

**Pendugaan Parameter Genetik Karakter Morfo-Agronomi dan Seleksi Genotipe untuk Perbaikan Genetik Jarak Pagar**

***Genetic Parameters Estimation of Morpho-Agronomic Characters and Selection of Physic Nut Genotypes for Genetic Improvement***

Linda Novita<sup>1\*</sup>, Nadirman Haska<sup>1</sup>, Memen Surahman<sup>2</sup>, dan Yudiwanti Wahyu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Bioteknologi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi  
Gd 630 Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15313, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
(Bogor Agricultural University), Jl Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 16 September 2013/Disetujui 10 April 2014

**ABSTRACT**

The recent scarcity of fuel has stimulated many efforts to remove dependence on petroleum oil by finding alternative sources of new and renewable energy. *Jatropha curcas* L. has been chosen as a source of biofuel that has an important role as a petroleum oil substitute, especially for producing biodiesel. Possible efforts for the development of *Jatropha* in Indonesia include exploration of *Jatropha* plants from various regions of Indonesia, introducing the plants from abroad and plant breeding. The purpose of this study was to study the genetic parameters of morpho-agronomic traits and selection of potential genotype for genetic improvement of *Jatropha curcas*. The experiment was conducted at the Biotech Center, BPPT from November 2011 to July 2012. The experiment was performed using a complete randomized block design with sixteen genotypes of *J. curcas*. Five plants were used for each genotype, with three replications. Results of this study showed that genetic diversity of the genotypes based on morpho-agronomic characters was relatively narrow, with genetic diversity coefficient ranged from 2.73% to 9.02%. The broad-sense heritability was high for all characters, ranged from 32.26% to 85.89%. None of morpho-agronomic characters observed in the 16 genotypes was directly correlated to productivity and seed oil content. Number of fruit and total seed number per bunch were the best characters for selection criteria to obtain high dry seed weight. Based on the bi-plot analysis on seed oil content and dry weight characters among the observed genotypes, LMP and CRP x PDI could be recommended as potential F1 parents to be used in constructing F2 population.

Keywords: biplot analysis, broad-sense heritability, genetic diversity coefficient

**ABSTRAK**

Kelangkaan bahan bakar minyak akhir-akhir ini menstimulir upaya untuk melepaskan ketergantungan terhadap minyak bumi dengan mencari sumber-sumber energi alternatif baru dan terbarukan. Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dipilih sebagai salah satu sumber BBN yang mempunyai peranan penting sebagai pengganti minyak bumi terutama untuk memproduksi biodiesel. Upaya yang dapat dilakukan untuk pengembangan jarak pagar di Indonesia adalah melalui eksplorasi jarak pagar dari beberapa daerah di Indonesia, introduksi dari luar negeri dan pemuliaan tanaman. Penelitian ini bertujuan mempelajari parameter genetik karakter morfo-agronomi dan seleksi genotipe potensial untuk perbaikan genetik jarak pagar. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2011 sampai dengan Juli 2012 di Balai Pengkajian Bioteknologi-BPPT. Materi genetik yang dipergunakan adalah 16 genotipe jarak pagar. Rancangan percobaan yang dipergunakan adalah rancangan acak kelompok lengkap, masing-masing genotipe terdiri atas lima tanaman, dan diulang tiga kali. Dari hasil penelitian terhadap 16 genotipe jarak pagar diperoleh informasi bahwa keragaman genetik berdasarkan karakter morfo-agronomi tetua dan F1 jarak pagar relatif sempit, dengan kisaran koefisien keragaman genetik antara 2.73% sampai 9.02%. Nilai heritabilitas arti luas untuk semua karakter tinggi, dengan kisaran antara 32.26% sampai 85.89%. Pada penelitian ini, hasil pengamatan pada 16 genotipe jarak pagar menunjukkan tidak ada karakter morfo-agronomi yang berkorelasi langsung dengan produktivitas biji dan kadar minyak. Karakter-karakter yang dapat dipilih sebagai kriteria seleksi untuk memperoleh bobot biji kering total yang tinggi adalah karakter jumlah buah dan jumlah biji total per tandan. Berdasarkan hasil analisis biplot 16 genotipe jarak pagar terhadap dua karakter pengamatan (kadar minyak dan bobot biji kering), maka genotipe LMP dan CRPxPDI dapat direkomendasikan sebagai genotipe tetua F1 potensial untuk di serbuk-sendiri dalam rangka membentuk populasi F2.

Kata kunci: analisis biplot, heritabilitas arti luas, koefisien keragaman genetik

\* Penulis untuk korespondensi. e-mail: adnil\_bio@yahoo.com

**PENDAHULUAN**

Kelangkaan bahan bakar minyak akhir-akhir ini menstimulir upaya untuk melepaskan ketergantungan terhadap minyak bumi dengan mencari sumber-sumber energi alternatif baru dan terbarukan. Faktanya, peningkatan kebutuhan minyak bumi berkorelasi dengan peningkatan pembangunan yang terjadi di Indonesia, sehingga usaha pencarian sumber energi alternatif pengganti minyak bumi merupakan hal yang mendesak untuk dilakukan sekarang ini.

Pengembangan energi alternatif di Indonesia, salah satunya dilandasi oleh Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Peraturan ini menyebutkan diantaranya bahwa pemanfaatan *biofuel* ditargetkan mencapai 5% dari energi *mix* Indonesia di tahun 2025.

