

KERAGAAN MORFOLOGI DAN HASIL 60 INDIVIDU JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) TERPILIH DI KEBUN PERCOBAAN PAKUWON SUKABUMI

R.R. SRI HARTATI¹⁾, A. SETIAWAN²⁾, B. HELIYANTO³⁾, D. PRANOWO⁴⁾, dan SUDARSONO²⁾

¹⁾ Program Studi Agronomi Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

²⁾ Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB

³⁾ Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain

⁴⁾ Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri

(Terima tgl. 14 - 5 - 2009 - Terbit tgl. 2 - 11 - 2009)

ABSTRAK

Di Indonesia, jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan tanaman penting untuk menghasilkan biofuel. Dari biji tanaman ini dapat diekstraksi bahan bakar biokerosen dan biodiesel. Tetapi potensi hasil tanaman ini perlu ditingkatkan agar pemanfaatannya dapat mempunyai nilai komersial. Peningkatan potensi hasil tanaman jarak pagar dapat dilakukan dengan program pemuliaan tanaman. Tujuan penelitian yang dilakukan adalah mengevaluasi karakter vegetatif dan generatif serta potensi hasil dari individu *J. curcas* hasil seleksi di Kebun Induk Jarak Pagar Pakuwon, Sukabumi. Penelitian ini juga mempelajari korelasi antara karakter vegetatif dan generatif serta potensi hasil dari tanaman yang dievaluasi. Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi individu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai tetua potensial untuk program pengembangan kultivar *J. curcas* yang berdaya hasil tinggi. Tanaman yang dievaluasi berasal dari 20 genotipe terpilih yang berasal dari Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat dan Sulawesi. Genotipe-genotipe tersebut diseleksi berdasarkan hasil uji provenan yang telah dilakukan sebelumnya. Dari setiap genotipe terpilih diambil tiga butir benih. Benih-benih tersebut kemudian dikecambahkan di tempat pembibitan yang terkontrol dan setelah berumur 2 bulan bibit ditanam di lapangan pada tanggal 22 Mei 2007. Karakter vegetatif dan generatif serta potensi hasil dari individu-individu yang dievaluasi dimonitor selama satu tahun (1 Agustus 2007 – 31 Juli 2008). Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan tanaman-tanaman yang diuji (merupakan keturunan dari 20 genotipe *J. curcas* hasil seleksi), bervariasi pada karakter tinggi tanaman, lingkaran batang, dan percabangan. Tanaman-tanaman tersebut juga menunjukkan variasi pada umur berbunga, jumlah infloresen, jumlah tandan buah, jumlah buah, dan jumlah biji serta kadar minyak biji. Tinggi tanaman, jumlah infloresen, dan jumlah tandan buah berkorelasi positif dengan hasil buah dan biji per tanaman. Sementara itu umur berbunga berkorelasi negatif dengan semua karakter generatif. Berdasarkan karakter vegetatif dan generatif serta potensi hasilnya, teridentifikasi tiga individu yang berpotensi sebagai tetua untuk pengembangan kultivar *J. curcas* yang berdaya hasil tinggi. Individu-individu tersebut adalah HS 49-2, PT 13-2, dan PT 15-1. Ketiga individu tersebut menghasilkan lebih dari 350 buah per tanaman dan kadar minyaknya berkisar antara 36 – 38%.

Kata kunci : *Jatropha curcas* L., evaluasi lapangan, seleksi fenotip, analisis korelasi, karakter vegetatif, karakter generatif, daya hasil, kandungan minyak biji

ABSTRACT

Morphologies and Yield Performances of 60 Selected Genotypes of Physic nut (Jatropha curcas L.) at Pakuwon Experimental Station, Sukabumi

Physic nut (*Jatropha curcas* L.) is an important biofuel producing crops in Indonesia. Biokerosene and biodiesel fuel could be extracted from seeds of this crop. Yield potential of this crop needs to be increased in order to meet its commercial usage. Such yield potential improvement could be achieved through plant breeding program. The objectives of this research were to evaluate vegetative and generative characters and yield potentials of selected individual of *J. curcas* at Kebun Induk Jarak Pagar Pakuwon, Sukabumi. This research was also intended to analyze correlation among vegetative and generative characters and yield potentials of the evaluated genotypes. Subsequently, the collected data were used to identify individual crop that can be used as potential parent genotypes for developing new high yielding *J. curcas* cultivar. The evaluated genotypes were derived from 20 selected parent plants originated from Lampung, Central Java, East Java, West Nusa Tenggara, and Sulawesi. The genotypes were selected based on provenance trials in the previous experiment. Three seeds were collected from each parent plant and were germinated in the controlled seed nursery conditions. The seedlings were planted in the field on May 22, 2007 when they were 2 months old. Vegetative and generative characters and yield potentials of the evaluated individuals were monitored for one year (August 1, 2007 to July 31, 2008). Results of the experiments indicated the tested genotypes derived from 20 selected *J. curcas* parent plants exhibited variabilities in their height, stem girth, and branches characters. They also exhibited high variabilities in their time of flowering, number of inflorescence, number of bunches, number of fruits and nut per plant, and their oil contents. Plant height, number of inflorescence, and number of bunches were positively correlated with yield of fruits and nuts per plants. Meanwhile, time of flowering was negatively correlated with all generative characters. Based on their vegetative and generative characters and their yield potentials, three genotypes were identified as the new potential parents for developing high yielding *J. curcas* cultivar. They were HS 49-2, PT 13-2, and PT 15-1. These newly selected genotypes yielded more than 350 fruits per plant with 36 – 38 % seed oil content in their first year.

Key words : *Jatropha curcas* L., field evaluation, phenotypic selection, correlation analysis, vegetative characters, generative characters, seed yield, oil content

PENDAHULUAN

Sebagian besar kebutuhan energi dunia hingga saat ini dipenuhi dari bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Sebagai konsekuensinya, cepat atau lambat sumber energi yang tidak terbarukan tersebut akan habis. Untuk mengantisipasi terjadinya kelangkaan bahan bakar sebagai sumber energi, penghematan penggunaan sumber-sumber energi tidak terbarukan harus segera dilakukan untuk mencegah kekurangan bahan bakar minyak. Tetapi keberhasilan penghematan tersebut sangat tergantung pada ketersediaan sumber-sumber energi alternatif seperti bahan bakar nabati.

Jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) merupakan tanaman asli dari daerah tropis Amerika yang termasuk ke dalam famili *Euphorbiaceae* (HELLER, 1996). Di Indonesia, jarak pagar dapat ditemukan di hampir seluruh wilayah Indonesia. Tanaman ini dilaporkan dapat menghasilkan biji dan minyak berkualitas tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai biofuel, baik untuk biodiesel (HELLER, 1996), maupun biokerosene (PRASTOWO, 2008; MAHMUD *et al.*, 2008). Adanya isu kelangkaan bahan bakar minyak dan tidak menentunya harga minyak dunia sejak tahun 2005 mendorong sejumlah negara untuk memulai pengembangan tanaman jarak pagar sebagai tanaman penghasil energi alternatif. Pemilihan sumber energi ini didasarkan pada sejumlah keunggulan yang dimiliki oleh tanaman jarak pagar diantaranya pemanfaatannya tidak akan berkompetisi dengan kebutuhan untuk pangan seperti yang terjadi pada tanaman penghasil biofuel lainnya seperti ubi kayu, jagung, kelapa, dan kelapa sawit. Di samping itu, manfaat tanaman jarak pagar tidak terbatas sebagai penghasil bahan bakar nabati, tetapi sejumlah laporan menyebutkan manfaat lainnya seperti untuk minyak pelumas, bahan baku dalam pembuatan sabun berkualitas tinggi, bahan baku dalam industri insektisida, fungisida, dan molluskasida, serta untuk obat anti tumor (JONES dan MILLER 1992; HELLER, 1996; LIN *et al.*, 2003).

Untuk mendukung program pengembangan jarak pagar di Indonesia, dibutuhkan bahan tanaman yang baik dan memiliki keunggulan sesuai kebutuhan. Pengumpulan bahan tanaman ini dapat dilakukan antara lain melalui eksplorasi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan telah memulai kegiatan eksplorasi ke berbagai wilayah Indonesia sejak tahun 2005. Dari eksplorasi tersebut berhasil diperoleh 200.000 bahan tanaman berupa benih dan setek yang dikumpulkan dari 54 kabupaten di 11 provinsi (Sumatera Barat, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Selatan, Gorontalo, dan Maluku) (MAHMUD, 2006). Hasil eksplorasi tersebut ditanam di tiga lokasi (Asembagus, Muktiharjo, dan Pakuwon). Evaluasi awal menunjukkan adanya keragaman pada potensi hasil dan periode berbunga (HASNAM, 2007a) yang sejalan

dengan laporan dari beberapa negara (HELLER, 1996). Evaluasi yang dilanjutkan dengan proses seleksi menghasilkan IP (*Improved Population*) 1 dan 2 dengan potensi hasil biji kering per hektar pada tahun pertama sebesar 1-1,2 ton pada IP-1 dan 2-2,5 ton pada IP-2 (HASNAM, 2007a).

Pada kegiatan selanjutnya, sejumlah individu telah diseleksi dari populasi hasil eksplorasi tersebut berdasarkan potensi hasil dan umur berbunga. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi individu hasil seleksi untuk mengetahui keragaan karakter morfologi plasma nutfah jarak pagar meliputi karakter pertumbuhan vegetatif, karakter pertumbuhan generatif, dan potensi hasil. Informasi dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk program pemuliaan tanaman untuk merakit bahan tanaman berdaya hasil tinggi yang lebih baik dibanding IP-1 dan IP-2.

BAHAN DAN METODE

Bahan Tanaman

Kegiatan ini dilakukan di Kebun Induk Jarak Pagar Pakuwon Sukabumi sejak bulan Mei 2007 hingga bulan Juli 2008. Bahan tanaman yang digunakan merupakan sebagian dari hasil seleksi massa negatif yang dilakukan pada populasi tanaman jarak pagar asal 11 provinsi di Indonesia. Berdasarkan potensi hasilnya, terpilih 20 individu jarak pagar dengan potensi hasil rata-rata lebih dari 200 buah per tanaman pada tahun pertama. Individu terpilih tersebut merupakan representasi genotipe dari daerah Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara, dan Sulawesi. Dari setiap individu tersebut dipilih 3 zuriat yang selanjutnya dievaluasi potensi hasilnya di lapangan. Karena bahan tanaman pada tahap awal pemuliaan jarak pagar ini masih sangat terbatas, evaluasi materi genetik ini dilakukan tanpa ulangan (*unreplicated trials*) menggunakan metode *Grid selection* (KEMPTON dan GLEESON, 1997). Pemilihan individu berpotensi dilakukan dengan membandingkan setiap individu tanaman dengan individu-individu yang bersebelahan letaknya, dan individu superior adalah yang memiliki nilai tertinggi di antara sejumlah individu yang bersebelahan dengan individu yang dimaksud (STAM, 1984 dan FASOULAS, 1973 dalam KEMPTON dan GLEESON, 1997).

Penanaman dan Pemeliharaan

Masing-masing zuriat terpilih dibibitkan dalam polybag berukuran 15 x 25 cm² selama 2 bulan hingga bibit memiliki jumlah daun lebih kurang 10 dan tinggi bibit lebih kurang 30 cm. Bibit ditanam di lapangan pada tanggal 22 Mei 2007. Penanaman bibit dilakukan pada lubang tanam berukuran 40 x 40 x 40 cm³ dengan jarak tanam 2 x 2 m².

Pemupukan dilakukan pada saat penanaman bibit di lapangan dengan dosis 2,5 kg pupuk kandang + 20 g urea + 20 g SP 36 + 10 g KCl per tanaman dan pada saat tanaman berumur 1 bulan dengan dosis 20 g urea/tanaman (MAHMUD *et al.*, 2008). Penyiraman dilakukan pada saat musim kemarau panjang yaitu pada bulan Juli dan Agustus serta hanya dilakukan ketika tanaman terlihat mulai layu. Penyiraman dilakukan di sekitar perakaran tanaman.

Evaluasi Pertumbuhan Vegetatif

Pengamatan dilakukan terhadap setiap individu tanaman yang berpedoman pada Deskriptor List IPGRI yang dimodifikasi untuk jarak pagar. Pengamatan terhadap karakter pertumbuhan vegetatif meliputi tinggi tanaman, lingkaran batang (bagian pangkal batang di bawah percabangan), dan jumlah cabang total dan cabang produktif pada umur 12 bulan setelah tanam.

