

**ANALISIS KERAGAMAN GENETIK TANAMAN JARAK
PAGAR LOKAL (*Jatropha curcas* L.) BERDASARKAN
PENANDA MOLEKULER
RANDOM AMPLIFIED POLYMORPHIC DNA**

Maftuchah

Pusat Pengembangan Bioteknologi - Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas Km. 8 Malang - 65144
Telp. 0341. 464318-464319 (Ext. 165), Faximile (0341) 460782
E-mail : maftuchah@telkom.net

ABSTRACT

DNA based RAPD (*random amplified polymorphic DNA*) markers have been used extensively to study genetic relationships in a number of fruit crops. A wide genetic diversity exists in the *Jatropha curcas* in Indonesia. Three accession of *Jatropha curcas* were selected to assess genetic relatedness. Total genomic DNA were extracted and subjected to RAPD analysis using 10 primers. Of these, 27 primers amplified *Jatropha curcas* genomic DNA . Cluster analysis clearly showed two groups, the first consisting *Jatropha curcas* and th second groups consisting

Keywords : *Jatropha curcas*, RAPD, molecular marker

RINGKASAN

Informasi mengenai keragaman genetik plasma nutfah sangat diperlukan untuk mendukung program pemuliaan tanaman. Penanda *random amplified polymorphic DNA* telah dipergunakan secara luas dalam studi keragaman genetik tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi keragaman genetik tiga aksesi jarak pagar lokal (Karangtengah, Nusa Tenggara Barat serta Lamongan) dengan menggunakan penanda molekuler *Random Amplified Polymorphic DNA*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Molekuler Tanaman, Pusat Pengembangan Bioteknologi - Universitas Muhammadiyah Malang dengan menggunakan plasma nutfah jarak pagar koleksi Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Karangploso - Malang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 3 aksesi plasma nutfah jarak pagar yang di amplifikasi dengan menggunakan 14

primer RAPD (OPA 2, OPA 9, OPA 10, OPA 13, OPA 15, OPA 18, OPA 19, OPA20, OPF 6, OPF 8, OPF 10, OPF 13, OPF 15 dan OPF 18) telah diperoleh total sejumlah 75 pita DNA pada jarak pagar aksesori Karangtengah, 91 pita pada aksesori Lamongan dan 60 pita pada aksesori NTB. Pita-pita DNA yang dihasilkan dalam reaksi PCR-RAPD tersebut bervariasi dengan ukuran antara 200 bp sampai 2642 bp. Pemakaian primer OPA 18 dan OPA 20 memberikan pola pita DNA yang serupa pada ketiga aksesori tanaman jarak pagar yang diuji. Primer OPA 13, OPA 15, OPA 19 dan OPF 8 tidak memberikan perbedaan pada pola pita DNA yang dihasilkan dari jarak pagar aksesori Karangtengah dan aksesori Lamongan, namun pada aksesori NTB diperoleh perbedaan pola pita DNA yang dihasilkan dibandingkan kedua aksesori lainnya. Hasil analisis kekerabatan menunjukkan bahwa aksesori Lamongan dan Karangtengah memiliki tingkat kekerabatan yang lebih dekat (dengan nilai koefisien 0,72) dan kedua aksesori tersebut memiliki kekerabatan dengan koefisien 0,56 pada aksesori NTB.

Kata Kunci : *Jatropha curcas*, RAPD, penciri molekuler.

PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap minyak bumi yang cenderung meningkat mengakibatkan semakin perlunya pemanfaatan sumber energi terbarukan sebagai bagian penting dalam program diversifikasi energi. Sebagai minyak nabati yang diperoleh dari tumbuhan, biodiesel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sumber energi lain yaitu lebih ramah lingkungan, efisiensi pembakaran lebih tinggi, *biodegradable*, dapat diperbarui serta meningkatkan independensi suplai bahan bakar karena dapat diproduksi secara lokal (BPPT, 2006). Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) termasuk famili Euphorbiaceae. Genus *Jatropha* memiliki 175 spesies dan lima spesies ada di Indonesia yaitu *Jatropha curcas* L., *Jatropha gossypifolia*, *Jatropha integerrima* Jacq., *Jatropha multifida* dan *Jatropha podagrica* Hook (Puslitbang Perkebunan, 2006). Kandungan minyak *Jatropha curcas* L. cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk substitusi minyak diesel atau solar (Puslitbang Perkebunan, 2006).

Dalam upaya penyediaan biji jarak pagar sebagai bahan baku biodiesel perlu tersedia teknologi budidaya dan varietas unggul, namun hingga saat ini belum ada varietas unggul yang memadai (Dwimahyani, 2005 ; Sudarmo *et.al.*, 2007). Di Indonesia belum ada varietas maupun klon unggul jarak pagar yang dihasilkan sehingga sumber benih masih mengandalkan pengumpulan dari berbagai daerah (Hariyadi, 2005). Indonesia memiliki keragaman plasma nutfah jarak pagar yang sangat tinggi, namun variasi tersebut diduga hanya disebabkan oleh perbedaan wilayah yang melahirkan ekotipe-ekotipe tertentu (Hasnam, 2006).

