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 dikuranginya 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 lepada 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 menujukkan 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 wakyu 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 marjinal 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 :

- Perbanyakan Bibit dengan Kultur Jaringan
- Perbanyakan 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
- Pengembanan 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 multisilinder
- 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 ≥ 30.000 ton/tahun dan instrumen pendukungnya
- Karekteristik 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
- Rektor 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 adalahsebagai 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 kesesuain 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 lundi 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 perdesaan
- 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, supplay 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 (semua stake holder dapat berkomunikasi secara cepat tanpa birokrasi dan bisa mendapatkan semua informasi tentang jarak pagar secara gratis), penerbitkan 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 dibeberapa 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 budiaya jarak pagar, penentuan kapasitas produksi biodiesel yang sesuai untuk industri skala menengah dan besar.

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL INSTITUT PERTANIAN BOGOR PERPUSTAKAAN

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 biodesel skala 100 liter/batch untuk pedesaan dengan PT. Bumi Energi Equatorial.
- Pemanfaatan gliserol untuk pembuatan sabun mandi dengan PT. Adev Prima Mandiri dan Humanitorian 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 5th international symposium on poisonous plants,* San Angelo, Texas

Montoya, J.L.D. dan Tejeda, 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.