Evaluasi Pertumbuhan Generatif dan Potensi Hasil

Pengamatan terhadap pertumbuhan generatif meliputi umur mulai berbunga (bunga pertama mekar), jumlah infloresen per tanaman, jumlah tandan buah per tanaman, persentase *fruit set* rata-rata, jumlah buah per tanaman dan hasil biji per tanaman selama satu tahun pada tahun pertama (periode Agustus 2007 – Juli 2008). Untuk mengetahui umur berbunga, pengamatan dilakukan sejak tanaman dipindahkan ke lapangan, dan diamati setiap hari hingga semua individu berbunga. Pengamatan jumlah infloresen dan jumlah buah juga diamati setiap hari selama satu tahun sehingga dapat diketahui produksi tanaman selama satu tahun. Pengamatan hasil biji dilakukan berdasarkan taksiran yang diperoleh dari perkalian sebagai berikut: hasil biji per tanaman = jumlah buah per tanaman x rata-rata bobot biji kering (HASNAM, 2007b). Pengamatan kadar minyak biji per tanaman dilakukan selama periode Agustus 2007 – Juli 2008 dengan metode soklet menggunakan heksane sebagai pelarut (HOROWITZ, 1984).

Korelasi Fenotipik dan Analisis Data

Untuk melihat keterkaitan antar karakter pertumbuhan vegetatif, generatif, dan hasil, dilakukan analisis korelasi sederhana antar karakter dengan menggunakan perangkat lunak SAS (SAS INSTITUTE, 2006). Semua peubah yang dievaluasi dilakukan analisis statistik sederhana menggunakan perangkat lunak SAS (SAS INSTITUTE, 2006), yang meliputi nilai rata-rata, standar deviasi, standar error, dan koefisien keragaman.

Identifikasi Individu Potensial

Individu potensial ditentukan berdasarkan hasil buah yang dipanen per tanaman. Individu yang menghasilkan buah dalam jumlah banyak dilaporkan mampu berproduksi tinggi karena jumlah buah per tanaman merupakan salah satu faktor penentu produktivitas tanaman jarak pagar (HASNAM, 2007b). Disamping hasil buah yang tinggi, karakter lain yang juga menjadi dasar untuk identifikasi individu terpilih antara lain: umur genjah (kurang dari 4 bulan sudah berbuah) dan pertumbuhan vegetatif yang tidak terlalu dominan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Pertumbuhan Vegetatif

Karakter pertumbuhan vegetatif yang diamati meliputi tinggi tanaman, lingkaran batang, jumlah cabang total, dan jumlah cabang produktif. Rataan hasil pengamatan yang disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata tinggi tanaman yang dievaluasi mencapai 143,0 cm dengan nilai pengamatan minimum 90 cm dan maksimum 191 cm, sedangkan rata-rata lingkaran batang tanaman yang dievaluasi mencapai 17,9 cm dengan nilai pengamatan minimum 11 cm dan maksimum 25 cm. Rataan jumlah cabang total dari tanaman mencapai 11,5 dengan nilai minimum 5 dan maksimum 34, sedangkan rata-rata jumlah cabang produktif tanaman mencapai 9,7 dengan nilai pengamatan minimum 0 dan maksimum 20 (Tabel 1).

Koefisien keragaman yang ditentukan dari data hasil pengamatan juga menunjukkan nilai yang tinggi (17- 45%). Adanya keragaman yang tinggi pada karakter tinggi tanaman, lingkaran batang, dan jumlah cabang pada tanaman jarak pagar juga ditemukan pada sejumlah kultivar jarak pagar di India seperti yang dilaporkan oleh SAIKIA *et al.* (2009). ALNOPRI *et al.* (1992) menyebutkan nilai koefisien keragaman >20% menunjukkan nilai keragaman yang tinggi. Nilai keragaman yang tinggi tersebut mengindikasikan adanya keragaman karakter yang luas dan memperbesar peluang keberhasilan bagi pemulia tanaman untuk melakukan seleksi di antara populasi bersegregasi zuriat dari individu terpilih. Selanjutnya, individu tanaman terpilih yang mempunyai karakter vegetatif yang diinginkan akan dapat dimanfaatkan sebagai calon tetua dalam merakit kultivar jarak pagar unggul baru.

Tabel 1. Rataan berbagai karakter pertumbuhan vegetatif dari 60 individu jarak pagar umur satu tahun setelah tanam yang dievaluasi di KP Pakuwon Sukabumi Jawa Barat pada periode 2007-2008

Table 1. Vegetative performances of 60 *J. curcas* genotypes one year after sowing. The genotypes were evaluated during the period of 2007-2008 at Pakuwon Experimental Station, Sukabumi, West Java

Karakter yang diamati <i>Evaluated characters</i>	N <i>N</i>	Rataan <i>Average</i>	±	Se <i>Se</i>	Sd <i>Sd</i>	KK (%) <i>CV (%)</i>	Min <i>Min</i>	Max <i>Max</i>
Tinggi tanaman (cm) <i>Plant height (cm)</i>	60	143,0	±	3,2	24,6	17,2	90	191
Lingkar batang (cm) <i>Stem girth (cm)</i>	60	17,9	±	0,4	3,3	18,4	11	25
Jumlah cabang total <i>Number of branches</i>	60	11,5	±	0,7	5,2	45,1	5	34
Jumlah cabang produktif <i>Number of productive branches</i>	60	9,7	±	0,4	3,3	34,1	0	20

Evaluasi Pertumbuhan Generatif dan Potensi Hasil

Pertumbuhan generatif yang diamati meliputi umur berbunga, jumlah infloresen, tandan buah, *fruit set*, buah per tanaman, hasil biji per tanaman serta kadar minyak biji. Rataan hasil pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Rataan umur berbunga dari tanaman jarak pagar yang dievaluasi mencapai 126,5 hari dengan nilai pengamatan minimum 75 hari dan maksimum lebih dari 360 hari, sedangkan rata-rata jumlah infloresen per tanaman mencapai 60,0 dengan nilai pengamatan minimum 0 dan maksimum 134. Rataan jumlah tandan per tanaman mencapai 32,05 dengan nilai pengamatan minimum 0 dan maksimum 68, sedangkan rata-rata *fruit set*nya mencapai 51% dengan nilai pengamatan minimum 0 dan maksimum 86%. Untuk karakter buah per tanaman dari tanaman jarak pagar yang dievaluasi, rata-rata jumlah buah mencapai 179 dengan nilai pengamatan minimum 0 dan maksimum 450, rata-rata hasil biji per tanaman mencapai 395,9 g dengan nilai pengamatan minimum 0 dan maksimum 986,4 g, sementara rata-rata kadar minyaknya mencapai 34,7% dengan nilai pengamatan minimum 0 dan maksimum 42,0%.