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan adalah bahan bakar nabati (BBN). Ariati *et al.* (2010) mengemukakan alasan yang mendasari pengembangan BBN adalah BBN merupakan sumber energi terbarukan, budidaya yang lebih mudah karena sudah teradaptasi dengan iklim tropis, dapat mengurangi penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi, dan emisi BBN lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar dari minyak bumi.

Beberapa tanaman yang berpotensi sebagai sumber BBN antara lain kelapa sawit, singkong, sorgum, jarak pagar dan kelapa (Ariati *et al.*, 2010). Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dipilih sebagai salah satu sumber BBN yang mempunyai peranan penting sebagai pengganti minyak bumi terutama untuk memproduksi biodiesel (King *et al.*, 2009), karena biji jarak memiliki kandungan minyak hingga 35% dengan asam oleat dan linoleat yang banyak sehingga sangat cocok digunakan sebagai *biofuel* (Forson *et al.*, 2004; Mohibbe *et al.*, 2005; King *et al.*, 2009).

Jarak pagar potensial dikembangkan karena minyak dari tanaman ini tidak berkompetisi dengan kebutuhan pangan, cepat tumbuh, mudah dibudidayakan, toleran terhadap kekeringan, dan mudah beradaptasi pada kondisi lingkungan marginal (Ariati *et al.*, 2010; Divakara *et al.*,

2010; Sharma *et al.*, 2011). Sebagai bahan baku *biofuel*, produktivitas jarak pagar ditentukan oleh hasil minyak biji *J. curcas* yang dipengaruhi oleh hasil biji dan kandungan minyak (Wu *et al.*, 2012).

Pengembangan jarak pagar sebagai bahan baku BBN, masih terkendala belum tersedianya varietas yang berproduksi tinggi (Hartati *et al.*, 2009; Shuit *et al.*, 2010; Ghosh dan Singh, 2011). Hal ini menyebabkan petani menjadi kurang tertarik untuk mengembangkan tanaman ini akibat keuntungan yang diperoleh masih rendah.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menunjang pengembangan jarak pagar di Indonesia adalah eksplorasi plasma nutfah jarak pagar dari beberapa daerah di Indonesia yang telah dilakukan sejak tahun 2005, introduksi dari luar negeri (Surahman *et al.*, 2009), dan pemuliaan tanaman jarak. Pemuliaan tanaman bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan potensi genetik tanaman sehingga didapatkan hasil yang lebih unggul dengan karakter yang diinginkan. Melalui program pemuliaan jarak pagar diharapkan dapat diperoleh beberapa kandidat genotipe potensial dengan kandungan kadar minyak dan produktivitas biji yang tinggi. Franco *et al.* (2001) menyatakan studi tentang ragam fenotipe dan ragam genetik penting untuk mengidentifikasi kelompok dengan latar belakang genetik yang sama untuk pelestarian, evaluasi dan pemanfaatan sumber daya genetik. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari parameter genetik karakter morfo-agronomi dan seleksi genotipe potensial yang berguna untuk perbaikan genetik jarak pagar.

**BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan dari bulan November 2011 hingga Juli 2012, bertempat di Pilot Plan Propagasi Tanaman dan Laboratorium Analitik, Balai Pengkajian Bioteknologi Puspipstek, Serpong.

*Material Genetik*

Material genetik yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah 16 genotipe jarak pagar (tetua dan F1) (Tabel 1). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan

Tabel 1 Materi genetik tanaman tetua dan F1 jarak pagar

No.	Kode genotipe tetua	Asal genotipe	Kode genotipe F1	Keterangan silangan
1	MDN	Medan	PDIxMDN	Pidi x Medan
2	KMR	Komering	PDIxLMP	Pidi x Lampung
3	IND	Indralaya	LMPxPDI	Lampung x Pidi
4	CRP	Curup	CRPxMDN	Curup x Medan
5	PDI	Pidi	CRPxPDI	Curup x Pidi
6	LMP	Lampung	INDxIND	Indralaya x Indralaya
7	JGY	Yogyakarta	LMPxLMP	Lampung x Lampung
			KMRxKMR	Komering x Komering
			PLGxPLG	Palembang x Palembang

Sumber: Susantidiana (2011)

acak kelompok lengkap (RAKL) satu faktor yaitu genotipe dengan tiga ulangan, dan setiap satuan percobaan terdiri dari lima tanaman. Enam belas genotipe yang dipergunakan diperbanyak secara vegetatif menggunakan teknik *ex vitro* (Tajuddin *et al.*, 2007).

*Studi Karakter Morfo-Agronomis*

Pengamatan karakter morfo-agronomi tanaman jarak pagar dilakukan dengan mengacu pada pedoman Deskriptor Tanaman Perkebunan untuk tanaman jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) yang dimodifikasi untuk jarak pagar (Puslitbangbun, 2005). Karakter morfo-agronomi yang diamati adalah (1) karakter batang, meliputi: jumlah cabang produktif, tinggi tanaman (diukur dari bagian bawah batang hingga pangkal pucuk daun) dan diameter batang (diukur pada ketinggian 10 cm dari tanah), (2) karakter daun, meliputi: panjang dan lebar daun, panjang tangkai daun, warna, bentuk dan tepi daun, tulang daun dan warna tulang daun, bentuk permukaan daun, warna dan lapisan lilin tangkai daun (diamati pada daun ke-10, setelah tanaman berbunga), (3) karakter buah, meliputi: jumlah buah per tandan, diameter, panjang dan tebal daging (diamati pada 3 buah per genotipe dari tandan 1), (4) biji, meliputi jumlah biji per buah, diameter dan panjang biji, bobot basah dan bobot biji kering per tandan (diamati pada 3 buah per genotipe dari tandan 1) dan (5) kadar lemak menggunakan metode ekstraksi soxhlet (SNI 01-2891-1992).

