

OpL

258
10/1002
A

ISSN 1410-4377

Buletin

Plasma Nutfah

Volume 7 Nomor 1 Tahun 2001



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian

Penanggung Jawab

Ketua Komisi Nasional Plasma Nutfah

Kusuma Diwyanto

Dewan Redaksi

Sugiono Moeljopawiro

Surahmat Kusumo

Maharani Hasanah

Subandriyo

Redaksi Pelaksana

Husni Kasim

Hermanto

Alamat Redaksi

Sekretariat Komisi Nasional

Plasma Nutfah

Jalan Merdeka 147 Bogor 16111

Telp/Faks. (0251) 327031

E-mail: genres@indo.net.id

Buletin ilmiah *Plasma Nutfah*
diterbitkan oleh Badan Penelitian dan
Pengembangan Pertanian secara
berkala, dua kali setahun, memuat
tulisan hasil penelitian dan tinjauan
ilmiah tentang eksplorasi, konservasi,
karakterisasi, evaluasi, dan utilisasi
plasma nutfah tanaman, ternak, ikan,
dan mikroba yang belum pernah
dipublikasi di media lain.

Daftar Isi

Variasi Morfologi dan Isoenzim pada Tanaman Garut (<i>Marantha arundinaceae</i>)	
..... Sudiarto dan D. Sukmadjaja	1
Karakterisasi Plasma Nutfah Bawang Merah	
..... Suryadi, Luthfy, dan Yenni Kusandriani	8
Beberapa Jenis Herba Bermanfaat sebagai Sumber Plasma Nutfah Obat Tradisional	
..... Endjo Djauhariya dan Sukarman	12
Daya Dukung Satwa Herbivora (Rusa, Kuda, dan Kerbau) di Pulau Rinca Taman Nasional Komodo	
..... R. Garsetiasih	22
Sumber Daya Genetik untuk Perbaikan dan Perakitan Varietas Unggul Baru Tanaman Pangan	
... T.S. Silitonga, S.G. Budiarti, S.A. Rais, dan Asadi	26
Perbanyakan dan Penyimpanan Tanaman <i>Raufolesia serpentina</i> secara <i>In Vitro</i>	
..... Endang Gati L. dan Ika Mariska	40
Koleksi Plasma Nutfah Bawang Merah Tahan Bercak Ungu, Antraknose, dan Virus	
..... Suryadi dan Euis Suryaningsih	46

Gambar sampul:

Tanaman dan umbi garut (*Marantha arundinaceae*)



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian**

Variasi Morfologi dan Isoenzim pada Tanaman Garut (*Marantha arundinaceae*)

Sudiarto¹⁾ dan D. Sukmadjaja²⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor

²⁾ Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

ABSTRACT

This experiment was conducted to study the morphological and genetical variations in *Marantha arundinaceae* population. Nineteen of *M. arundinaceae* accessions from various locations in Indonesia have been analyzed for their characters. Morphological variation was analyzed by measuring the height of plant, number of leaves and number of root at five months plant age. Genetic variation was conducted by isoenzymes analysis through polyacrilamide gel electrophoresis method. The isoenzymes analyzed were malate dehydrogenase, peroxidase and catalase. Results of the morphological analysis showed that some accessions have different characters on parameters tested. Population of A17 has showed significant variation compared to the others for all parameters tested. Accessions A7 showed variation on height of plant and number of leaves, whereas A14 showed the highest value of root number. Results of isoenzymes analyzes revealed there were polymorphisms from three isoenzymes analysed. The isoenzymes analyzes revealed that banding patterns and regions or loci were: two types and two loci for malate dehydrogenase; four types and two loci for peroxidase; and three types and one locus for catalase. Dendrogram analyzes showed that the nineteen accessions could be classified into four groups, based on the genetic distance of 0.86. Accession of A17 was likely to have a great genetic variations and this great variation was also showed in morphological characters.

