jarak ulung (*Jatropha gossypifolia*). <http://www.iptek.net.id/ind/cakra-obat/>. Waktu kunjungan 18 Oktober 2005.
- Kompas, 2005. Budidaya pohon jarak – Kunci mempersempit jarak sikaya dan simiskin. Oktober 2005.
- Kurniasih, E. 1989. Potensi bungkil biji jarak (*Ricinus communis* L) sebagai bahan makanan ruminansia. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan. IPB.
- McGuire, N., 2004. The taming of the bean. <http://www.chemistry.org/portal/>. Waktu kunjungan 18 Oktober 2005.
- Sujatmaka, 1991. Prospek pasar dan budidaya jarak. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sopian, T., 2005. Biodiesel dari tanaman jarak. <http://www.beritaiptek.com>. Waktu kunjungan 29 November 2005.
- Tempo, 2005<sup>a</sup>. Biodiesel biji jarak. 27 Oktober 2005.
- Tempo, 2005<sup>b</sup>. Infotek : Pemuliaan mutasi tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L). Rabu, 19 Oktober 2005.
- Weiss, E. A., 1971. Castor, sesame and safflower. Leonard Hill. London.

## REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG DENGAN PENANAMAN JARAK PAGAR

Mohamad Yani\*

\*Lab. Teknik dan Manajemen Lingkungan,  
Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fateta, IPB

### I. PENDAHULUAN

Jarak mulai dibudidayakan di Indonesia sejak jaman Jepang, tetapi peluang ekspor minyak jarak belum dimanfaatkan secara optimal, terkendala keterbatasan bahan baku. Kebutuhan bahan baku biji jarak terbesar dalam negeri adalah PT Kimia Farma. Dengan upaya pemanfaatan minyak jarak sebagai biodiesel, maka kebutuhan biji jarak akan sangat meningkat dan membutuhkan perluasan areal tanaman. Dalam 15 tahun terakhir perkembangan areal dan produksi tanaman jarak jalan di tempat atau bahkan menurun. Beberapa pengusaha yang mencoba menanam jarak mengalami kegagalan, kemudian jera tidak tertarik lagi. Penyebab kegagalan terutama karena kesalahan teknis, penanaman pada tempat yang kurang sesuai. Walaupun jarak mudah ditemukan di sembarang tempat di tanah marjinal dan lebih mampu bertahan dibanding dengan tanaman lain, asalkan pembatasnya air. Jarak merupakan tanaman yang tahan kering, asal solum tanah dalam dan sejak berkecambah sampai tiga bulan pertama mendapat cukup air, maka musim kemarau akan mampu bertahan dan berproduksi normal.

Pemilihan lahan bekas tambang sebagai alternatif areal penanaman jarak dicoba dikemukakan dalam makalah ini. Beberapa sifat-sifat lahan bekas pertambangan batubara, emas, timah dan lahan pasca bioremediasi sludge minyak bumi diungkapkan dalam upaya reklamasi lahan bekas pertambangan dan perluasan areal tanaman jarak pagar.

### II. PERUBAHAN LAHAN AKIBAT PERTAMBANGAN

Salah satu akibat pertambangan adalah pembukaan lapisan penutup tanah permukaan (top soil) yang digali dan dipindahkan pada kegiatan

pertambangan. Menurut Kusnoto dan Kusumodirdjo (1995), dampak lingkungan akibat kegiatan pertambangan antara lain berupa

1. Penurunan produktivitas tanah
2. Pemasatan tanah
3. Terjadinya erosi dan sedimentasi
4. Terjadinya gerakan tanah dan longsor
5. Terganggunya flora dan fauna
6. Terganggunya keamanan dan kesehatan penduduk
7. Perubahan iklim mikro

Berikut ini adalah teknik pertambangan batubara, emas, timah, dan minyak bumi secara ringkas dan lahan bekas penambangannya yang akan direklamasi.