*Analisis Data*

Data kuantitatif dianalisis dengan uji F menggunakan program SAS 9.1 untuk analisis ragam (ANOVA), pada taraf pengujian  $\alpha$  1% dan 5%. Hasil ANOVA selanjutnya digunakan untuk analisis parameter genetik, yaitu heritabilitas arti luas ( $h^2_{bs}$ ) dan koefisien keragaman genetik (KKG) yang diduga melalui analisis komponen ragam. Pendugaan komponen ragam genetik dilakukan menurut Singh dan Chaudhary (1979):

$$\sigma_e^2 = KTe / r \quad KKG = [ (\sqrt{\sigma_g^2} / \bar{x} ) ] \times 100\%$$

$$\sigma_g^2 = (KTg - KTe) / r \quad h^2_{bs} = (\sigma_g^2 / \sigma_p^2) \times 100\%$$

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

dimana:

$\sigma_e^2$  = ragam lingkungan;  $\sigma_g^2$  = ragam genotipe;  $\sigma_p^2$  = ragam fenotipe; KTg = kuadrat tengah genotipe; KTe = kuadrat tengah error; r = ulangan;  $\bar{x}$  = nilai tengah populasi; KKG = koefisien keragaman genetik;  $h^2_{bs}$  = heritabilitas arti luas.

Kriteria KKG yang dipergunakan adalah seperti yang digunakan oleh Alnopri (2004), yaitu: kriteria sempit ( $0 < X < 10\%$ ), kriteria sedang ( $10\% \leq X \leq 20\%$ ) dan kriteria luas ( $X > 20\%$ ), sedangkan kriteria heritabilitas berdasarkan Stansfield (1983) dikelompokkan sebagai berikut: kriteria rendah ( $0 < X \leq 20\%$ ), kriteria sedang ( $20\% < X \leq 50\%$ ) dan kriteria tinggi ( $50\% < X \leq 100\%$ ).

Analisis korelasi digunakan untuk menduga keeratan antar karakter agronomi. Hubungan antar karakter agronomi diestimasi menggunakan formula:

$$\hat{r}_{xy} = \frac{Cov_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$$

dimana:

$\hat{r}_{xy}$  = korelasi antara karakter x dan y;  $Cov_{xy}$  = peragam antara karakter x dan y;  $\sigma_x^2$  = ragam populasi untuk karakter x;  $\sigma_y^2$  = ragam populasi untuk karakter y

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Karakter Morfo-agronomi 16 Genotipe Jarak Pagar*

Informasi mengenai karakter morfo-agronomi pada 16 genotipe jarak dalam program pemuliaan dapat membantu mengidentifikasi genotipe-genotipe unggul atau potensial yang memiliki produksi biji dan kandungan minyak yang lebih baik (Shabanimofrada *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil pengamatan, karakter kualitatif daun 16 genotipe jarak pagar memiliki keragaan yang relatif sama antara satu dengan yang lain (data tidak ditampilkan), yaitu memiliki warna daun hijau, tepi daun rata, tulang daun kaku, warna tulang daun hijau kekuningan, permukaan daun bergelombang dan tidak memiliki lapisan lilin. Karakter kualitatif daun yang menunjukkan keragaman adalah bentuk daun. Bentuk daun yang diamati berlekuk dangkal hingga sedang. Genotipe IND, JGY, KMR, LMP, LMPxPDI, CRPxPDI, dan LMPxLMP memiliki bentuk daun berlekuk sedang dan genotipe PDI, CRP, MDN, CRPxMDN, PDIxMDN, PDIxLMP, KMRxKMR, PLGxPLG, INDxIND memiliki bentuk daun berlekuk dangkal hingga sedang. Hasil pengamatan ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Susantidiana (2011) dan Surahman *et al.* (2009) terhadap karakter daun.

Hasil sidik ragam untuk 18 karakter kuantitatif menunjukkan terdapat 13 karakter morfo-agronomi yang dipengaruhi secara signifikan oleh genotipe (Tabel 2). Delapan belas karakter morfo-agronomi tersebut akan dianalisis lebih lanjut nilai keragaman genetiknya.

*Pendugaan Ragam Genetik dan Heritabilitas berdasarkan Analisis Univariate*

Salah satu kunci penentu keberhasilan perbaikan genetik karakter harapan yaitu adanya keragaman genetik yang luas pada karakter-karakter tersebut dan diwariskan dengan nilai heritabilitas yang tinggi. Heritabilitas arti luas dapat diduga dengan cara tidak langsung dari pendugaan komponen ragam. Ragam fenotipe dan ragam genetik diantara genotipe jarak telah dilaporkan oleh beberapa peneliti untuk beberapa karakter dalam populasi yang berbeda (Ginwal *et al.* 2005; Kaushik *et al.* 2007; Rao *et al.* 2008).