Key words: *Marantha arundinaceae*, morphology, genetic, isoenzyme, electrophoresis.

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengetahui variabilitas koleksi populasi tanaman garut, baik dari segi morfologi maupun genetik. Sebanyak 19 aksesori tanaman garut yang berasal dari beberapa daerah telah diuji karakter morfologi dan genetiknya. Untuk karakterisasi morfologi, penelitian dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah akar pada saat tanaman berumur lima bulan. Untuk karakterisasi genetik dilakukan analisis isoenzim dengan metode elektroforesis gel poliakrilamid tipe vertikal. Analisis dilakukan terhadap tiga sistem isoenzim yaitu malate dehidrogenase, peroksidase, dan katalase. Hasil analisis morfologi menunjukkan adanya keragaman

yang nyata dari ketiga parameter yang diamati. Populasi aksesori A17 menunjukkan variasi yang sangat nyata dibanding aksesori lainnya untuk semua parameter yang diteliti. Aksesori A7 berbeda nyata dengan aksesori lainnya untuk parameter tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan aksesori A14 menunjukkan perbedaan jumlah akar yang nyata. Hasil analisis isoenzim terhadap ke-19 aksesori menunjukkan adanya polimorfisme dari ketiga sistem yang diuji. Masing-masing isoenzim menghasilkan pola pita dan jumlah lokus sebanyak dua tipe dan dua lokus untuk malate dehidrogenase, empat tipe dan dua lokus pada peroksidase, dan tiga tipe dan satu lokus pada katalase. Dendrogram dari aksesori-aksesori yang diuji berdasarkan variasi pola pita menghasilkan empat kelompok pada nilai kesamaan 0,86. Aksesori A17 yang merupakan satu-satunya anggota dari kelompok IV diduga mempunyai variasi genetik yang paling besar dibanding aksesori lainnya. Hal yang sama juga ditunjukkan dalam pengujian karakter morfologi.

Kata kunci: *Marantha arundinaceae*, morfologi, genetik, isoenzim, elektroforesis.

PENDAHULUAN

Tanaman garut (*Maranta arundinaceae* L.) merupakan tanaman yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai penghasil bahan baku tepung alternatif. Di Indonesia, tanaman ini dapat dijadikan sebagai bahan baku tepung substitusi terigu, terutama untuk industri mie dan roti (Sudiarto, 2000).

Penyediaan bahan tanaman (aksesori) unggul dari plasma nutfah yang ada merupakan salah satu faktor pembatas dalam program pengembangan tanaman garut. Karakterisasi dan informasi variabilitas genetik dari aksesori-aksesori tanaman garut yang ada menjadi bagian penting guna menunjang program pengembangan tanaman ini. Variabilitas sifat tanaman dapat disebabkan oleh keragaman genetik dan atau lingkungan. Sifat-sifat kuantitatif biasanya dikontrol banyak gen dan dipengaruhi oleh lingkungan, sedangkan sifat-sifat kualitatif biasanya sebaliknya (Hengky dan Hartana, 1993).

Isoenzim adalah enzim pada suatu individu yang sama yang bentuk molekulnya berbeda tetapi menunjukkan fungsi enzimatis yang sama. Merupakan produk dari gen dan relatif bebas dari pengaruh lingkungan, isoenzim dapat digunakan sebagai penanda genetik. Selain itu, isoenzim bersifat kondominan dalam pewarisannya bersegregasi secara normal menurut hukum Mendel.

Analisis isoenzim dapat digunakan sebagai metode untuk mengetahui variasi genetik yang disebabkan oleh perubahan-perubahan pada kromosom maupun pada satu lokus (Marburger dan Jauhar, 1989). Penggunaan isoenzim sebagai penanda biokimia memungkinkan para pemulia untuk mengkonstruksi peta kromosom; mengkarakterisasi genotip, galur dan varietas; mengontrol persilangan; memeriksa kemurnian benih; identifikasi ploidi dan hibrida interspesifik (Baes dan Van Cutsem, 1993).