Perbaikan varietas tanaman dapat dilaksanakan jika ada sumber plasma nutfah yang memadai. Keragaman plasma nutfah jarak pagar lokal akan dapat dimanfaatkan untuk perbaikan varietas apabila telah tersedia informasi tentang keragaman genetik dan pola hubungan kekerabatan antara varietas jarak pagar yang satu dengan lainnya baik secara fenotipik maupun molekuler. Disamping itu penggunaan penciri molekuler dapat membantu pemilihan tetua persilangan yang memiliki perbedaan tinggi secara genetik (Correa, 1999) dan melalui pemakaian penciri molekuler diharapkan ketepatan proses seleksi dapat ditingkatkan serta efisiensi waktu seleksi (Jianhua, *et al.*, 1996 ; Arus and Morino-Gonzales, 1993). Teknik molekuler telah memberikan peluang pengembangan dan identifikasi peta genetik species tanaman. Pendekatan genetika molekuler menggunakan penciri DNA telah berhasil membentuk penanda molekuler yang mampu mendeteksi gen dan sifat-sifat tertentu, evaluasi keragaman, kekerabatan serta adanya evolusi pada tingkat genetik (Hoon-Lim *et al.* 1999).

Analisis *RAPD* menggunakan primer sepuluh basa sering digunakan untuk studi kekerabatan dan identifikasi varietas (CIMMYT, 1998) pemetaan genetik, analisis struktur DNA organisme dan *fingerprinting* suatu individu (Maftuchah, 2001). Liu dan Furnier (1993) melaporkan

penggunaan *RAPD* selalu memperlihatkan keragaman lebih tinggi daripada alozim dan *RFLP*, sehingga sangat mendukung upaya analisis keragaman genetik jika latar belakang genomnya belum diketahui. Teknik *RAPD* telah digunakan untuk meningkatkan efisiensi seleksi dini pada tanaman tahunan (Grattapaglia *et al.* 1992). Analisis molekuler *RAPD* juga telah dipergunakan untuk mengembangkan sidik jari dan hubungan genetik (Maftuchah, 2001).

Berbagai penelitian awal telah dilaksanakan di Pusbang Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Malang bekerja sama dengan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (BALITTAS) Karangploso Malang. Dari berbagai penelitian pendahuluan telah diperoleh prosedur isolasi DNA yang menghasilkan DNA genom jarak pagar dengan kualitas cukup baik untuk proses *PCR* (Zainudin dan Maftuchah 2006), rangkaian suhu *PCR* yang optimal serta beberapa primer *RAPD* yang sesuai dalam proses amplifikasi DNA tanaman jarak pagar (Maftuchah dan Zainudin, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang keragaman genetik tiga aksesori jarak pagar lokal (Karangtengah, Nusa Tenggara Barat serta Lamongan) dengan menggunakan penanda molekuler *Random Amplified Polymorphic DNA*.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Molekuler, Pusat Pengembangan Bioteknologi - Universitas Muhammadiyah Malang pada bulan Desember 2006 - Juli 2007. Dalam penelitian ini dipergunakan tiga aksesori tanaman jarak pagar lokal (Karangtengah, Nusa Tenggara Barat serta Lamongan) yang diperoleh dari kebun koleksi tanaman jarak pagar Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (BALITTAS) - Karangploso Malang.

Ekstraksi DNA dilaksanakan dengan menggunakan metode Zheng *et.al.*, (1995) menggunakan bufer pengektak SDS (*sodium dodecyl sulphate*) yang dimodifikasi (Zainudin & Maftuchah, 2006). DNA yang diperoleh selanjutnya diukur konsentrasinya dan diamati dengan menggunakan 0,8 % gel agarose.