Berdasarkan nilai KKG 16 genotipe jarak pagar (tetua dan F1), 18 karakter yang diamati memiliki keragaman genetik yang sempit sampai luas, dengan kisaran nilai 1.10-27.04% (Tabel 3). Tiga belas karakter memiliki keragaman genetik yang sempit (1.10-9.98%), empat karakter memiliki keragaman genetik yang sedang (12.05-16.15%), dan satu

Tabel 2. Nilai tengah dan F hitung karakter morfo-agronomi 16 genotipe jarak pagar

Karakter	Nilai tengah	F-hitung	Pr>F
Jumlah cabang produktif	1.03	2.30*	0.026
Tinggi tanaman (cm)	40.46	1.18	0.337
Diameter batang (cm)	1.30	1.35	0.237
Panjang daun (cm)	11.44	2.65*	0.011
Lebar daun (cm)	12.02	3.2**	0.003
Panjang tangkai daun (cm)	13.63	2.37*	0.022
Jumlah buah jadi per tandan	7.85	2.07*	0.048
Bobot per buah (g)	10.46	1.55	0.155
Diameter buah (cm)	2.63	1.69	0.114
Panjang buah (cm)	3.07	2.96**	0.007
Jumlah biji per buah	2.74	2.75*	0.011
Diameter biji (cm)	1.09	1.48	0.184
Panjang biji (cm)	1.97	2.85**	0.009
Bobot per biji basah (g)	1.07	2.66*	0.013
Bobot per biji kering (g)	0.65	7.09**	<.0001
Jumlah biji total per tandan	17.98	4.39**	0.000
Bobot biji kering total per tandan (g)	12.16	3.38**	0.003
Kadar minyak (%)	44.70	3.28*	0.014

Keterangan: \* = berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha = 1\%$ ; \*\* = berpengaruh nyata pada taraf  $\alpha = 5\%$

Tabel 3. Nilai duga parameter genetik karakter morfo-agronomi 16 genotipe jarak pagar

Karakter	x	$\sigma^2_g$	$\sigma^2_p$	$\sigma^2_e$	KKG	Kriteria	$h^2_{bs}$	Kriteria
Jumlah cabang produktif	1.03	0.00	0.01	0.00	5.02	sempit	56.47	tinggi
Tinggi tanaman (cm)	40.46	4.05	26.47	8.82	4.97	sempit	15.30	rendah
Diameter batang (cm)	1.30	0.00	0.01	0.00	4.41	sempit	25.68	sedang
Panjang daun (cm)	11.44	0.61	0.96	0.33	6.81	sempit	62.24	tinggi
Lebar daun (cm)	12.02	0.42	0.62	0.21	5.42	sempit	68.71	tinggi
Panjang tangkai daun (cm)	13.63	1.513	2.62	0.87	9.02	sempit	57.77	tinggi
Jumlah buah per tandan	7.85	1.61	3.11	1.04	16.15	sedang	51.72	tinggi
Bobot per buah (g)	10.46	1.09	3.06	1.02	9.98	sempit	35.61	tinggi
Diameter buah (cm)	2.63	0.01	0.02	0.01	3.49	sempit	40.90	tinggi
Panjang buah (cm)	3.07	0.02	0.03	0.01	4.20	sempit	66.25	tinggi
Jumlah biji per buah	2.74	0.06	0.09	0.03	8.76	sempit	63.59	tinggi
Diameter biji (cm)	1.09	0.00	0.00	0.00	1.10	sempit	32.26	sedang
Panjang biji (cm)	1.97	0.00	0.00	0.00	2.73	sempit	64.89	tinggi
Bobot per biji basah (g)	1.07	0.00	0.00	0.00	6.25	sempit	62.38	tinggi
Bobot per biji kering (g)	0.65	0.01	0.01	0.00	12.05	sedang	85.89	tinggi
Jumlah biji total per tandan	17.98	23.63	30.59	10.20	27.04	luas	77.25	tinggi
Bobot biji kering total per tandan (g)	12.16	7.56	10.74	3.58	22.61	sedang	70.40	tinggi
Kadar minyak (%)	13.16	4.10	5.90	1.97	15.38	sedang	69.48	tinggi

Keterangan: x = nilai tengah;  $\sigma^2_g$  = ragam genetik;  $\sigma^2_p$  = ragam fenotipe;  $\sigma^2_e$  = ragam lingkungan; KKG = koefisien keragaman genetik (%);  $h^2_{bs}$  (%) = heritabilitas arti luas

karakter memiliki keragaman genetik yang luas (27.04%). Sempitnya kisaran nilai KKG tiga belas karakter yang diperoleh (1.10-9.98%) memberi indikasi kekerabatan genotipe-genotipe tersebut sangat dekat. Kemungkinan besar, genotipe-genotipe tersebut berasal dari *ancestor* yang sama.