Penggunaan sistem isoenzim sebagai penanda biokimia untuk keperluan pemuliaan tanaman telah banyak dilakukan. Baes dan Van Cutsem (1993) telah menganalisis dengan metode elektroforesis 11 sistem isoenzim untuk mengetahui variasi genetik dari 11 varietas tanaman *Cichorium intybus* dan enam varietas tanaman *C. endivia*.

Wagner dan Wrickle (1991) telah meneliti lima sistem isoenzim untuk digunakan sebagai analisis genetik pada tanaman *Beta vulgaris*. Hengky dan Hartana (1993) telah mengevaluasi 30 populasi tanaman kelapa ke dalam beberapa kelompok dengan cara menganalisis keragaman pola pita isoenzimnya. Analisis isoenzim dengan metode elektroforesis sering pula digunakan untuk mengetahui keragaman yang terjadi pada tanaman yang telah diinduksi dengan mutasi buatan (Winarno *et al.*, 1992; Sukmadjaja *et al.*, 1996).

Saat ini Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) telah mengkoleksi aksesori-aksesi tanaman garut di Kebun Percobaan Cimanggu yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia (Sudiarto, 2000). Beberapa aksesori diduga memiliki fenotipik dan genetik yang beragam. Untuk itu, dilakukan penelitian guna mempelajari variabilitas yang terdapat di antara aksesori-aksesi tanaman garut tersebut secara visual dan analisis isoenzim.

BAHAN DAN METODE

Untuk karakterisasi morfologi, pengambilan contoh tanaman dilakukan terhadap 10 dari 19 populasi aksesori tanaman garut di Kebun Percobaan Cimanggu, Balitro, Bogor, yang telah berumur lima bulan. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah akar.

Untuk analisis isoenzim, dari 19 nomor tanaman garut (A1-A19) diambil bagian tanaman berupa daun muda untuk digunakan sebagai sampel yang akan diekstraksi. Sebanyak 500 mg daun muda dihomogenisasi dalam mortar yang disimpan di atas bak berisi es dengan penambahan larutan pengekstrak tingkat sedang yang mengandung 75 mM penyangga Tris-HCl pH 7,5; 5% sukrosa; 5% PVP-40; 0,1% merkaptioethanol; 50 mM asam askorbat; 10 mM dietilditiokarbamate dan 0,1% bovine serum albumin (Wendel dan Weeden, 1989).

Ekstrak disentrifugasi pada 4000 rpm selama 5 menit dan supernatannya digunakan sebagai sampel untuk dielektroforiskan. Sebanyak 50 µL supernatan untuk setiap sampel dimasukkan ke dalam setiap lubang (sumur) pada cetakan gel yang sudah disiapkan. Komposisi gel pemisah adalah 5% akrilamid/bis (untuk analisis katalase) atau 10% (untuk analisis peroksidase dan malate dehidrogenase); 375 mM Tris-HCl pH 8,8; 0,075% TEMED dan 0,05% ammonium persulfat. Cetakan gel yang dibuat berukuran 17 x 15 x 1,5 cm masing-masing untuk panjang, lebar, dan tebal.

Sebagai pengantar elektroda digunakan larutan penyangga yang mengandung 25 mM Tris-glisin pH 6,8. Elektroforesis dilakukan dalam lemari pendingin pada suhu 10°C dengan dialiri arus listrik sebesar 40-50 mA pada tegangan 150-200 volt selama ± 5 jam. Tiga macam isoenzim yaitu malate dehidrogenase (MDH; E.C.1.1.1.37), peroksidase (PRX; E.C. 1.11.1.7), dan katalase (CAT; E.C.1.11.1.6) diamati polimorfismenya berdasarkan pola pita yang terbentuk.