#### A. Lahan Bekas Penambangan Batu Bara

Sistem penambangan batubara pada umumnya di Indonesia adalah sistem tambang terbuka dengan metoda konvensional yang merupakan kombinasi penggunaan *excavator shovel* dan truck. Urutan kegiatannya meliputi pembukaan lahan, pengupasan dan penimbunan tanah tertutup, pengambilan dan pengangkutan batubara serta pengecilan ukuran tanpa proses pencucian batubara. Sistem penambangan ini belum memungkinkan untuk dilaksanakan pengisian lubang bekas tambang (*back filling*) sehingga tanah permukaan (*top soil*) yang terkumpul segera disebarkan pada lahan yang sudah siap direklamasi (*branch final*). Apabila lahan reklamasi tersebut belum tersedia, maka tanah pucuk tersebut harus dikumpulkan keluar batas daerah penimbunan atau diamankan ke tempat kumpulan tanah pucuk. Kemudian lapisan batuan penutup ditimbun di luar areal tambang dengan system *terasering* dan *recountoring*. Pada kaki daerah penimbunan dibuat kolam pengendapan (*settling pond*) untuk menangkap air larian permukaan dan mengendapkan Lumpur yang terangkut. Secara umum metode penambangan terbuka sesuai untuk lokasi batubara yang dangkal, sedangkan metode penambangan bawah tanah untuk daerah lokasi batubara yang dalam dan daerah yang subur.

Dampak penting yang mungkin timbul pada penambangan batubara pada tahap pra penambanan adalah terbukanya lahan akibat



pembukaan lahan (*land clearing*) yang dapat menimbulkan dampak lanjutan seperti berkurangnya daya tahan lahan terhadap erosi, perubahan karakteristik infiltrasi yang akan mempengaruhi pengisian (*recharge*) air tanah, perubahan unsure/komponen neraca air, berubah bentuk bentang alam, dan tata guna lahan, serta penurunan kualitas akibat erosi.

## B. Lahan Bekas Penambangan Timah

Endapan timah di Indonesia terletak pada jalur timah terkaya di dunia. Jalur ini membujur mulai dari Cina Selatan, Birma, Muangthai, Malayasia dan Indonesia. Bijih timah diendapkan di alam dalam bentuk endapan tanah, lapisan pasir dan tanah liat. Umumnya mudah lepas dan dapat dihancurkan dengan semprotan air bertekanan tinggi (4-8 atm). Lapisan tanah akan berubah menjadi Lumpur yang mengandung bijih timah. Lumpur dikumpulkan pada suatu tempat (*camong*) kemudian dipompa dan dialirkan ke instalasi pemisahan melalui pipa-pipa. Dari hasil pemisahan diperoleh bijih timah berbentuk pasir dengan kadar logam 20-70% Sn.

Kegiatan penambangan timah di Pulau Bangka terdiri dari dua jenis penambangan, yaitu penambangan darat dan penambangan laut dengan menggunakan mesin gali mangkok. Penambangan timah di Pulau Bangka umumnya dilakukan dengan penambangan terbuka dengan cara membongkar lapisan permukaan tanah (*top soil*) untuk mengambil endapan tanah *alluvial* yang muncul sebagai kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ) dari bahan induk. Tanah bekas penambangan berupa tanah bekas galian (*tailing*) dan kolong bekas galian. Kolong merupakan lahan bekas penambangan yang berbentuk semacam danau kecil dengan kedalaman mencapai 40 m dan cukup luas. *Tailing* merupakan tumpukan pasir yang dibuang setelah mengalami pencucian, banyak mengandung pasir dari pada liat dan berwarna keputihan dan biasanya terdapat di dekat kolong.

Sifat-sifat fisik kimia *tailing* yang merugikan menurut Iskandar dan subagyo (1993) adalah sebagai berikut :

- a. Konsentrasi logam berat dan garam yang tinggi
- b. Kurangnya unsure hara yang penting
- c. Kurangnya organisme mikrobiologi
- d. Sifat-sifat tekstur dan struktur tanah yang sangat membatasi infiltrasi

- e. Tingginya daya pantul sinar atas daya absorpsi panas dalam tailing berwarna terang atau gelap yang menyebabkan terjadinya ketegangan fisik pada tumbuhan
- f. Kerusakan fisik karena fraksi pasir sangat dominan.