Nilai duga heritabilitas terhadap karakter-karakter yang diamati berkisar antara 15.30-85.89%. Berdasarkan nilai heritabilitasnya, 15 karakter diduga diwariskan dengan nilai duga heritabilitas yang tinggi (32.26-85.89%), dua karakter diwariskan dengan nilai duga heritabilitas yang sedang (25.69-32.26%), dan satu karakter diwariskan dengan nilai duga heritabilitas yang rendah (15.30%). Menurut Wicaksana (2001) karakter yang mempunyai nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa faktor genetik lebih dominan terhadap karakter yang ditampilkan tanaman karena faktor genetiknya memberi sumbangan yang lebih besar dibandingkan dengan faktor lingkungan. Berdasarkan informasi dugaan keragaman genetik 18 karakter dan nilai heritabilitasnya, seleksi dapat dilakukan berdasarkan karakter jumlah biji total per tandan dan karakter kadar minyak.

*Pendugaan Ragam Genetik Berdasarkan Analisis Multivariate*

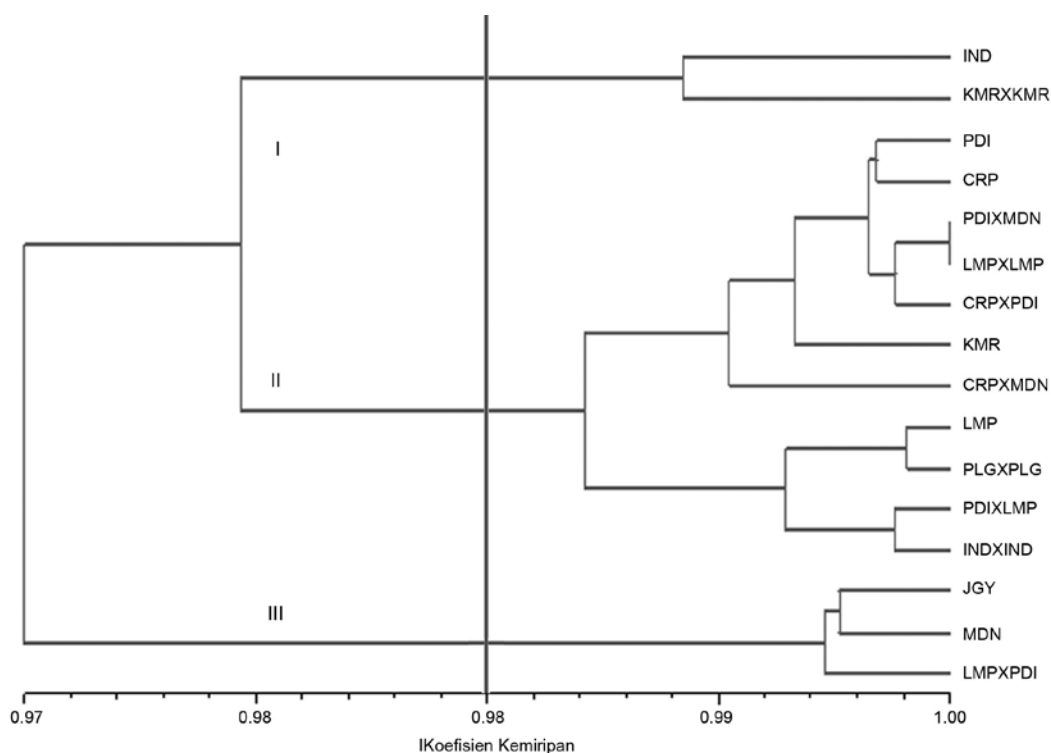
Nilai koefisien kemiripan 16 genotipe (tetua dan F1) jarak pagar menggunakan pendekatan *multivariate* berkisar dari 0.97-1.00, yang artinya memiliki kemiripan 97-100% (Gambar 1). Pada koefisien kemiripan 0.98 dapat dibentuk tiga kelompok utama. Kelompok pertama terdiri atas dua

genotipe yaitu IND dan KMRxKMR, kelompok kedua terdiri atas sebelas genotipe yaitu PDI, CRP, PDIxMDN, LMPxLMP, CRPxPDI, KMR, CRPxMDN, (LMP, PLGxPLG, PDIxLMP, INDxIND dan kelompok ketiga terdiri atas tiga genotipe yaitu JGY, MDN, LMPxPDI

Dendrogram yang diperoleh menunjukkan bahwa sebagian besar genotipe jarak pagar yang dipakai dalam penelitian ini berada pada kelompok dua, dengan tanaman F1 (PDIxMDN) dan (LMPxLMP) memiliki tingkat kemiripan 100%. Tingginya koefisien kemiripan antar genotipe yang diamati sejalan dengan hasil analisis koefisien keragaman genetik yang telah diperoleh. Karena jarak pagar adalah tanaman yang menyerbuk silang, maka akan besar peluang terjadinya genotipe tetua dan F1 *selfingnya* dapat berada pada kelompok yang berbeda, seperti terlihat pada genotipe IND (kelompok I) dan genotipe INDxIND (kelompok II). (Gambar 1). Hal ini diduga akibat adanya segregasi pada turunan dari tetua yang heterozigot (Falconer dan Mackay, 1996).