Dari data yang diperoleh terlihat adanya kisaran nilai minimum dan maksimum yang tinggi untuk semua karakter

pertumbuhan generatif yang diamati. Menurut kriteria yang dikembangkan oleh ALNOPRI *et al.* (1992), nilai koefisien keragaman berbagai karakter pertumbuhan generatifnya tergo-long tinggi (> 20%). Hal tersebut memberi peluang bagi pemulia untuk melakukan seleksi diantara individu tanaman jarak pagar yang dievaluasi dan menggunakannya sebagai calon tetua dalam program pemuliaan tanaman.

Adanya keragaman yang tinggi pada sejumlah karakter tanaman jarak pagar juga dilaporkan oleh GOHIL dan PANDYA (2008) yang membagi genotipe jarak pagar yang diobservasi ke dalam 5 klaster berdasarkan sejumlah karakter morfologi diantaranya jumlah kapsul, jumlah biji, dan kadar minyak. Sementara itu berdasarkan karakter molekuler, SUBRAMANYAM *et al.* (2009) membagi 40 genotipe jarak pagar yang diamati ke dalam 2 kelompok kluster utama sedangkan BASHA *et al.* (2009) yang mengamati jarak pagar dari 13 negara membagi ke dalam 8 klaster. Adanya jarak genetik antar genotipe tersebut memberikan peluang bagi para pemulia untuk melakukan kegiatan pemuliaan.

Sebaran frekuensi individu dengan kisaran umur berbunga, jumlah infloresen per tanaman, dan jumlah tandan buah per tanaman di antara tanaman jarak pagar yang dievaluasi di Kebun Induk Jarak Pagar Pakuwon, Sukabumi

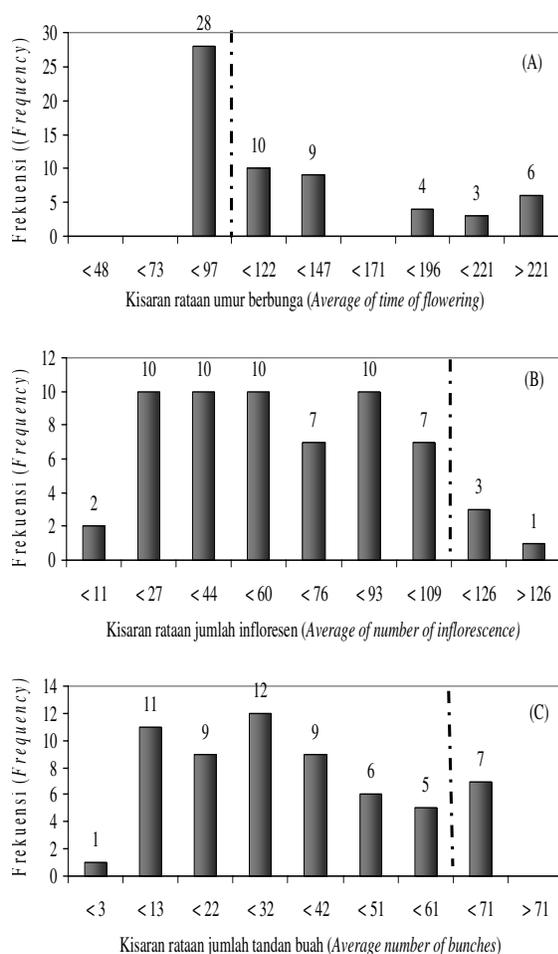
Tabel 2. Rataan berbagai karakter pertumbuhan generatif dari 60 individu jarak pagar umur satu tahun setelah tanam yang dievaluasi di KP Pakuwon Sukabumi Jawa Barat pada periode 2007-2008

Table 2. Generative performances of 60 *J. curcas* genotypes one year after sowing. The genotypes were evaluated during the period of 2007-2008 at Pakuwon Experimental Station, Sukabumi, West Java

Karakter yang diamati <i>Evaluated characters</i>	N <i>N</i>	Rataan <i>Average</i>	±	Se <i>Se</i>	Sd <i>Sd</i>	KK (%) <i>CV (%)</i>	Min <i>Min</i>	Max <i>Max</i>
Umur berbunga (hari setelah tanam) <i>Time of flowering (days after sowing)</i>	60	126,5	±	7,8	60,7	48,0	75	>360
Jumlah infloresen per tanaman <i>Numbers of inflorescence per plant</i>	60	60,0	±	4,2	32,8	54,7	0	134
Jumlah tandan per tanaman <i>Number of bunches per plant</i>	60	32,1	±	2,5	19,4	60,4	0	68
Persentase infloresen membentuk tandan buah (<i>Fruit set</i>)	60	51,4	±	1,9	14,3	27,9	0	85,7
Jumlah buah per tanaman <i>Number of fruits per plant</i>	60	179,7	±	14,5	112,3	62,8	0	450
Hasil biji per tanaman (g) <i>Yield (nut) per plant</i>	60	395,9	±	32,4	251,1	63,41	0	986,4
Kadar minyak biji (% berat kering) <i>Seed oil content (% dry weight)</i>	60	34,7	±	1,1	8,5	24,4	0	42,5

Jawa Barat selama tahun 2007-2008 masing-masing disajikan pada Gambar 1.A., 1.B., dan 1.C. Di antara tanaman jarak pagar yang dievaluasi, terdapat 28 individu yang mempunyai umur berbunga < 97 hari sesudah tanam (Gambar 1.A.). Individu ini memenuhi kriteria kegenjahan yang disyaratkan untuk umur berbunga.