### C. Tailing Penambangan Emas

Sesuai dengan kondisi cadangan bijih emas yang umumnya berada di bawah permukaan tanah, khususnya wilayah eksplorasi cikotok dan pongkor. Penambangan emas dilakukan dengan metode *overhand/underhand cut and stool stopping*. Kegiatan ini meliputi pemboran, peledakan, pengambilan, transportasi ke tempat penampungan sementara, dan selanjutnya bijih dibawa ke pabrik pengolahan dengan kereta gantung. Penambangan dilakukan secara bertahap berdasarkan tingkatan jalur urat kuarsa yang merupakan cadangan emas pada daerah yang tertinggi. Biasanya pada tiap level (berjarak 100 meteran) terdapat lubang bukaan berbentuk terowongan.

Ciri-ciri tanah bekas penambangan emas adalah sudah terganggu, dengan horizon tanah sudah tidak teratur, lapisan hitam dan lapisan-lapisan lainnya sudah terbalik-balik. Tanah bekas tambang sekurangnya mempunyai sebuah horizon permukaan yang dapat berbedar dari horizon yang lebih dalam, dan horizon yang lebih dalam tersebut perkembangan strukturnya lemah, tanpa akar dan memiliki bermacam-macam ukuran fragmen batuan. Horizon permukaan dibentuk oleh pelapukan kimia dan fisik yang dibebankan pertumbuhan akar, sinar matahari dan curah hujan, dan sering mengandung bahan organik dan bahan material halus yang presentasinya tinggi.

Tanah bekas tambang di hampir semua lokasi pertambangan Freeport umumnya mempunyai pH rendah dan sejumlah besar fragmen batuan, dimana lokasi tersebut sesuai untuk ditaman dengan pepohonan. Kenyataan di lokasi tambang ini ditutupi oleh pepohonan yang membuktikan bahwa lokasi ini untuk pembangunan hutan. Pemisahan horizon dan penempatan lapisan permukaan tanah (top soil) pada pelaksanaan reklamasi tidak dibutuhkan dan penambahan kapur atau pupuk kemungkinan menunjukkan pengaruh yang minim pada pertumbuhan tanaman.

#### **D. Lahan Pasca Bioremediasi dari Pertambangan Minyak**

Pertambangan minyak bumi umumnya dilakukan dengan teknik pengeboran minyak di daratan dan lepas pantai. Pada awal pembukaan lahan yang diperlukan untuk mobilisasi peralatan berat dan alat pengeboran (*drilling*) serta pembangunan fasilitas pengeboran dan pengolahan minyak mentah. Lahan bekas pertambangan minyak bumi berupa timbunan *sludge drilling* dan *sludge* pengolahan minyak. Pengolahan *sludge* yang masih mengandung minyak maksimum 15% telah direkomendasikan menggunakan teknologi bioremediasi (KepMen LH No. 128/2003). Lahan atau tanah pasca bioremediasi ini tidak boleh dibuang sembarangan karena dikawatirkan masih mengandung senyawa yang resistan. Tanah dan lahan ini tidak boleh ditanami atau direklamasi dengan vegetasi tananam pangan/pakan, karena setidaknya masih mengandung minyak maksimum 1%TPH (Total Petroleum Hydrocarbon). Lahan/tanah pasca pengolahan bioremediasi ini sebenarnya sangat kaya secara fisik dan kimia, sehingga mudah direklamasi untuk berbagai jenis tanaman. Beberapa perusahaan ada yang memanfaatkan untuk tanaman sengon, sawit, dihutankan kembali dengan vegetasi tanaman tahunan, lapangan rumput, dan sebagainya. Banyak pula perusahaan telah memanfaatkan lahan/tanah tersebut untuk landfill.