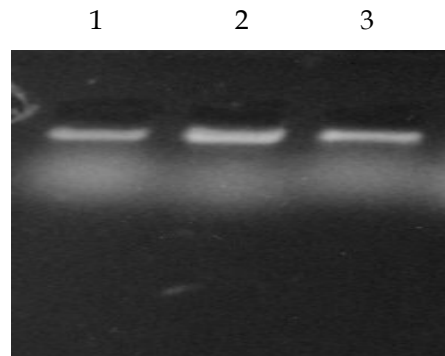
Sampel DNA dari masing-masing aksesi jarak pagar selanjutnya dipergunakan sebagai *template* dalam reaksi PCR - RAPD menggunakan serangkaian suhu PCR dengan total reaksi 45 siklus (Maftuchah dan Zainudin, 2006). Dalam penelitian ini proses PCR - RAPD dilaksanakan dengan menggunakan empat belas primer hasil seleksi awal (Maftuchah dan Zainudin, 2006), dimana masing-masing primer berukuran sepuluh basa (OPA 2, OPA 9, OPA 10, OPA 13, OPA 15, OPA 18, OPA 19, OPA20, OPF 6, OPF 8, OPF 10, OPF 13, OPF 15 dan OPF 18) (Operon Technol). Produk amplifikasi PCR yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan menggunakan elektroforesis gel agarose 1,2 % dan pola pita sidik jari DNA hasil PCR yang diperoleh dibandingkan dengan menggunakan standard penanda 100 bp. Gell hasil elektroforesis divisualisasikan di atas transluminator ultra violet dan didokumentasikan dengan film Polaroid 665.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman plasma nutfah jarak pagar lokal akan dapat dimanfaatkan untuk perbaikan varietas apabila telah tersedia informasi tentang keragaman genetik dan hubungan kekerabatan antara aksesi tanaman jarak pagar yang satu dengan lainnya baik secara fenotipik maupun molekuler. Dalam penelitian awal telah diperoleh serangkaian suhu optimal untuk reaksi PCR-RAPD tanaman jarak pagar. Disamping itu, telah berhasil diseleksi 14 primer RAPD yang sesuai untuk proses

amplifikasi DNA tanaman jarak pagar lokal (Maftuchah dan Zainudin, 2006).

Dalam penelitian ini, DNA genom tanaman jarak pagar diisolasi dari daun muda tanaman jarak pagar. Sampel daun dipilih dari individu tanaman jarak pagar yang sehat dengan pemakaian sampel dari masing-masing aksesori yang diuji (Karang tengah, Lamongan dan Lombok Barat). Proses ekstraksi DNA dilaksanakan dengan menggunakan metode Zheng *et.al.* (1995) yang menggunakan bufer pengektrek SDS (*sodium dodecyl sulphate*) dengan beberapa modifikasi (Zainudin & Maftuchah, 2006). Hasil isolasi DNA jarak pagar lokal Karangtengah, Lamongan dan NTB sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil proses ekstraksi DNA tiga aksesori Jarak Pagar lokal : Karang Tengah (baris 1), Lamongan (baris 2), dan NTB (baris 3)

Salah satu keuntungan pemakaian analisis keragaman genetik tanaman dengan menggunakan teknik molekuler yang memanfaatkan teknologi amplifikasi PCR adalah kuantitas DNA yang diperlukan hanya sedikit. Disamping itu, dalam pelaksanaan teknik RAPD tingkat kemurnian DNA yang dibutuhkan tidak perlu terlalu tinggi, atau dengan kata lain teknik amplifikasi PCR relatif toleran terhadap tingkat kemurnian DNA. Meskipun demikian, dalam suatu teknik isolasi DNA

masih diperlukan suatu tahapan untuk meminimalkan senyawa-senyawa kontaminan yang dapat mengganggu reaksi PCR seperti polisakarida dan metabolit sekunder. Hal ini disebabkan keberadaan polisakarida dan metabolit sekunder dalam sel tanaman sering menyulitkan dalam isolasi asam nukleat (Wilkins and Smarts, 1996).