*Korelasi Antar Karakter*

Seleksi pada karakter-karakter harapan dapat dilakukan menggunakan dua pendekatan yaitu (1) seleksi langsung menggunakan karakter target seleksi; (2) seleksi tidak langsung menggunakan karakter sekunder. Keeratan hubungan antar karakter tanaman dianalisis menggunakan analisis korelasi. Karakter tersebut harus mudah diamati, cepat, murah dan tidak bersifat destruktif (Misnen *et al.* 2012). Penelitian yang dilakukan Kaushik *et al.* (2007) menunjukkan bahwa bobot biji jarak memiliki korelasi



Gambar 1. Dendrogram 16 genotipe (tetua dan F1) jarak pagar hasil analisis kluster berdasarkan karakter morfo-agronomi

positif dengan kandungan minyak. Pada penelitian ini, tidak terlihat adanya korelasi antara bobot biji dan kadar minyak (Tabel 4).

Karakter jumlah buah ( $r = 0.78^*$ ) berkorelasi positif sangat nyata dengan jumlah biji total per tandan dan dengan bobot total biji kering per tandan ( $r = 0.82^*$ ). Karakter panjang buah ( $r = 0.91^*$ ) berkorelasi positif sangat nyata dengan bobot per biji basah dan bobot per biji kering ( $r = 0.54^*$ ). Karakter bobot per biji basah ( $r = 0.50^*$ ) berkorelasi nyata dengan bobot per biji kering dan jumlah biji total per tandan tetapi dengan arah yang berlawanan ( $r = -0.7^*$ ), artinya penambahan bobot biji tidak diikuti oleh penambahan jumlah biji total per tandan. Karakter jumlah biji total per tandan ( $r = 0.88^*$ ) berkorelasi positif sangat nyata dengan karakter bobot total biji kering per tandan. Akan tetapi, karakter jumlah cabang produktif berkorelasi nyata dengan arah negatif kadar minyak ( $r = -0.52^*$ ), dan lebar daun ( $r = -0.54^*$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan jumlah cabang dan penambahan lebar daun menurunkan nilai kadar lemaknya, sedangkan panjang buah ( $r = 0.54^*$ ) berkorelasi positif dengan kadar minyak. Berdasarkan data yang diperoleh, karakter yang dapat digunakan untuk perbaikan bobot total biji kering per tandan adalah jumlah buah dan jumlah biji total per tandan.

*Seleksi Genotipe Tetua Berdasarkan Kadar Minyak dan Bobot Total Biji Kering Menggunakan Analisis Komponen Utama*

Untuk mempelajari kemiripan enam belas genotipe yang diuji, seluruh karakter yang diamati direduksi

menggunakan analisis komponen utama (AKU). Tujuan dari AKU adalah mengelompokkan genotipe yang diamati dengan cara mereduksi peubah pengamatan yang cukup banyak menjadi beberapa komponen utama yang berdimensi lebih kecil dan saling bebas (Mattjik dan Sumertajaya, 2011). Berdasarkan hasil analisis biplot dapat diperoleh informasi kedekatan antar objek yang diamati, keragaman peubah, korelasi antar peubah dan nilai peubah pada suatu objek.

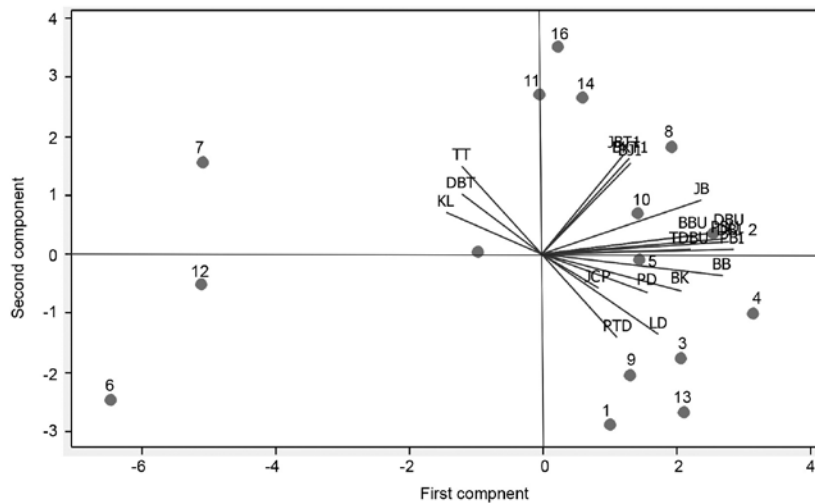
Berdasarkan hasil analisis biplot, karakter jumlah cabang produktif memiliki keragaman yang paling kecil. Genotipe MDN, LMP, CRPxPDI dan LMPxPDI memiliki tingkat kemiripan yang kuat untuk karakter tinggi tanaman, diameter batang dan kadar lemak daripada genotipe yang lainnya (Gambar 2).

Karakter bobot biji kering dan kadar minyak adalah dua karakter penting dalam pemuliaan jarak pagar. Berdasarkan analisis biplot terhadap dua karakter pengamatan (kadar minyak dan bobot biji kering), maka keenambelas genotipe jarak pagar dikelompokkan menjadi empat grup yaitu: (1) memiliki bobot biji kering tinggi dan kadar minyak rendah (PLGxPLG, CRPxMDN, CRP, PDIxLMP, INDxIND), (2) memiliki bobot biji kering tinggi dan kadar minyak tinggi (LMP, CRPxPDI), (3) memiliki bobot biji kering rendah dan kadar minyak rendah (IND, KMRxKMR, KMR, PDI, LMPxPDI) dan (4) memiliki bobot biji kering rendah dan kadar minyak tinggi (MDN, JGY, PDIxMDN, LMPxLMP) (Gambar 3). Berdasarkan pengelompokan genotipe tersebut, maka genotipe LMP dan CRPxPDI dapat direkomendasikan sebagai genotipe terpilih untuk diteliti lebih lanjut.