#### **E. Reklamasi Lahan**

Reklamasi adalah satu operasi yang mempersiapkan lahan bekas tambang atau lahan terbuka, untuk penggunaan selanjutnya setelah pasca tambang. Reklamasi juga meliputi langkah-langkah menstabilkan lahan bekas tambang dalam pengertian lingkungan. Jadi reklamasi adalah bagian integral dari rencana total penambangan, yang berarti reklamasi bukan suatu langkah terpisah yang melengkapi penambangan, tetapi suatu operasi terpadu yang dimulai dengan rencana awal, dilanjutkan dengan tahap ekstraksi sampai penggunaan lahan baru setelah pasca penambangan. Tujuan akhir dari rencana reklamasi adalah untuk meyakinkan bahwa lahan bekas tambang dikembalikan pada penggunaan yang produktif (Kartosudjono, 1994). Salah satu tujuan utama reklamasi adalah pemulihan lahan yang terganggu. Perencanaan reklamasi perlu dikaitkan dengan rencana tata guna lahan.

Reklamasi dibutuhkan dalam jangka waktu yang lama agar material tanah cocok atau sesuai secara alami untuk penanaman pohon tanpa teknik rancangan timbunan yang mahal, penyusunan timbunan yang sempurna (disesuaikan dengan urutan horisonnya), dan penempatan lapisan permukaan tanah (top soil). Reklamasi lahan bekas tambang memang cukup mahal jika lokasi memerlukan penataan timbunan yang sempurna untuk mengurangi kemiringan yang terjal, dan jika upaya penempatan lapisan permukaan tanah (top soil) sangat diperlukan.

Keberhasilan reklamasi dengan jalan revegetasi dipengaruhi oleh jenis vegetasi di sekitarnya dan kualitas tanah timbunan (kandungan fragmen batuan, perkembangan horizon, dan pH tanah). Upaya revegetasi umumnya dilakukan dengan spesies tanaman local ditambah dengan perlakuan pemberian kapur, pupuk dan bahan organik. Di beberapa lokasi bekas tambang lainnya, seringkali diperlukan penempatan top soil, penataan timbunan, dan teknik rancangan timbunan yang cukup mahal agar tumbuhan bisa tumbuh dengan baik (Johnson dan Skousen, 1995).

Pemilihan jenis tanaman dalam rehabilitasi setidaknya memerlukan persyaratan sebagai berikut :

1. Tanaman harus bisa tumbuh cepat sehingga bisa menutup tanah alam waktu yang tidak lama
2. Mempunyai perakaran yang lebar dan atau dalam
3. Jika ditanam pada daerah yang sering turun hujan harus mempunyai sifat mudah menguapkan air
4. Sebaliknya untuk daerah yang kering, tanaman harus dipilih yang mempunyai sifat sulit menguapkan air
5. Tanaman harus bisa dimanfaatkan kemudian hari, artinya mempunyai prospek ekonomi yang baik

Tujuan akhir dari rencana reklamasi adalah untuk menstabilkan permukaan tanah sambil menyediakan kondisi fisik yang menunjang agar terbentuknya suatu komunitas spesies tumbuhan asli yang beragam dan sama dengan lingkungan hutan primer. Areal yang terbuka dan terganggu direklamasi secara progresif. Strategi penanaman kembali dilaksanakan untuk menstabilkan lahan terganggu dan meminimalkan erosi, karena kalau tidak demikian akan memperburuk mutu air permukaan.

Hasil penelitian Zulkarnaen (1995) pada tanah bekas pertambangan batubara menunjukkan bahwa inokulasi cacing tanah sebanyak 4.8 juta ekor/hektar nyata menurunkan bobot isi, meningkatkan drainase dan permeabilitas tanah, serta nyata meningkatkan kadar Mg dapat dipertukarkan. Disamping itu cacing tanah juga nyata meningkatkan pertumbuhan lingkaran batang tanaman sengon. Sedangkan penggunaan tanaman penutup tanah mampu memperbaiki sifat fisik tanah, tetapi nyata meningkatkan kadar C-organik dan kalsium dapat dipertukarkan. Tanaman penutup tanah juga mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi dan lingkaran batang tanaman sengon secara nyata.