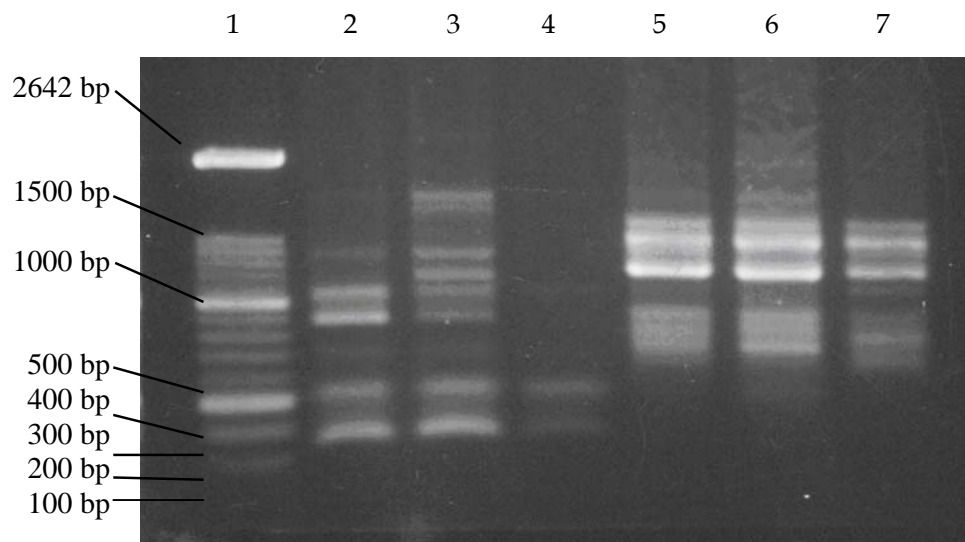
Keragaman plasma nutfah jarak pagar di Indonesia sangat tinggi namun variasi tersebut diduga hanya disebabkan perbedaan wilayah yang melahirkan ekotipe-ekotipe tertentu (Hasnam, 2006). Oleh karena itu, pemilihan tetua persilangan sebaiknya tidak hanya dilaksanakan dengan menggunakan karakter morfologi dan pemanfaatan penanda molekuler diharapkan akan sangat membantu dalam identifikasi plasma nutfah sebagai calon tetua persilangan. (Jianhua, *et al.*, 1996). Dalam penelitian ini diharapkan akan diperoleh informasi mengenai tingkat variasi genetik tiga aksesori jarak pagar dengan menggunakan penanda molekuler RAPD.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 14 primer RAPD yang dipergunakan dalam penelitian ini (OPA 2, OPA 9, OPA 10, OPA 13, OPA 15, OPA 18, OPA 19, OPA20, OPF 6, OPF 8, OPF 10, OPF 13, OPF 15, dan OPF 16) telah diperoleh total sejumlah 75 pita DNA pada tanaman jarak pagar aksesori Karangtengah, 91 pita pada jarak pagar aksesori Lamongan dan 60 pita pada jarak pagar aksesori NTB. Ukuran pita-pita DNA yang dihasilkan bervariasi, antara 200 bp sampai dengan ukuran 2642 bp.

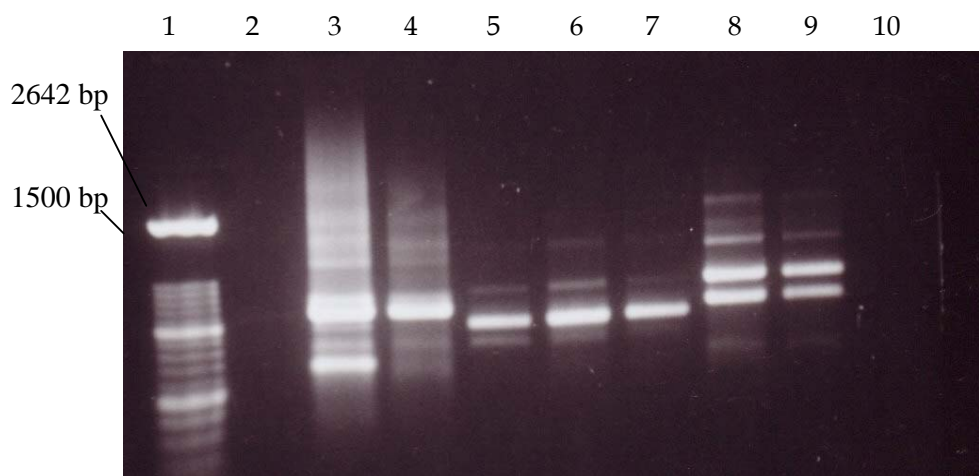
Secara umum, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemakaian primer OPA memberikan jumlah pita DNA yang lebih banyak daripada primer OPF. Akan tetapi, pemakaian primer OPA seringkali tidak mampu memberikan pola pita DNA yang berbeda antara jarak pagar aksesori Karangtengah dan jarak pagar aksesori Lamongan. Hal ini ditunjukkan pada pemakaian primer OPA 13, OPA 15 dan OPA 19 menunjukkan bahwa jarak pagar aksesori Karangtengah dan Lamongan

menunjukkan pola pita DNA yang serupa, namun jauh berbeda dengan pola pita DNA pada aksesori NTB (Gambar 2 dan gambar 3). Dua buah primer OPA (OPA 18 ; OPA 20) memberikan pola pita DNA yang serupa pada ketiga aksesori tanaman jarak pagar yang diuji (Karangtengah, Lamongan dan NTB) (Gambar 4).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemakaian beberapa primer OPA 2 memberikan pita DNA sebanyak 7 pita pada Karangtengah, 9 pita pada Lamongan dan 3 pita pada NTB. Primer OPA 13 memberikan pola pita DNA yang serupa pada Karangtengah dan Lamongan, namun berbeda dengan NTB.