Metode pewarna yang digunakan untuk mendeteksi pola pita yang terbentuk dari enzim yang dianalisis disesuaikan dengan masing-masing enzim tersebut, sesuai dengan metode pewarnaan Wendel dan Weeden (1989).

Pola pita hasil pewarnaan digambar dalam bentuk zimogram. Polimorfisme dari pola pita yang terbentuk diukur jarak genetiknya berdasarkan ada tidaknya pita, kemudian dibuat matrik data untuk analisis kluster menggunakan program pc-NTSYS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi Morfologi

Hasil analisis terhadap keragaman tinggi tanaman, jumlah daun dan akar ke-19 aksesi tanaman garut sangat nyata (Tabel 1). Keragaman tinggi tanaman aksesi A3, A7, dan A19 menunjukkan nilai yang relatif sama. Aksesi A17 lebih pendek dari aksesi lainnya. Aksesi yang menunjukkan keragaman tinggi tanaman dengan nilai yang relatif sama tingginya adalah A2, A4, A5, A6, A10, A12, A16, dan A18.

Aksesi A7 mempunyai jumlah daun terbanyak dan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan aksesi yang lain. Sebaliknya, aksesi A17 merupakan tanaman yang mempunyai jumlah daun pa-

ling sedikit dengan rata-rata sekitar sepertujuh dari A7. Untuk parameter jumlah daun, aksesi yang memiliki nilai kesamaan tertinggi dijumpai pada A3, A5, A13, A18, dan A19.

Untuk parameter jumlah akar, aksesi A14 memiliki jumlah terbanyak dengan rata-rata 13,1 sedangkan aksesi A17 memiliki akar paling sedikit dengan rata-rata hanya 1,0. Sebanyak 13 aksesi memiliki nilai keragaman yang relatif sama dengan jumlah akar berkisar antara 3,5–6,8.

Dari segi morfologi, populasi aksesi A17 menunjukkan nilai paling rendah dibandingkan dengan aksesi lainnya untuk ketiga parameter yang diamati. Aksesi A7 mempunyai nilai tertinggi untuk tinggi tanaman dan jumlah daun, sedangkan untuk jumlah akar relatif tidak berbeda nyata dibanding dengan jumlah akar A14.

Keragaman visual morfologis dan agronomis dari semua aksesi diduga merupakan refleksi dari perubahan aktivitas enzim yang disebabkan oleh adanya migrasi pada tingkat kromosomal secara acak, hilangnya kromosom atau terjadinya kerusakan sentromerik (Marburger dan Jauhar, 1989).

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun dan akar tanaman garut umur lima bulan.

No. aksesi	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (lb)	Jumlah akar
A1	59,6 bcd	41,7 d	4,9 bc
A2	67,3 abcd	48,8 cd	5,3 bc
A3	75,2 a	62,8 abc	8,1 ab
A4	62,2 abcd	41,5 d	5,3 bc
A5	64,5 abcd	66,5 abc	9,1 ab
A6	66,9 abcd	66,8 ab	7,6 ab
A7	73,7 a	72,4 a	7,8 ab
A8	59,2 cd	48,6 cd	4,8 bc
A9	56,1 d	40,2 d	3,5 bc
A10	66,8 abcd	41,3 d	4,1 bc
A11	72,4 ab	56,7 abcd	6,8 bc
A12	67,5 abcd	55,3 abcd	6,4 bc
A13	72,6 ab	59,8 abc	5,2 bc
A14	70,5 abc	68,5 ab	13,1 a
A15	71,7 abc	50,8 bcd	7,0 bc
A16	62,4 abcd	55,3 abcd	5,2 bc
A17	15,7 e	10,1 e	1,0 c
A18	68,1 abcd	60,6 abc	5,1 bc
A19	73,7 a	62,9 abc	5,5 bc

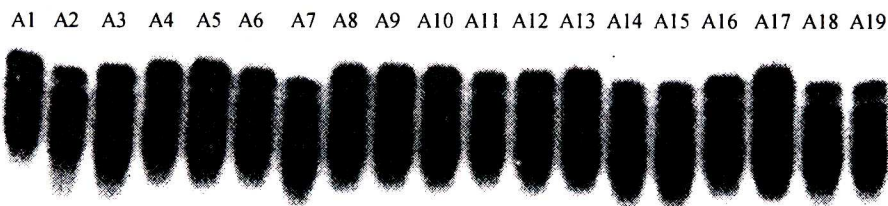
Angka selanjut yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,01 DMRT.