#### F. Peranan Tanaman Penutup Tanah

Tanaman legum merupakan sumber bahan organik yang baik sebagai pupuk. Daun-daun segarnya biasanya mengandung 0.5 – 1 % Nitrogen. Pada tanaman legum dengan daun yang lebat dapat menyumbangkan 100 – 600 kg nitrogen per hektar per tahun. Bahan organik tanaman legum ini akan dapat meningkatkan kesuburan, kelembaban, retensi hara, dan memperbaiki struktur tanah sehingga menghambat terjadinya erosi. Manfaat dari tanaman penutup ini kacang tanah ini, yaitu :

1. Melindungi permukaan tanah dari pengaruh hujan dan memerangi erosi terutama di kebun yang permukaan tanahnya miring, curam atau bergelombang.
2. Mempertahankan dan memperbaiki struktur tanah dan sifat-sifat baik dari keadaan fisik tanah
3. Memperbaiki kemampuan tanah menyerap dan menahan air
4. Meningkatkan tingkat penguraian bahan organik dan menambah bahan organik ke dalam tanah
5. Mengikat nitrogen bebas dari udara untuk digunakan tanaman
6. Mengurangi kehilangan unsur-unsur hara karena pencucian dan dengan perakaran yang dalam mengembalikan unsur-unsur hara yang tercuci dari lapisan yang dalam ke permukaan.

Berikut adalah sifat dan karakter tanaman penutup tanah (*Colopogium mucunoides*, *Centrosema pubescens*, dan *Crotalaria juncea*).

### 1. *Colopogium mucunoides* DESV

Tanaman ini adalah leguminoceae yang dapat merambat atau memanjat yang berasal dari daerah tropika Amerika. Tanaman ini selalu banyak daunnya dengan panjang batang 1-3 m dan tumbuh baik pada ketinggian hingga 300 dpl. Maksimum produksi daun pada umur 5 - 6 bulan mencapai 20 ton/hektar yang mengandung sekitar 21 kg N dan 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Tanaman ini disukai oleh temak dan sebagai tanaman penutup tanah umumnya ditanam bersama *Centrosema* dan *Pueria* yang berguna untuk mencegah erosi dan mengendalikan gulma (Arsyad, 1983).

### 2. *Centrosema pubescens* BENTH

Legumnoceae ini berasal dari tropika Amerika dengan sifat batang membelit yang panjangnya sekitar 1 – 4 m. Tanaman ini sering digunakan sebagai tanaman penutup pada perkebunan karet tua di Jawa. Penyebaran di Jawa hingga ketinggian 250 dpl. Pada kondisi tanah dan iklim yang baik, tanaman ini mampu menghasilkan bahan organik sebanyak 40 ton per hektar dalam waktu 10 bulan yang setara dengan 41 kg N dan 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tersedia (Arsyad, 1983).

### 3. *Crotalaria juncea* LINN

Tanaman ini merupakan tumbuhan asli Indonesia. Pertumbuhannya cepat, meninggi, daunnya hanya sedikit dan umurnya 6 bulan. Di India, tanaman ini digunakan juga sebagai tanaman untuk memperbaiki tanah, terutama pada ladang padi, tetapi lebih banyak dibudidayakan untuk mendapatkan bahan serta.