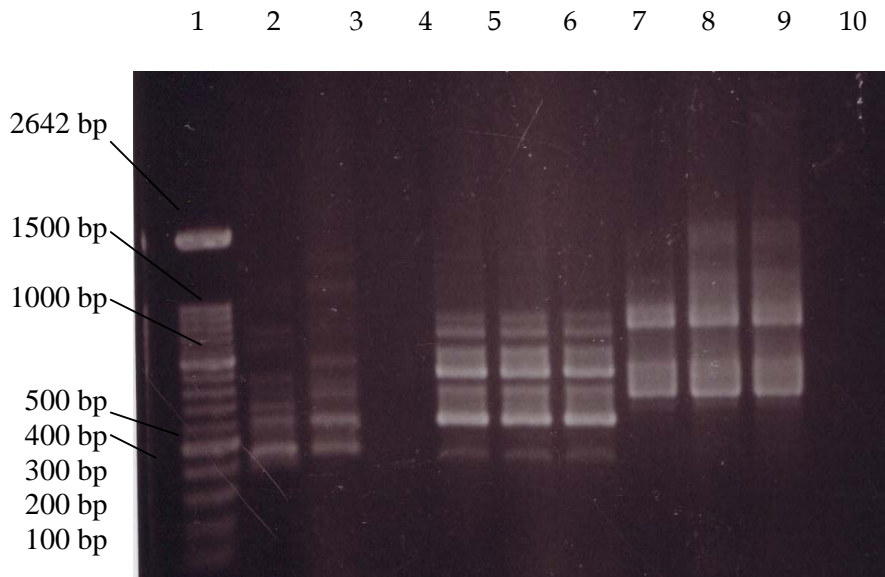
Gambar 2. Sidik jari DNA jarak pagar lokal dengan menggunakan primer RAPD : Penanda 100 bp ladder (Baris 1), Karangtengah-OPA 2 (Baris 2), Lamongan-OPA 2 (Baris 3), NTB-OPA 2 (Baris 4), Karangtengah-OPA 13 (Baris 5), Lamongan- OPA 13 (Baris 6), NTB-OPA 13 (Baris 7).



1000 bp
 500 bp
 400 bp
 300 bp
 200 bp
 100 bp

Gambar 3. Sidik jari DNA jarak pagar lokal dengan menggunakan primer RAPD : Penanda 100 bp ladder (Baris 1), Karangtengah - OPA 9 (Baris 2), Lamongan-OPA 9 (Baris 3), NTB-OPA 9 (Baris 4), Karangtengah-OPA 15 (Baris 5), Lamongan- OPA 15 (Baris 6), NTB-OPA 15 (Baris 7), Karangtengah-OPA 19 (Baris 8), Lamongan- OPA 19 (Baris 9), NTB-OPA 19 (Baris 10).

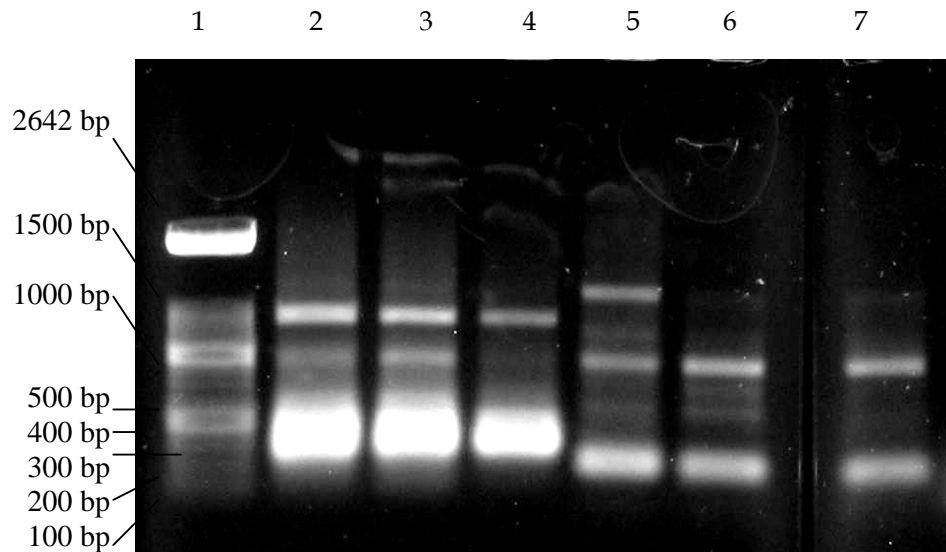
Primer OPA 15 dan primer OPA 19 memberikan pola pita DNA yang serupa pada aksesori Karangtengah dan Lamongan (Gambar 3). Gambar 4 menunjukkan bahwa primer OPA 10 memberikan sejumlah 7 pita pada tanaman jarak pagar aksesori Karangtengah dan 9 pita pada tanaman aksesori Lamongan. Dua primer lainnya (OPA 18 ; OPA 20) memberikan pola pita DNA yang serupa pada ketiga aksesori tanaman jarak pagar Karangtengah, Lamongan dan NTB dengan sebaran ukuran pita-pita DNA yang dihasilkan antara 400 bp - 2642 bp.