Jumlah infloresen per tanaman yang diharapkan minimal 100 infloresen. Di antara tanaman jarak pagar yang dievaluasi dapat diidentifikasi 4 individu yang memenuhi kriteria tersebut (Gambar 2). Untuk tandan buah, jumlah tanaman yang memenuhi kriteria yang diharapkan (> 61 tandan) hanya ada 7 tanaman (Gambar 3).



Gambar 1. Sebaran frekuensi individu dengan kisaran umur berbunga (A), jumlah infloresen per tanaman (B) dan jumlah tandan buah per tanaman (C) di antara tanaman jarak pagar yang dievaluasi di Kebun Induk Jarak Pagar Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat selama tahun 2007-2008

Figure 1. Frequency distribution of time of flowering (A), number of inflorescences per plant (B), and number of bunches per plant (C) among evaluated *J. curcas* genotypes during the period of 2007-2008 at Pakuwon Experimental Station, Sukabumi, West Java

Meskipun jumlah infloresen yang dihasilkan ada yang mencapai lebih dari 100 infloresen per tanaman (Gambar 1.B.), jumlah tandan buah maksimal yang dihasilkan dari tanaman tersebut hanya 68 tandan (Tabel 2) karena sebagian dari infloresen yang terbentuk tidak menghasilkan buah. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, kegagalan infloresen untuk berkembang menjadi tandan buah disebabkan oleh paling tidak dua alasan, yaitu infloresennya hanya menghasilkan bunga jantan atau terjadi abnormalitas perkembangan infloresen (Gambar 2).

Dari pengamatan yang dilakukan, infloresen abnormal yang hanya menghasilkan bunga jantan diduga disebabkan oleh kondisi stres kekeringan yang diamati pada bulan Mei – Juli 2008 sedangkan abnormali perkembangan infloresen yang dikelilingi oleh struktur daun diduga disebabkan oleh kondisi hujan yang terus-menerus pada bulan November 2007 sampai dengan Januari 2008.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, kegagalan perkembangan infloresen untuk menghasilkan tandan buah juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan umur tanaman (Gambar 3). Pada awal pertumbuhan tanaman yaitu periode bulan Agustus – Oktober 2007, infloresen yang terbentuk relatif masih sedikit. Hal ini disebabkan umur tanaman yang masih relatif muda (3-5 bulan setelah tanam). Di samping itu curah hujan yang relatif rendah (<500 mm) pada periode musim tersebut diduga juga merupakan faktor penyebab rendahnya pembentukan infloresen oleh tanaman yang diuji. Pada periode ini, persentase infloresen yang berkembang menjadi tandan buah >75%. Selanjutnya selama periode November 2007 – Januari 2008, Februari – April 2008 hingga Mei – Juli 2008, jumlah infloresen yang terbentuk terus meningkat sejalan dengan penambahan umur tanaman. Peningkatan jumlah infloresen ini juga didukung oleh curah hujan yang cukup tinggi yang mencapai > 1.000 mm selama periode November 2007 – Januari 2008, dan mencapai 500 mm selama periode Februari – April 2008. Pada periode Mei – Juli 2008, meskipun curah hujan mulai menurun, jumlah infloresen yang terbentuk masih tetap tinggi. Dalam hal ini umur tanaman yang semakin bertambah diduga lebih berpengaruh dibanding faktor lingkungan. Tetapi peningkatan jumlah infloresen tidak diimbangi dengan peningkatan pembentukan tandan buah pada periode yang sama. Semakin bertambah umur tanaman, semakin rendah persentase pembentukan tandan buah (Gambar 5). Diduga hal ini disebabkan oleh adanya kompetisi antara penggunaan fotosintat untuk pertumbuhan vegetatif dan untuk pembentukan buah. Curah hujan yang semakin rendah diduga juga merupakan faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya persentase infloresen menjadi tandan buah. Pembentukan tandan buah sangat membutuhkan ketersediaan air, seperti yang dilaporkan oleh PITONO *et al.* (2008). Kondisi kering mengakibatkan proses pembentukan bunga terhambat dan menurunkan keberhasilan pembentukan buah jarak pagar. Hasil pengamatan di kebun induk



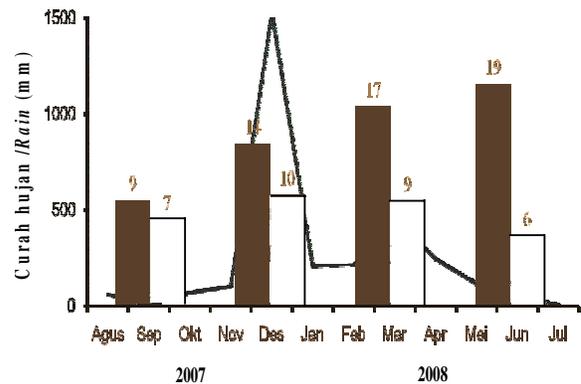
Gambar 2. Pengaruh kondisi lingkungan terhadap keragaan infloresen yang diamati di antara tanaman jarak pagar yang diuji di lapangan. (a-c) Abnormalitas morfologi infloresen yang muncul pada musim penghujan - dikelilingi oleh struktur yang menyerupai daun di antara bunganya, sebagian besar merupakan bunga jantan, dan akan gugur tanpa menghasilkan buah; (d-e) Abnormalitas morfologi infloresen yang muncul pada musim kemarau - menghasilkan mayoritas bunga jantan dan akan gugur tanpa menghasilkan buah

Figure 2. The effect of environment on phenotype of inflorescences: (a-c) Abnormal inflorescence morphology observed during rainy season - inflorescence developed into leaf like structure and most flowers in the inflorescence were male one. Fruit did not developed from this inflorescence; (d-e) Abnormal inflorescence morphology at dry season – mostly male flowers that were aborted and did not produce fruit

jarak pagar Pakuwon pada musim tanam tahun 2007/2008 menunjukkan adanya perbedaan respon genotipe terhadap kondisi lingkungan, sejumlah genotipe yang berasal dari daerah kering seperti Nusa Tenggara Barat tetap mampu menghasilkan buah pada kondisi kering, sementara yang berasal dari daerah basah seperti Lampung mengalami kerontokan infloresen (HARTATI, 2008).