Variasi Isoenzim

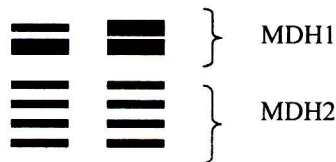
Hasil pewarnaan yang menunjukkan pola pita ketiga isoenzim yang diambil dari 19 aksesori tanaman garut dapat dilihat pada Gambar 1, 3, dan 5. Kecuali pada sistem isoenzim katalase (CAT), pola pita yang terbentuk dari sistem isoenzim malate dehidrogenase (MDH) dan peroksidase (PRX) terlihat pengelompokkan wilayah pita atau zona-zona yang diduga terbentuk karena perbedaan lokus dari isoenzim tersebut. Pada zimogram MDH diperoleh dua zona (MDH1 dan MDH2). PRX juga memben-

tuk dua zona (PRX1 dan PRX2), sedangkan katalase hanya membentuk satu zona.

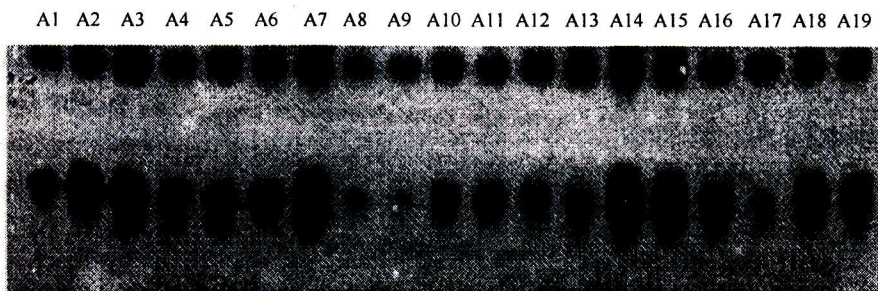
Zona tersebut ada yang menunjukkan variasi pola pita yang berbeda (polimorfisme). Polimorfisme ini menghasilkan tipe pola pita yang berbeda dari ketiga isoenzim yang dianalisis, masing-masing dua tipe (A dan B) pada MDH, empat tipe (A, B, C dan D) pada PRX, dan tiga tipe (A, B dan C) pada CAT (Gambar 2, 4, dan 6). Keragaman pola pita dari ketiga sistem isoenzim menunjukkan adanya variasi antaraksesi tanaman garut yang diteliti.



Gambar 1. Pola pita MDH dari 19 aksesori tanaman garut.



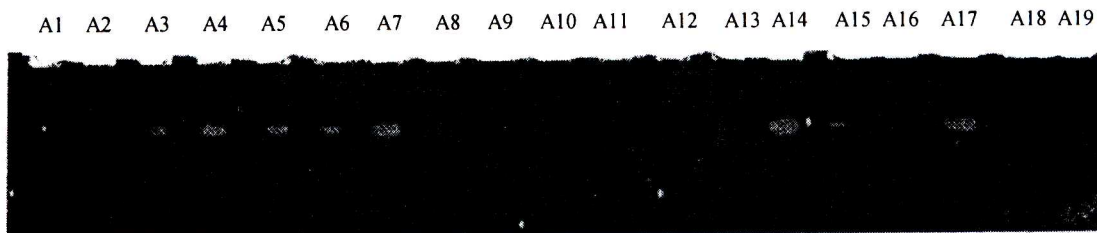
Gambar 2. Zimogram tipe pola pita MDH garut.