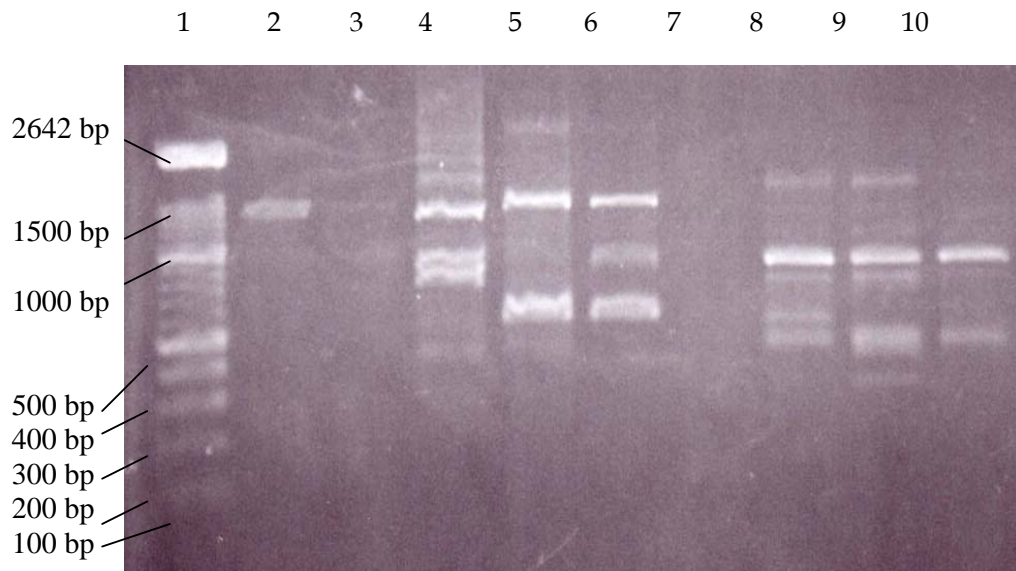


Gambar 4. Sidik jari DNA jarak pagar lokal dengan menggunakan primer RAPD : Penanda 100 bp ladder (Baris 1), Karangtengah - OPA 10 (Baris 2), Lamongan-OPA 10 (Baris 3), NTB-OPA 10 (Baris 4), Karangtengah-OPA 18 (Baris 5), Lamongan- OPA 18 (Baris 6), NTB-OPA 18 (Baris 7), Karangtengah-OPA 20 (Baris 8), Lamongan- OPA 20 (Baris 9), NTB-OPA 20 (Baris 10).

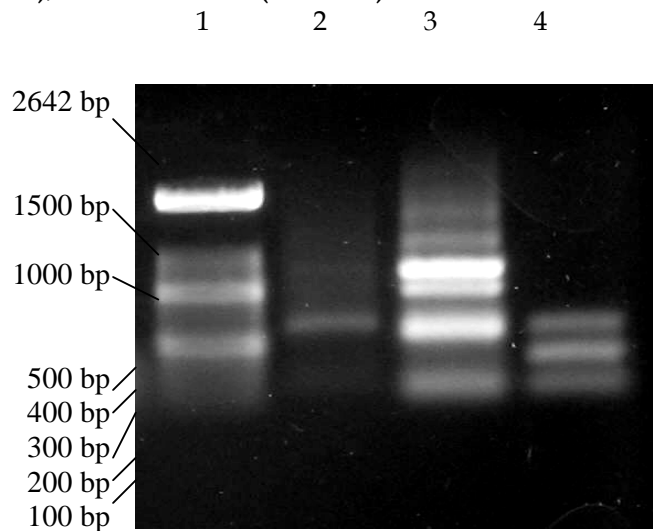
Gambar 5 menunjukkan bahwa pemakaian primer OPF 8 menghasilkan pola pita DNA yang serupa pada aksesori jarak pagar Karangtengah dan aksesori Lamongan dengan ukuran pita DNA berkisar antara 200 bp - 1500 bp.



Gambar 5. Sidik jari DNA jarak pagar lokal dengan menggunakan primer RAPD : Penanda 100 bp ladder (Baris 1), Karangtengah - OPF 8 (Baris 2), Lamongan-OPF 8 (Baris 3), NTB - OPF 8 (Baris 4), Karangtengah - OPF 10 (Baris 5), Lamongan - OPF 10 (Baris 6), NTB - OPF 10 (Baris 7)