Korelasi Fenotipik

Pada tanaman jarak pagar, dukungan karakter vegetatif yang baik sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil buah yang banyak. Sejumlah hasil penelitian melaporkan bahwa karakter tinggi tanaman berkorelasi negatif terhadap hasil panen (AMANULLAH dan HATAM, 2000; YUCEL 2004; SALEEM *et al.*, 2006). Sementara itu



Gambar 3. Pengaruh curah hujan terhadap rata-rata jumlah infloresen (■) dan tandan buah (□) yang dihasilkan per tanaman selama periode 2007-2008

Figure 3. Rain fluctuation and number of inflorescences (■) and number of bunches (□) during the period of 2007 -2008

sejumlah hasil penelitian lainnya pada berbagai tanaman menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman berkorelasi positif terhadap hasil panen (AYCICEK dan YILDIRIM, 2006, AKINYELE dan OSEKITA, 2006; JAMALI dan ALI, 2008). Pada tanaman jarak pagar tinggi tanaman diketahui berkorelasi sangat nyata dengan jumlah infloresen, jumlah tandan buah, jumlah buah yang dihasilkan per tanaman dan hasil biji dengan nilai berturut-turut 0,40; 0,43; 0,45; dan 0,43 (Tabel 3). Jarak pagar dapat tumbuh hingga mencapai 5 m (HELLER 1996; MAHMUD, 2006). Meskipun berkorelasi dengan hasil, tanaman jarak pagar yang terlalu tinggi tidak menguntungkan karena akan menyulitkan proses pemanenan buah, terutama karena pemanenan masih dilakukan secara manual dan berlangsung sepanjang tahun. Pohon dengan ketinggian antara 150 – 175 cm (rataan tinggi orang dewasa di Indonesia) lebih disukai karena memudahkan proses panen buah jarak oleh pekerja. Dari data yang didapat, teridentifikasi 20 genotipe yang mempunyai tinggi tanaman antara 150 – 175 cm. Pengaturan tinggi tanaman jarak pagar dapat dilakukan dengan perlakuan pemangkasan.

Lingkar batang mempunyai peranan penting dalam mendukung tajuk tanaman. Meskipun lingkaran batang pada tanaman jarak pagar tidak berkorelasi dengan komponen hasil (Tabel 3), ukuran lingkaran batang yang besar diduga mampu mendukung tajuk dengan lebih baik dibandingkan dengan lingkaran yang kecil. Dari data yang didapat teridentifikasi 13 genotipe jarak pagar yang mempunyai lingkaran batang bawah > 20 cm.

Jumlah cabang terutama jumlah cabang produktif dilaporkan merupakan karakter yang berkorelasi dengan produksi buah dan biji (TALEBI *et al.*, 2007; TUNCTURK dan

CIFTCI, 2007). Hasil analisis pada tanaman jarak pagar yang diuji menunjukkan jumlah cabang total tidak berkorelasi dengan komponen hasil sedangkan jumlah cabang produktif nyata berkorelasi dengan komponen hasil (Tabel 3). Jumlah cabang tidak produktif yang terlalu banyak pada tanaman jarak pagar tidak diinginkan karena tidak berkorelasi terhadap hasil, tetapi cabang produktif yang terlalu banyak akan mengakibatkan buah yang dipanen lebih kecil dan kurang bernas. Pada tanaman jarak pagar umur setahun jumlah cabang produktif diharapkan antara 15-20 cabang per tanaman. Dari data yang didapat teridentifikasi 6 genotipe yang memiliki jumlah cabang produktif antara 15-20.

Umur berbunga berkorelasi negatif dengan jumlah infloresen, jumlah tandan, jumlah buah per tanaman dan hasil biji per tanaman. Sementara itu jumlah infloresen yang terbentuk berkorelasi positif dengan jumlah tandan buah, jumlah buah, dan biji yang dihasilkan per tanaman (Tabel 3). Berdasarkan data tersebut, pengembangan tanaman jarak pagar yang berpotensi produksi tinggi dapat dilakukan dengan memilih individu yang berumur lebih genjah dan mampu menghasilkan infloresen yang banyak.

Identifikasi Individu Potensial

Meskipun secara umum terjadi banyak kerontokan infloresen pada tahun pelaksanaan evaluasi terdapat sejumlah individu yang berpotensi produksi tinggi dibandingkan dengan individu lainnya, yaitu mampu menghasilkan jumlah buah per tanaman lebih dari 400 buah (Gambar 4.A.) dan mempunyai kadar minyak biji >40% (Gambar 4.B.).

Tabel 3. Koefisien korelasi antara karakter vegetatif dan komponen hasil jarak pagar
 Table 3. Correlation coefficient among vegetative characters and yield component of physic nut

Karakter yang diamati Evaluated characters	TT PH	LB SG	JCT TB	JCP NPB	UB TF	JI NI	JT NB	JB NF	HB Y
TT			0,44**						0,43**
PH		0,53**		0,46**	0,06tn	0,40**	0,43**	0,45**	
LB			0,50**						0,22tn
SG				0,53**	0,16tn	0,25tn	0,21tn	0,22tn	
JCT									0,12tn
TB				0,74**	0,26tn	0,04tn	0,08tn	0,12tn	
JCP									0,37**
NPB					0,08tn	0,40**	0,39**	0,36**	
UB									-0,45**
TF						-0,56**	-0,49**	-0,42**	
JI									0,88**
NI							0,94**	0,89**	
JT									0,96**
NB								0,96**	
JB									0,99**
NF									
HB									
Y									

Keterangan : TT-tinggi tanaman, LB-lingkar batang, JCT-jumlah cabang total, JCP-jumlah cabang produktif, UB-umur berbunga, JI-jumlah infloresen, JT-jumlah tandan buah, JB-jumlah buah, HB-hasil biji

Note : PH-plant height, SG-stem girth, TB-total number of branches, NPB-number of productive branches, TF-time of flowering, NI-number of inflorescences, NB-number of bunches, NF-number of fruits, Y-yield