## G. Tanaman Jarak dan Manfaat

Jarak dikenal dengan 2 jenis, yaitu jarak kepyar atau jepang *Ricinus communis* dan jarak pagar atau cina, *Jatropha curcas*. Jarak (*Ricinus communis* L.) dapat berkembang pada daerah tropika dan subtropika pada ketinggian 1 – 800 m dpl. Jarak menghendaki suhu optimum 20 – 26 °C, kelembaban rendah, cahaya penuh, iklim kering. Suhu rendah 15 °C akan menghambat perkecambahan dan pertumbuhan awal, saat pembuahan menghendaki suhu 26 °C, pada suhu tinggi 41 °C atau lebih tepung sari cepat mengering, sehingga persentase penyerbukan yang berhasil rendah (Soenardi, 2002). Banyak hujan dan mendung dapat

mengganggu proses penyerbukan bahkan sampai gagal. Pada saat penyerbukan idealnya mendapat cahaya penuh selama 10 jam per hari.

Produksi optimal diperoleh pada tanah lempung berpasir, subur, solum dalam dengan pH 5.0 – 6.5. Tanah cadas, tanah berat dengan drainase jelek tidak cocok. Jarak tidak tahan tergenang maupun pada tanah dengan kadar garam tinggi. Berhasil baik pada berbagai macam tanah, asalkan solum tanah dalam dan aerasi baik. Tanaman jarak toleran terhadap kondisi kering, sehingga tanaman ini tersebar pada areal bercurah hujan 300 – 600 mm/tahun. Asalkan tiga bulan pertama cukup air, maka tanaman jarak pada musim kemarau akan terus tumbuh dan terus berbuah sepanjang tahun walaupun tanpa pengairan (Soenardi, 2002).

Lahan pertanian dimana pada musim kemarau kosong, tidak ditanami banyak terdapat pada lahan kering (tipe iklim C, D, E, F) yang mencapai puluhan juta hektar di Indonesia. Di Jawa mencapai 60%, sedangkan di Kawasan Indonesia Timur (KTI) 90 %. Lahan-lahan seperti ini sebagian besar memiliki atau paling tidak dikelola petani kecil yang hidup semata-mata tergantung pada sektor pertanian tanaman pangan. Walaupun mengetahui, tetapi mereka tidak melaksanakan bagaimana seharusnya mengelola lahannya. Keterbatasan lahan dan target untuk memenuhi kebutuhan pangan keluarga, terpaksa meninggalkan kaedah-kaedah konservasi. Tanaman keras (tahunan) yang berpotensi mempertahankan konservasi dan kesuburan tanah, tidak dapat tempat, terdapat oleh tanaman pangan penghasil kebutuhan pokok. Keberadaan tanaman keras pendukung konservasi sangat diperlukan. Perbaikan budidaya yang berpeluang diterapkan adalah yang dapat mengkondisikan hasil tanaman pangan tidak menurun, pendapatan meningkat, dan kosevasi terjamin. Untuk itu diperlukan tanaman yang dapat memanfaatkan lahan di musim kemarau, produktif, ramah lingkungan, dan berperan positif terhadap konservasi lahan, Jarak merupakan tanaman yang tahan kering, asalkan tiga bulan pertama cukup air, jarak akan mampu terus hidup dan berbuah sepanjang musim kemarau yang kering (Soenardi, 2002).

Tanaman jarak diambil bijinya, sehingga biomas berupa kulit buah dan daun yang digugurkan akan melapuk, dapat berfungsi sebagai bahan organik yang sangat dibutuhkan di wilayah kering yang kritis.

Pertumbuhan tanaman jarak setelah umur 80 hari relatif cepat, Dengan waktu tanam pada awal musim hujan maka dapat menjamin tanaman jarak mampu rimbun sepanjang tahun, sehingga dapat menahan erosi akibat hujan maupun angin. Keberadaan vegetasi tanaman tumpang sari palawija dan jarak yang rimbun sepanjang tahun, mengkondisikan konservasi lahan lebih terkendali. Pada musim penghujan tanah dapat terlindungi oleh kanopi tanaman palawija dari pukulan air hujan, sedang pada musim kemarau terlindungi oleh kanopi jarak dari deraan angin dan sengatan sinar matahari secara langsung. Selama pertumbuhan akar tanaman jarak mengeluarkan sekresi yang mematikan nematoda, sehingga pertanaman kacang tanah ataupun kedelai yang peka terhadap nematoda, jika disisipi ataupun digilir dengan tanaman jarak, produksinya akan meningkat. Di berbagai negara yang pertaniannya maju, tanaman jarak telah difungsikan sebagai tanaman pengendali nematoda. Mengingat tanaman jarak dapat berfungsi sebagai pengendali erosi dan nematoda, maka jarak digolongkan menjadi tanaman ramah lingkungan (Soenardi, 2002).