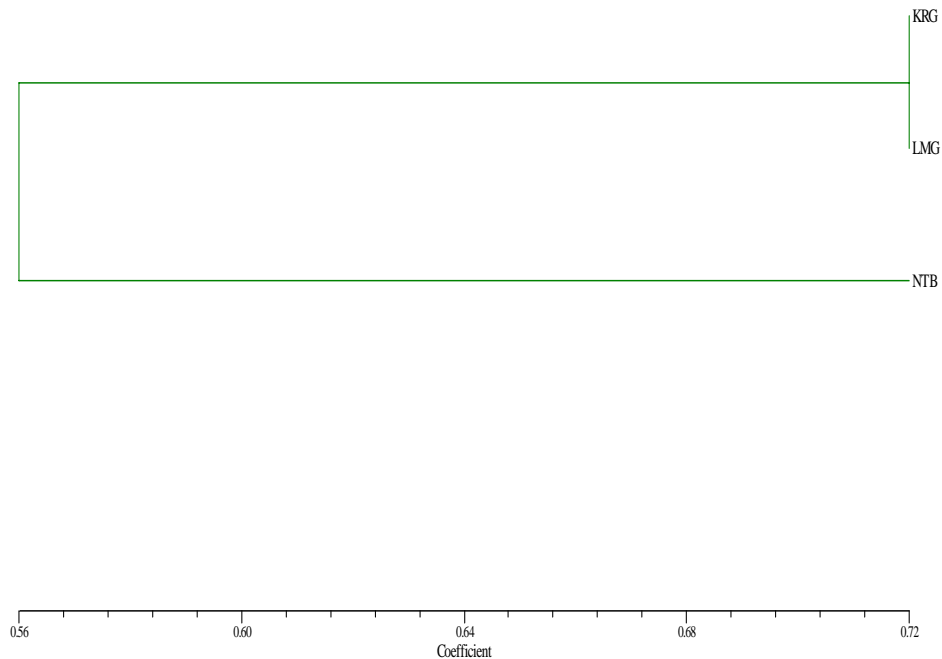


Gambar 6. Sidik jari DNA jarak pagar lokal dengan menggunakan primer RAPD : Penanda 100 bp ladder (Baris 1), Karangtengah - OPF 6 (Baris 2), Lamongan-OPF 6 (Baris 3), NTB - OPF 6 (Baris 4), Karangtengah - OPF 13 (Baris 5), Lamongan - OPF 13 (Baris 6), NTB - OPF 13 (Baris 7), Karangtengah - OPF 15 (Baris 8), Lamongan - OPF 15 (Baris 9), NTB -OPF 15 (Baris 10).



Gambar 7. Sidik jari DNA jarak pagar lokal dengan menggunakan primer RAPD : Penanda 100 bp ladder (Baris 1), Karangtengah - OPF 16 (Baris 2), Lamongan-OPF 16 (Baris 3), NTB - OPF 16 (Baris 4)

	Karangtengah	Lamongan	NTB
OPA 2	7	9	3
OPA 9	-	11	9
OPA 10	7	9	1
OPA 13	9	9	7
OPA 15	5	5	4
OPA 18	7	7	7
OPA 19	7	7	-
OPA 20	6	6	6
OPF 6	1	-	7
OPF 8	5	5	4
OPF 10	6	6	5
OPF 13	5	4	-
OPF 15	7	7	5
OPF 16	3	6	3
OPA 2	7	9	3



Gambar 8. Kurva analisis kekerabatan antara tanaman jarak pagar aksesori NTB, Karang tengah dan Lamongan dengan menggunakan penanda molekuler RAPD.

Analisis *RAPD* menggunakan primer sepuluh basa telah banyak dipergunakan dalam analisis keragaman genetik dan identifikasi variasi genetik berbagai varietas tanaman (CIMMYT, 1998), pemetaan genetik, analisis struktur DNA organisme dan *finggerprinting* suatu individu tanaman (Maftuchah, 2001). Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pola pita dari ketiga aksesori jarak pagar yang diuji melalui pemakaian primer OPF 6, OPF 13, OPF 15 (Gambar 6) dan primer OPF 16 (Gambar 7). Secara umum, hasil penelitian ini menunjukkan adanya variasi genetik dari ketiga aksesori jarak pagar lokal yang diuji dengan menggunakan primer OPA maupun OPF. Namun ada dua primer (OPA 18 dan OPA 20) yang tidak mampu menunjukkan adanya perbedaan diantara ketiga aksesori tersebut dalam reaksi PCR.

Gambar 12 menunjukkan hasil analisis kekerabatan aksesori Lamongan dan Karangtengah memiliki tingkat kekerabatan yang lebih dekat (dengan nilai koefisien 0,72) dan kedua aksesori tersebut memiliki kekerabatan dengan koefisien 0,56 jika dibandingkan terhadap aksesori NTB.