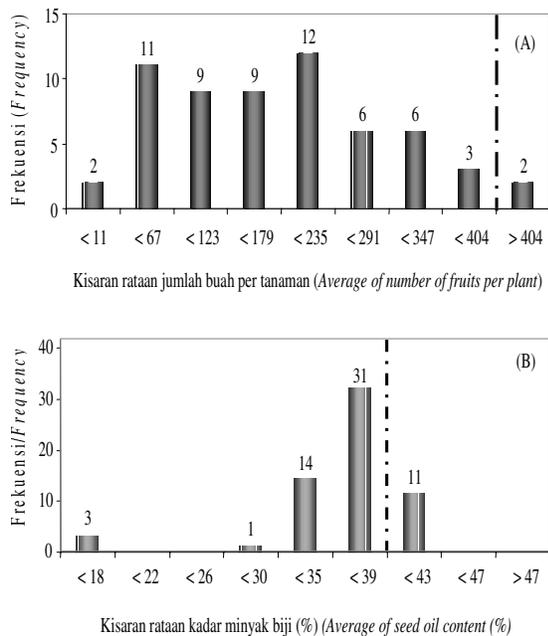
Tabel 4. Karakteristik tiga tanaman terpilih yang dapat digunakan sebagai calon tetua untuk perakitan varietas jarak pagar berdaya hasil tinggi atau diperbanyak secara klonal

Table 4. Vegetative and generative characters of three newly selected *J. curcas* genotypes as potential parents for the development of high yielding varieties through breeding programme

Identitas tanaman <i>Plant identity</i>	UB (hari) <i>TF</i> (days)	TT (cm) <i>PH</i> (cm)	JC <i>NB</i>	JCP <i>NPB</i>	JI <i>NI</i>	JT <i>NB</i>	FS (%) <i>FS</i>	JB <i>NF</i>	KM (%) <i>OC</i> (%)
Kriteria ideal <i>Ideal criteria</i>	< 97	150-175	10-20	10-20	> 109	> 61	> 50	> 404	39-43
HS 49 – 2	91	162	15	15	114	67	58,77	450	36,42
PT 13 – 2	86	152	13	13	106	65	61,32	352	37,52
PT 15 – 1	75	184	11	10	134	68	50,75	390	38,36

Keterangan: UB-umur berbunga, TT-tinggi tanaman, JC-jumlah cabang, JCP-jumlah cabang produktif, JI-jumlah infloresen, JT-jumlah tandan buah, FS-fruit set, JB-jumlah buah – per tanaman, dan KM-kadar minyak biji

Note : *TF-time of flowering, PH-plant height, NB-number of branches, NPB-number of productive branches, NI-number of inflorescences, NB-number of bunches, FS-fruit set, NF-number of fruits, OC-oil content*



Gambar 4. Sebaran frekuensi individu dengan kisaran jumlah buah per tanaman (A) dan kadar minyak biji (B) di antara tanaman jarak pagar yang dievaluasi di Kebun Induk Jarak Pagar Pakuwon, Sukabumi, Jawa Barat selama tahun 2007-2008
Figure 4. Frequency distribution of number of fruits per plant (A) and seed oil content (B) among *J. curcas* plants evaluated during the period of 2007-2008 at Pakuwon Experimental Station, Sukabumi, West Java

Sebagai tanaman yang ditanam untuk dipanen bijinya dan diperas minyaknya, maka keberadaan genotipe yang menghasilkan buah banyak dan kadar minyak yang tinggi sangat diinginkan. Hasil pengamatan menunjukkan kadar minyak biji dipengaruhi oleh genotipe jarak pagar dan lingkungan. Kadar minyak biji pada genotipe yang sama dilaporkan dapat berfluktuasi pada periode panen yang berbeda. Pengamatan terhadap 24 aksesi jarak pagar,

yang dikoleksi dari berbagai kondisi agroklimat yang berbeda di Provinsi Haryana India, menunjukkan adanya variasi pada kandungan minyak biji jarak yang diuji, bervariasi mulai dari 28 – 38,8% (KAUSHIK *et al.*, 2007). Genotipe-genotipe yang berpotensi menghasilkan jumlah buah tinggi ternyata ada juga yang memiliki kadar minyak yang tinggi. Berdasarkan evaluasi di Kebun Induk Jarak Pagar, Pakuwon dan Kebun Induk Jarak Pagar di Asembagus, koleksi plasma nutfah jarak pagar yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia menunjukkan adanya keragaman morfologis maupun daya hasilnya (HASNAM, 2006; SUDARMO *et al.*, 2007; dan MARDJONO *et al.*, 2007).

Dari data yang dikumpulkan dalam penelitian ini, dapat diidentifikasi karakter morfologi dan daya hasil yang diinginkan. Individu tersebut mempunyai umur < 97 hari, jumlah infloresen > 109, jumlah tandan buah > 61, jumlah buah per tanaman > 404, dan kandungan minyak antara 39-43%. Dari 60 individu jarak pagar yang dievaluasi, tidak ada yang memenuhi semua kriteria tersebut. Dengan membandingkan keragaman setiap individu dengan individu lainnya, terpilih 3 individu yang memenuhi sebagian dari kriteria tersebut yaitu HS 49-2 yang berasal dari Ende serta PT 13-2 dan PT 15-1 yang berasal dari Lampung (Tabel 4). Berdasarkan data hasil tahun I, maka individu tanaman terpilih tersebut diduga pada tahun ke-5 akan berpotensi menghasilkan jumlah buah mencapai 1.000 – 1.800 per tanaman atau setara dengan 5 – 9 ton biji kering per hektar per tahun. Hal tersebut akan dapat direalisasikan dengan asumsi tanamannya mempunyai jumlah cabang produktif antara 20 – 30 cabang, tandan buah antara 5 – 6 per cabang, dan jumlah buah rata-rata 10 per tandan.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi terhadap 60 individu tanaman jarak pagar zuriat dari 20 genotipe terpilih dari Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, NTB, dan Sulawesi menunjukkan

individu-individu tersebut mempunyai keragaman jumlah cabang serta jumlah infloresen per tanaman, jumlah tandan per tanaman, dan jumlah buah per tanaman yang dihasilkan. Tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, jumlah infloresen, dan jumlah tandan buah berkorelasi positif dengan jumlah buah per tanaman dan hasil biji per tanaman. Sedangkan umur berbunga berkorelasi negatif dengan jumlah infloresen per tanaman, jumlah tandan buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, dan hasil biji per tanaman.