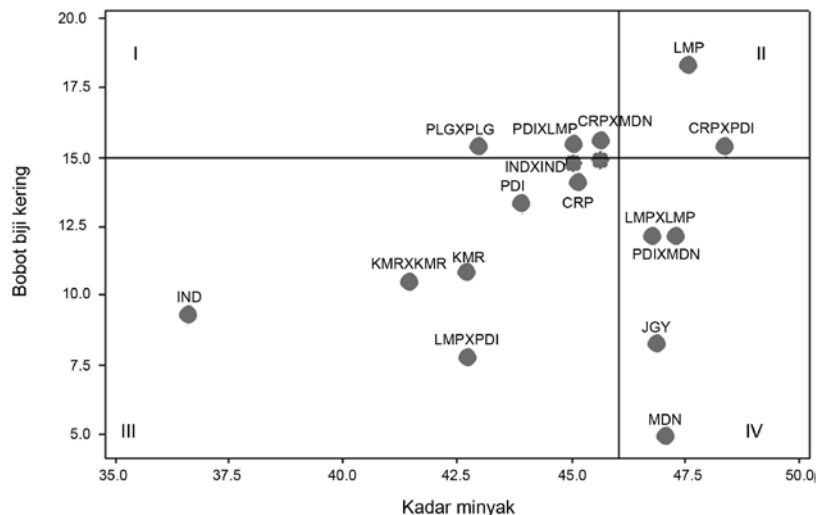
Tabel 4. Koefisien korelasi antar karakter vegetatif dan komponen hasil 16 genotipe jarak pagar

	PD	LD	PTD	PBU	JB	PBI	BB	BK	JBT	BKT	KM
JCP	0.16	0.38	0.54*	-0.39	-0.03	-0.21	-0.22	-0.14	-0.04	-0.02	-0.52*
PD		0.70**	0.19	0.01	-0.10	0.43	0.44	-0.10	-0.25	-0.20	-0.11
LD			0.65**	-0.26	-0.27	0.327	0.50*	-0.01	-0.48	-0.47	-0.54*
PTD				-0.28	-0.23	0.208	0.31	0.14	-0.49	-0.52*	-0.50
PBU					-0.23	0.434	0.36	0.16	-0.25	-0.10	0.54*
JB						-0.14	-0.36	-0.11	0.78**	0.82**	0.28
PBI							0.91**	0.54*	-0.47	-0.23	0.20
BB								0.50*	-0.7**	-0.42	0.03
BK									-0.43	-0.09	0.29
JBT										0.88**	0.13
BKT											0.29

Keterangan: \* nyata pada tingkat  $\alpha = 5\%$  dan \*\* sangat nyata pada tingkat  $\alpha = 1\%$ ; JCP = jumlah cabang produktif; PD = panjang daun; LD = lebar daun; PTD = panjang tangkai daun; PBU = panjang buah; JB = jumlah buah; PBI = panjang biji; BB = bobot per biji basah; BK = bobot per biji kering; JBT = jumlah biji total per tandan; BKT = bobot total biji kering per tandan; KM = kadar minyak



Gambar 2. Analisis biplot enam belas genotipe jarak pagar terhadap sembilan belas karakter pengamatan: (1) IND, (2) PDI, (3) JGY, (4) CRP, (5) KMR, (6) MDN, (7) LMP, (8) CRP $\times$ MDN, (9) LMP $\times$ PDI, (10) PDI $\times$ MDN, (11) PDI $\times$ LMP, (12) CRP $\times$ PDI, (13) KMR $\times$ KMR, (14) PLG $\times$ PLG, (15) LMP $\times$ LMP, (16) IND $\times$ IND



Gambar 3. Analisis biplot enam belas genotipe jarak pagar terhadap dua karakter (kadar minyak dan bobot biji kering)

**KESIMPULAN**

Secara umum keragaan karakter kualitatif daun 16 genotipe tetua dan F1 yang diamati relatif sama kecuali untuk karakter bentuk daun yang memiliki lekuk daun dari dangkal hingga sedang. Nilai KKG ke16 genotipe jarak pagar relatif sempit dengan kisaran antara 2.726% hingga 9.024%, sementara nilai heritabilitas arti luas untuk semua karakter tinggi, dengan kisaran antara 32.259% hingga 85.88%. Tidak ada karakter morfo-agronomi yang berkorelasi langsung dengan produktivitas biji dan kadar minyak. Karakter yang dapat dipilih melalui pendekatan bobot biji kering total, yaitu karakter jumlah buah dan jumlah biji total per tandan. Berdasarkan hasil analisis biplot 16 genotipe tetua dan F1 jarak pagar terhadap karakter kadar minyak dan bobot biji kering, maka genotipe LMP dan CRP $\times$ PDI dapat direkomendasikan sebagai genotipe tetua

F1 potensial untuk dilakukan penyerbukan sendiri dalam rangka membentuk populasi F2.

**DAFTAR PUSTAKA**

Alnopri. 2004. Variabilitas genetik dan heretabilitas sifat-sifat pertumbuhan bibit tujuh genotipe kopi Robusta-Arabika. *J. Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 6:91-96.