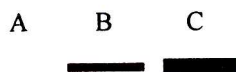
Gambar 3. Pola pita PRX dari 19 aksesori tanaman garut.



Gambar 4. Zimogram tipe pola pita PRX.



Gambar 5. Pola pita dari 19 aksesori tanaman garut.



Gambar 6. Zimogram tipe pola pita CAT.

Pada analisis isoenzim MDH, variasi yang terjadi adalah pada zona MDH1 yang ditunjukkan oleh adanya dua macam pita dengan intensitas yang berbeda. Variasi ini menghasilkan dua tipe pola pita yang berbeda yaitu A dan B yang masing-masing beranggotakan 7 dan 12 nomor aksesori. Pada analisis PRX, variasi terjadi pada kedua zona yang dihasilkan (PRX1 dan PRX2). Zona PRX1 hanya menghasilkan dua macam pita dengan intensitas yang berbeda, sedangkan pada zona PRX2 dihasilkan empat pola yaitu tiga macam pita dengan intensitas berbeda dan tanpa kehadiran pita. Kombinasi variasi dari kedua zona tersebut menghasilkan empat tipe pola pita (A, B, C, dan D) masing-masing hanya beranggotakan 3, 3, 8 dan 5 aksesori (Tabel 2).

Analisis CAT hanya menghasilkan satu zona dengan tiga tipe pola pita yang berbeda. Dari 19 aksesori yang diteliti, terdapat 11 aksesori tidak menghasilkan pita sedangkan delapan aksesori lainnya menghasilkan dua macam pita dengan intensitas berbeda, di mana empat aksesori menunjukkan pita dengan in-

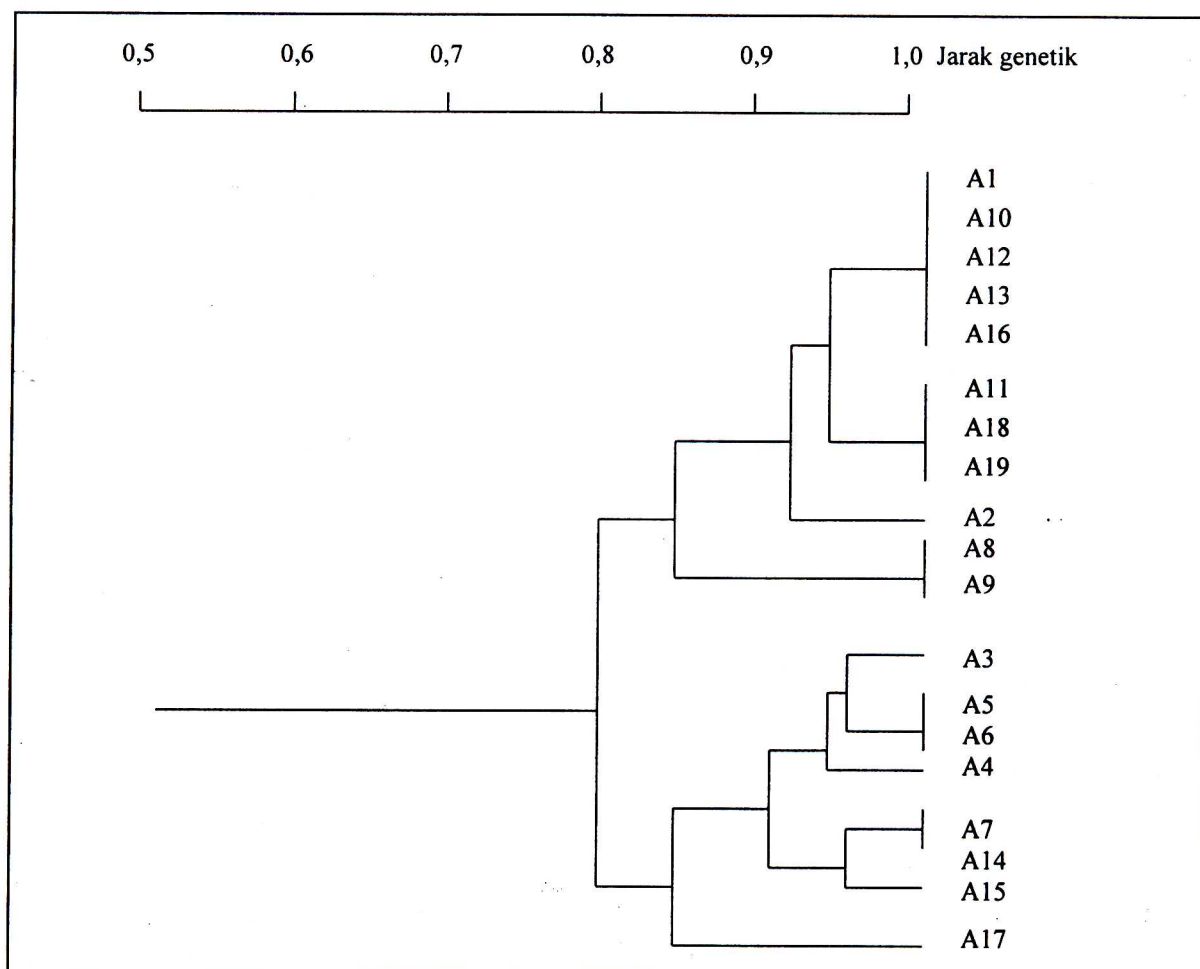
tensitas yang cukup tinggi dan empat aksesori lainnya lebih rendah (Gambar 5 dan 6).