KESIMPULAN

1. Dari 14 primer RAPD yang diuji (OPA 2, OPA 9, OPA 10, OPA 13, OPA 15, OPA 18, OPA 19, OPA20, OPF 6, OPF 8, OPF 10, OPF 13, OPF 15, dan OPF 16) telah diperoleh total sejumlah 75 pita DNA pada jarak pagar Karangtengah, 91 pita pada aksesori Lamongan dan 60 pita pada aksesori NTB, dengan ukuran pita DNA yang dihasilkan antara 200 bp sampai 2642 bp.
2. Secara umum pemakaian primer OPA memberikan jumlah pita DNA yang lebih banyak daripada primer OPF.
3. Pemakaian primer OPA 13, OPA 15, OPA 19 dan OPF 8 tidak memberikan perbedaan pola pita DNA antara jarak pagar aksesori Karangtengah dan jarak pagar aksesori Lamongan, namun menunjukkan adanya perbedaan pola pita DNA pada jarak pagar aksesori NTB.
4. Primer OPA 18 dan OPA 20 memberikan pola pita DNA yang serupa pada ketiga aksesori tanaman jarak pagar yang diuji
5. Aksesori Lamongan dan Karangtengah memiliki tingkat kekerabatan yang lebih dekat (dengan nilai koefisien 0,72) dan kedua aksesori tersebut memiliki tingkat kekerabatan dengan koefisien 0,56 terhadap aksesori NTB.

DAFTAR PUSTAKA

Arus, P. And J. Moreno-Gonzales. 1993. Marker assisted selection. In.

Hayward, MD., NO. Bosemark, and I. Romagosa (Eds). Plant Breeding : Principles and Prospects. Chapman and Hall. London. P. 314-331

BPPT. 2006. Biodisel. <http://ec.bppt.go.id/biodiesel/index.htm>

CIMMYT, 1998. Molecular Marker Applications to Plant Breeding. *In: Amboinet's First Training Workshop*, 9 November-4 Desember, El Batan, Mexico. 76 p.

Correa, R. X., Ricardo V. A., Fabio G. F. Cosme D. C., Maurilio A. M., dan Everaldo G. B., 1999. *Genetic Distance in Soybean Based on RAPD Markers*. <http://www.scielo.br/scielo.php> diakses 22 April 2004.

Dwimahyani, I. 2005. Pemuliaan mutasi tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). <http://www.ristek.go.id/index.php?mod=News&conf=v&id=972>. Diakses 6 Desember 2006

Grattapaglia D., J. Chaparro, P. Wilcox, S. McCord, D. Werner, H. Amerson, S. McKeand, F. Bridgwater, R. Whetten, D. O'Malley and R. Sederoff. 1992. Mapping in woody plants with RAPD markers : Application to breeding in forestry and horticulture. P. 37-40. *in*. Application of RAPD technology to plant breeding Symposia Series. Minneapolis, 1 Nov 1992.

Hariyadi. 2005. Budidaya Tanaman jarak (*Jatropha curcas* L.) sebagai sumber bahan alternatif biofuel. Lokakarya prospektif sumberdaya lokal bioenergi. KNRT-Puspipstek Serpong. Jakarta 14-15 September 2007. <http://www.ristek.go.id/index.php?mod=News&conf=v&id=968>. Diakses 6 Desember 2006.

Hasnam. 2006. Variasi *Jatropha curcas* L. Infotek Jarak Pagar. Volume 1, No. 2, Februari 2006. http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/index.php?Option=com_content&task=view&id=38&Itemid=7

Hoon-Lim S, Peng Teng PC, Lee YH, and Goh CJ. 1999. RAPD analysis of some species in the genus vanda (orchidaceae). *Annals of Botany*. 83:193-196.

Jianhua, Z., M. B. McDonald dan P. M. Sweeney, 1996. Soybean cultivar identification using RAPD. *Seed Science Technology*, 24:589-592.

Liu Z and Furnier GR. 1993. Comparison of allozyme, RFLP and RAPD

markers for revealing genetic variation within and between Trembling Aspen and Bigtooth Aspen. *Theor. Appl. Genet.* 87:97-105.

Maftuchah dan Zainudin, A. 2006. Optimasi proses *Polimerase Chain Reaction* DNA genom tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Laporan Penelitian. Program Penelitian Dasar Keilmuan (PDK). DPP-Universitas Muhammadiyah Malang. 76 hal.

Maftuchah. 2001. Strategi pemanfaatan penanda molekuler dalam perkembangan bidang hortikultura. Makalah Sarasehan Pemanfaatan Penanda Molekuler di Bidang Hortikultura. IndoBIC. Bogor.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2006. Infotek Jarak Pagar Volume 1, Nomor 2, Februari 2006. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.

Sudarmo, Heliyanto, B., Suwarso, dan Sudarmadji. 2007. Aksesibilitas potensial jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Lokakarya II: Status Teknologi Tanaman Jarak Pagar di Bogor, 29 Nopember 2006. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.

Zainudin dan Maftuchah. 2006. Pengembangan metode isolasi DNA genom pada tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *GAMMA Jurnal Ilmu Eksakta*, Volume 2 Nomor 1.

Zheng K, Huang N, Bennet P. and Khush GS. 1995. PCR-based marker assisted selection in rice breeding. *IRRI news lett* 2.