Ariati, M.R., D. Kusdiana, P. Dewi. 2010. Kebijakan pemerintah dalam mendukung pengembangan jarak pagar sebagai sumber energi alternatif BBN. hal. 1-6. *Dalam* R.D. Purwati, D. Soetopo, T. Yulianti, Djumali, B. Hariyono, N. Asbani, J. Hartono, S. Tirtosuprobo (Eds.). *Prosiding Lokakarya Nasional V Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar*. Malang 4 November 2009.

- Divakara, B., H. Upadhyaya, S. Wani, C. Gowda. 2010. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: A review. *Appl. Energ.* 87:732-742.
- Falconer, D.S., T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics 4th ed. Harlow, UK : Adison-Wesley Longman. Forson, F.K., E.K. Oduro, E. Hammond-Donkoh. 2004. Performance of jatropha oil blends in a diesel engine. *Renewable Energy* 29:1135-1145.
- Franco, J., J. Crossa, J. Ribaut, J. Bertran, M. Warburton, M. Khairallah. 2001. A method for combining molecular markers and phenotypic attributes for classifying plant genotypes. *Theoretical Applied Genetics* 103:944-952.
- Ginwal, H., S. Phartyal, P. Rawat, R. Srivastava. 2005. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. in central India. *Silvae Genet.* 54:76-79.
- Ghosh, L., L. Singh, 2011. Variation in seed and seedling characters of *Jatropha curcas* L with varying zones and provenances. *Trop. Ecol.* 52:113-122.
- Hartati, R.S., A. Setiawan, B. Heliyanto, D. Pranowo, Sudarsono. 2009. Keragaan morfologi dan hasil 60 individu jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terpilih di kebun percobaan Pakuwon Sukabumi. *J. Littri* 15:152-161.
- Kaushik, N., K. Kumar, S. Kumar, N. Kaushik, S. Roy. 2007. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions. *Biomass Bioenerg.* 31:497-502.
- King, A.J., W. He, J.A. Cuevas, M. Freudenberger, D. Ramiarmanana, I.A. Graham. 2009. Potential of *Jatropha curcas* as a source of renewable oil and animal feed. *J. Exp. Bot.* 60:2897-2905.
- Mattjik, A.A., M. Sumertajaya. 2011. Sidik Peubah Ganda dengan Menggunakan SAS. Departemen Statistika FMIPA-IPB, Bogor.
- Misnen, E.R. Palupi, M. Syukur, Yudiwanti. 2012. Penapisan genotipe jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk toleransi terhadap kekeringan. *J. Agron. Indonesia* 40:232-238.
- Mohibbe, A.M., W. Amtul, N.M. Nahar. 2005. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. *Biomass Bioenerg.* 29:293-302.
- [Puslitbangbun] Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2005. *Buku Deskriptor Tanaman Perkebunan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Rao, G., G. Korwar, A.K. Shanker, Y. Ramakrishna. 2008. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. *Trees-Struct. Funct.* 22:697-709.
- Shabanimofrada, M., M.Y. Rafii, P.E. M. Wahab, A.R. Biabani, M.A. Latif. 2013. Phenotypic, genotypic and genetic divergence found in 48 newly collected Malaysian accessions of *Jatropha curcas* L. *Ind. Crop. Prod.* 42:543-551.
- Sharma, S., N. Kumar, M.P. Reddy. 2011. Regeneration in *Jatropha curcas*: Factors affecting the efficiency of in vitro regeneration. *Ind. Crop. Prod.* 34:943-951.
- Shuit, S., K. Lee, A. Kamaruddin, S. Yusup. 2010. Reactive extraction and in situ esterification of *Jatropha curcas* L seeds for the production of biodiesel. *Fuel* 89:527-530.
- Singh, R.K., B.D. Chaudary. 1979. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers, Ludhiana-New Delhi.
- Stansfield, W.D. 1983. Theory and Problems of Genetics. Ed ke-2. Schaums Outline Series, Mc Grew-Hill Inc.
- Surahman, M., E. Santoso, F.N. Nisya. 2009. Karakterisasi dan analisis gerombol plasma nutfah jarak pagar Indonesia dan beberapa negara lain menggunakan marka morfologi dan molekuler. *J. Agron. Indonesia* 37:256-264.
- Susantidiana. 2011. Keragaman genetik, persilangan, evaluasi, dan upaya peningkatan progeny tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Tajuddin, T., Minaldi, L. Novita, N. Haska. 2007. Penyediaan bibit tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan metode *ex vitro*. hal. 135-142. *Dalam* E. Karmawati, A. Wahyudi, D.S. Effendi, I.N. Maya, Sumanto, Yusniarti, Mukhasim (Eds.). *Prosiding Lokakarya II Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar (Jatropha curcas L.)*. Bogor, 29 November 2006.
- Wicaksana, N. 2001. Penampilan fenotipik dan beberapa parameter genetik 16 genotipe kentang pada lahan sawah. *Zuriat* 12:15-20.
- Wu, J., S. Gao, L. Tang, P. Hou, J.H. Gao, F. Chen. 2012. The traits, oil content and correlation studies of seed and kernel in *Jatropha curcas* L. *Afr. J. Agric. Res.* 7:1487-1491.