Dari hasil analisis pola pita yang terbentuk, interpretasi adanya variasi karena hilang atau penambahan pita. Hal ini diduga karena adanya delesi, duplikasi, penambahan basa atau transposisi dari gen-gen yang mengkode. Perbedaan intensitas pita diduga karena peningkatan ekspresi gen yang disebabkan oleh trisomi dan tetrasomi (Marburger dan Jauhar, 1989; Lessner dan Orton, 1986).

Dendrogram pada Gambar 7 menunjukkan pengelompokan dan jarak genetik dari semua aksesori yang dianalisis berdasarkan variasi pola pita yang dihasilkan dari ketiga isoenzim yang diteliti. Dari dendrogram tersebut, pada jarak genetik atau nilai kesamaan 0,86 akan dihasilkan empat kelompok (I, II, III dan IV) dengan jumlah anggota yang berbeda. Kelompok I memiliki anggota paling banyak (sembilan aksesori) dan merupakan kelompok terbesar dengan hubungan yang paling dekat dilihat dari pola pita sama yang dimilikinya.

Tabel 2. Pengelompokan aksesori berdasarkan tipe pola pita MDH, PRX dan CAT.

Tipe pola pita	Jumlah aksesori	Nomor aksesori
MDH		
A	7	A2, A7, A11, A14, A15, A18, A19
B	12	A1, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A10, A12, A13, A16, A17
PRX		
A	3	A8, A9, A17
B	3	A1, A12, A13
C	8	A4, A5, A6, A10, A11, A16, A18, A19
D	5	A2, A3, A7, A14, A15
CAT		
A	11	A1, A2, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A16, A18, A19
B	4	A3, A5, A6, A15
C	4	A4, A7, A14, A17



Gambar 7. Dendrogram jarak genetik dari 19 aksesori tanaman garut berdasarkan analisis isoenzim MDH, PRX dan CAT.