Berdasarkan karakter tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, umur berbunga, jumlah infloresen per tanaman, jumlah tandan buah per tanaman, jumlah buah per tanaman, dan kadar minyak biji, terpilih 3 individu yang memenuhi kriteria berpotensi produksi tinggi yaitu HS 49-2, PT 13-2, dan PT 15-1 dengan potensi menghasilkan > 350 buah per tanaman dan kadar minyak biji berkisar 36-38%. Ketiga individu tersebut saat ini telah digunakan sebagai tetua dalam program pemuliaan tanaman untuk merakit varietas berdaya hasil tinggi dan berkadar minyak tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- AKINYELE, B.O. and O.S. OSEKITA. 2006. Correlation and path coefficient analyses of seed yield attributes in okra (*Abelmoschus esculentus* L.). African J. Biotechnol. 5: 1330-1336.
- ALNOPRI, R. SETIAMIHARDJA, S. MOELJOPAWIRO, dan N. HERMIATI. 1992. Kriteria seleksi berdasarkan sifat morfologi tanaman kopi robusta. Zuriat 3: 18-22.
- AMANULLAH W. and M. HATAM. 2000. Correlation between grain yield and agronomic parameters in Mungbean *Vigna radiata* (L.). Pakistan J. Biol. Sci. 8: 1242-1244.
- AYCICEK, M. and T. YILDIRIM. 2006. Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Pak. J. Bot. 38: 417-424.
- BASHA, S.D., G. FRANCIS, H.P.S. MAKKAR, K. BECKER, and M. SUJATHA. 2009. A comparative study of biochemical traits and molecular markers for assessment of genetic relationships between *Jatropha curcas* L. germplasm from different countries. Plant Sci. 176: 812-823.
- GOHIL, R.H. and J.B. PANDYA. 2008. Genetic diversity assessment in physic nut (*Jatropha curcas* L.). Int. J. Plant Prod. 2: 321-326.
- HARTATI, R.S. 2008. Pengaruh perubahan iklim terhadap pembungaan dan pembuahan jarak pagar. InfoTek Jarak Pagar. Vol. 3: 6.
- HASNAM. 2006. Variasi jatropha. InfoTek Jarak Pagar Vol 1: 2.
- HASNAM. 2007a. Status perbaikan dan penyediaan bahan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya II. Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Bogor, 29 Nopember 2006. pp.7-16.
- HASNAM. 2007b. Faktor koreksi dalam menghitung produktivitas jarak pagar. InfoTek Jarak Pagar Vol. 2: 1.
- HELLER, J. 1996. Physic nut, *Jatropha curcas* L. promoting the conservation and use of under utilized and neglected crops. International Plant Gen. Res. Ins. Rome. 54 pp.
- HOROWITZ, W. 1984. Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- JAMALI, K.D. and S.A. ALI. 2008. Yield and yield components with relation to plant height in semi-dwarf wheat. Pak. J. Bot., 40: 1805-1808.
- JONES, N. and J.H. MILLER. 1992. *Jatropha curcas*. A multipurpose species for problematic sites. The World Bank. Asia Technical Department. Agriculture Division. 11p.
- KAUSHIK, N., K. KUMAR, S. KUMAR, N. KAUSHIK and S. ROY. 2007. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions. Biomass and Bioenergy. 31: 497 - 502.
- KEMPTON, R.A. and A.C. GLEESON. 1997. Unreplicated trials. In R.A. Kempton (Ed.). Statistical Methods for Plant Variety Evaluation. Chapman & Hall. London. pp. 88-100.
- LIN, J., Y. FANG, T. LIN, and C. FANG. 2003. Antitumor effects of curcin from seeds of *Jatropha curcas* L. Acta Pharmacol Sin. 24: 241 -246.
- MAHMUD, Z. 2006. Penelitian yang sedang dikerjakan oleh Puslitbang Perkebunan. Info Tek Jarak Pagar 1(1):3.
- MAHMUD, Z., D. ALLORERUNG, dan A.A. RIVAIE. 2008. Teknik Budidaya Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 18p.
- MARDJONO, R., H. SUDARMO, dan SUDARMAJI. 2007. Uji daya hasil beberapa genotipe terpilih jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya II. Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Bogor, 29 Nopember 2006. pp.107 – 110.
- PITONO, J., M. RAHARDJO, ROSITA SMD., O. TRISILAWATI, H. NURHAYATI, N. MASLAHAH, dan SETIAWAN. 2008. Karakteristik tanah untuk jarak pagar. Infotek Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). 3(10) : 39.
- PRASTOWO, B. 2008. Sumber energi jarak pagar bukan hanya dari minyaknya tetapi juga dari bungkilnya. Infotek Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). 3(10) : 38.
- SAIKIA, S.P., B.S. BHAAU, A. RABHA, S.P. DUTTA, R.K. CHOUDHARI, M. CHETIA, B.P. MISHRA and P.B. KANJILA. 2009. Study of accession source variation in morpho-physiological parameters and growth

- performance of *Jatropha curcas* Linn. *Current Sci.* 96: 1631-1636.
- SALEEM, U., I. KHALIQ, T. MAHMOOD, and M. RAFIQUE. 2006. Phenotypic and genotypic correlation coefficients between yield and yield components in wheat. *J. Agric. Res.* 44:1-7.
- SAS INSTITUTE. 2006. SAS for Mixed Models. 2nd Ed. NC, USA. pp 814.
- SUBRAMANYAM, K., D. MURALIDHARARAO, and N. DEVANNA. 2009. Genetic diversity assessment of wild and cultivated varieties of *Jatropha curcas* (L.) in India by RAPD analysis. *African J. Biotechnol.* 8: 1900-1910.
- SUDARMO, H., B. HELIYANTO, SUWARSO, dan SUDARMAJI. 2007. Akses potensial jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya II. Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Bogor, 29 Nopember 2006. pp.111-114.
- TALEBI, R., F. FAYAZ, and N.B. JELODAR. 2007. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield component of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land condition in the west of Iran. *Asian J. Plant Sci.* 6: 1151-1154.
- TUNCTURK, M. and V. CIFTCI. 2007. Relationship between yield and some yield components in rapeseed (*brassica napus* ssp. *Oleifera* L.) cultivars by using correlation and path analysis. *Pak. J. Bot.* 39:81-84.
- YUCEL, C. 2004. Correlation and path coefficient analyses of seed yield components in the Narbon Bean (*Vicia narbonensis* L.). *Turk J Agric For* 28: 371-376.