#### **H. Reklamasi Lahan Bekas Pertambangan Dengan Tanaman Jarak Pagar**

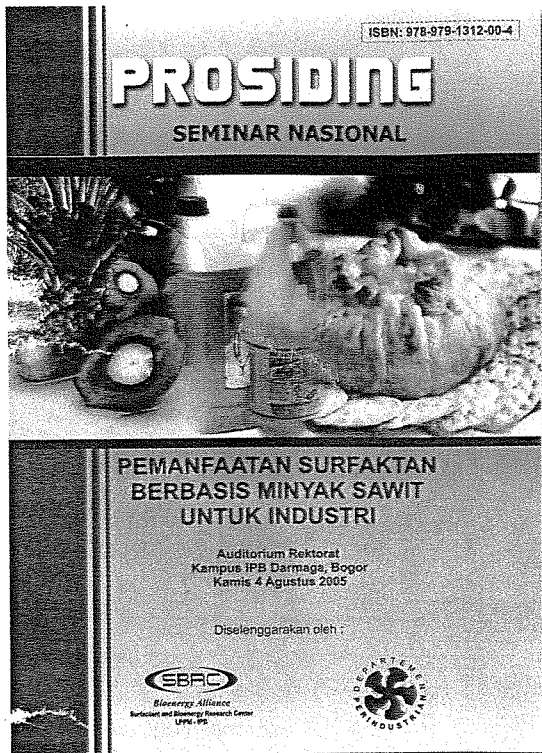
Sesuai dengan sifat tanaman jarak yang dapat tumbuh di semua jenis tanah, tetapi yang baik adalah tanah ringan, lempung berpasir dengan aerasi baik, pH tanah 5 - 6,5 dan iklim kering. Tanaman tidak tahan terhadap air yang menggenang dan kadar air tinggi. Dari sifat ini, beberapa kemungkinan untuk reklamasi lahan bekas pertambangan emas dan timah menjadi kecil, karena relatif komponen utama tailing adalah pasir. Tailing perlu dicampur dengan pupuk organik (sekitar 10%) agar bisa ditanami tanaman lain, termasuk jarak. Upaya-upaya reklamasi lahan bekas pertambangan emas dan timah yang berupa tailing ini, perlu dilakukan untuk memperbaiki solum tanah dan kesuburannya (Tabel 1).

Lahan bekas pertambangan batubara dapat menggunakan timbunan tanah permukaan (top soil) dengan pengelolaan yang baik. Lahan bekas pertambangan yang sudah kering dan kritis sebaiknya direklamasi terlebih dahulu dengan tanaman penutup (legum) untuk meningkatkan kesuburan tanah.



Lahan bekas bioremediasi memungkinkan untuk digunakan sebagai lahan tanaman jarak. Umumnya lahan tersebut merupakan pasca pengolahan bioremediasi dengan teknik landfarming atau biopile, yang banyak mengandung komponen kimia (N,P,K) yang kaya walaupun masih mengandung minyak bumi (maksimum 1% TPH). Dengan alternatif penanaman jarak pagar ini akan membuka peluang pemanfaatan tanah atau lahan pasca bioremediasi. Produk biji jarak akan dipanen dan diekstrak minyaknya untuk keperluan biodiesel. Dengan demikian, produk biji dan minyak jarak ini bukan merupakan bahan pangan atau pakan yang dikawatirkan akan ada residu bahan berbahaya dari minyak bumi.

# PROSIDING YANG TELAH TERBIT



Dapatkan Hanya di :



*Bioenergy Alliance*

Surfactant and Bioenergy Research Center