Kelompok II beranggotakan dua aksesori yaitu A8 dan A9 dengan nilai kesamaan paling tinggi yaitu 1,0. Kelompok I dan II mempunyai nilai kesamaan pada jarak 0,85. Kelompok III merupakan kelompok kedua terbanyak anggotanya (tujuh aksesori), sedangkan kelompok IV hanya beranggotakan satu aksesori (A17). Seperti halnya kelompok I dan II, kelompok III dan IV mempunyai nilai kesamaan pada jarak 0,85. Berdasarkan dendrogram pengelompokan tersebut maka nilai kesamaan semua aksesori berada pada nilai 0,81.

Hasil analisis isoenzim menunjukkan bahwa aksesori A17 mempunyai variasi yang paling besar terhadap aksesori-aksesori lainnya. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh variasi morfologinya. Kondisi ini menunjukkan kemungkinan adanya hubungan antara variasi isoenzim yang dianalisis dengan variasi morfologinya.

KESIMPULAN

Hasil analisis morfologi dan isoenzim terhadap 19 aksesori tanaman garut menunjukkan adanya variasi. Dari segi morfologi tanaman, aksesori A7, A14 dan A17 menunjukkan perbedaan dibanding aksesori lainnya dengan tingkat keragaman yang berbeda pula.

Analisis terhadap tiga macam isoenzim (malate dehidrogenase, peroksidase dan katalase) dengan teknik elektroforesis menunjukkan adanya polimorfisme dari pola pita yang merupakan refleksi dari perbedaan variasi genetik antaraksesori. Tiga nomor aksesori dari dua kelompok yang berbeda yaitu A17, A8, dan A9 mempunyai perbedaan genetis yang lebih besar dibanding aksesori lainnya karena memiliki nilai kesamaan yang paling kecil (0,85).

Nilai keragaman morfologis maupun isoenzim dari aksesori A17 paling tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Baes, P. and P. Van Cutsem. 1993. Electrophoretic analysis of eleven isoenzyme systems and their possible use as biochemical markers in breeding of chicory (*Cichorium intybus* L.). *Plant Breed.* 110:16-23.
- Hengky, N. dan A. Hartana. 1993. Keragaan pola pita isozim tanaman kelapa di kebun koleksi Bone-Bone Sulawesi Selatan. *Pemb. Littri.* XVIII (3-4):81-84.
- Lessner, M.W. and T.J. Orthon. 1986. Detection of somatic variation. p. 207-217. *In* S.D. Tanksley and T.J. Orthon (eds.). *Isoenzymes in Plant Genetics and Breeding.* Part A. Amsterdam, Oxford, New York.
- Marburger, J.E. and P.P. Jauhar. 1989. Agronomic, isoenzyme, and cytogenetic characteristics of 'Chris' Wheat Doubled Haploids. *Plant Breed.* 103:73-80.
- Sudiarto. 2000. Laporan pelaksanaan RUT VII-1. Tahun 1999/2000 dan rencana kerja RUT VII-2. Tahun 2000/2001. Kantor Menristek dan LIPI. 57 p.
- Sukmadjaja, D., A. Husni dan I. Mariska. 1996. Analisa isozim pada beberapa nomor panili hasil biak jaringan yang diinduksi dengan sinar gamma. *Jurnal Bioteknologi Pertanian.* I (2):60-67.
- Wagner, H. and G. Wrickle. 1991. Genetic control of five isoenzyme systems in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Breed.* 107, 124-130.
- Wendel, J.F. and Weeden, N.F. 1989. Visualization and interpretation of plant isoenzymes. *In*: D.E. Soltis and P.S. Soltis (Eds.). *Isoenzymes in Plant Biology.* p. 4-45. Dioscorides Press, Portland, Oregon.
- Winarno, E.K., Yulidar, Firdaus, dan S. Ambyah. 1992. Studi pola isoenzim pada beberapa mutan kacang hijau varietas Walet (*Vigna radinata* L. Wilczek). *Risalah Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi dalam Bidang Pertanian, Peternakan, dan Biologi.* Badan Tenaga Atom Nasional. Jakarta, 9-10 Desember. p. 339-348.