

POLIMORFISME PEROKSIDASE RAMIN
(*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) DI HUTAN PT. DIAMOND RAYA TIMBER
PROVINSI RIAU

Mellyasari Pangkey, Ninik Nihayatul Wahibah, Nery Sofiyanti

Mahasiswa Program Studi S1 Biologi
Bidang Genetika Jurusan Biologi
Bidang Botani Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus BinaWidya Pekanbaru, 28293, Indonesia
mhp4tipouzz@yahoo.com

ABSTRACT

Ramin is a peat swamp endemic plant highly demanded in furniture industries. The high price and market demand has led to increase the illegal logging which subsequently threaten ramin population existence. On the other hand, genetic related information on ramin is limited. Biochemical approaches such as isozyme can be used to analyze genetic diversity. The objective of this study was to reveal the peroxidase (PER) polymorphism of ramin natural population at PT. Diamond Raya Timber (PT. DRT) forest in Riau Province. PER were analyzed using horizontal electrophoresis model. The leaf samples that used in this study were collected from 50 individuals ramin. Data were analyzed using SAHN function and UPGMA method by NTSYS version 2.0. The results showed that PER enzyme produced clear visualization, forming 12 band patterns that were formed by six bands which was different migrating direction to the anode pole (positive) and catode pole (negative). The dendrogram in this study showed that 50 individuals of ramin were clustered into two main separated groups at the level of 47% similarity coefficient. These data indicated that the genetic variation of ramin in PT.DRT was quite diverse.

Keywords :Genetic diversity, isozymes, polimorphism peroksidase, PT. Diamond Raya Timber, ramin (*Gonystylusbancanus*(Miq.) Kurz)

ABSTRAK

Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.)Kurz) merupakan tumbuhan endemik rawa gambut yang banyak diminati dalam bidang industri mebel. Nilai jual dan permintaan pasar yang tinggi mengakibatkan kegiatan penebangan *illegal* yang dapat menyebabkan kepunahan ramin. Di sisi lain informasi yang terkait tentang keanekaragaman genetik ramin masih terbatas. Penanda biokimia seperti isozim dapat digunakan untuk menganalisis keanekaragaman genetiknya. Penelitian ini bertujuan untuk melihat polimorfisme peroksidase ramin yang tumbuh di hutan PT. Diamond Raya Timber

Provinsi Riau. Analisis peroksidase menggunakan elektroforesis model horizontal. Sampel daun berasal dari 50 individu ramin. Analisis data menggunakan program NTSYS version 2.0 dengan fungsi SAHN dan metode UPGMA. Enzim PER memperlihatkan visualisasi yang jelas dengan membentuk 12 pola pita yang terbentuk dari enam pita dengan arah migrasi yang berbeda yaitu ke kutub positif dan negatif. Dendrogram pengelompokan pada penelitian ini memperlihatkan koefisien pengelompokan dari 50 individu ramin sebesar 47% dan memisah menjadi dua kelompok. Data tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman genetik ramin di PT. Diamond Raya Timber cukup tinggi.

Kata kunci: isozim, keanekaragaman genetik, polimorfisme peroksidase, PT. Diamond Raya Timber, ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz)

PENDAHULUAN

Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) adalah jenis pohon endemik komersial hutan rawa gambut (Bastoni, 2005). Saat ini di Indonesia pemegang Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu dalam Hutan Alam (IUPHHK-HA) atau Hak Penguasaan Hutan (HPH) yang masih diijinkan untuk menebang ramin dan telah mendapatkan Sertifikasi Pengelolaan Hutan Produksi Lestari (PHPL) hanya satu yaitu PT. Diamond Raya Timber yang terdapat di Kabupaten Rokan Hilir Riau (Tim Terpadu Ramin, 2005). Tingginya permintaan pasar terhadap kayu ramin menyebabkan munculnya penebangan *illegal*. Hal tersebut mengakibatkan ramin dimasukkan ke dalam daftar APPENDIX CITES II sejak tahun 2001 (Apendices, 2013). Upaya pelestarian ramin perlu dilakukan yaitu dengan cara mengurangi konversi hutan rawa gambut untuk penggunaan lain serta mendeteksi keanekaragaman genetik ramin demi menjaga keberlangsungan populasi ramin agar tidak punah (Heriyanto dan Garsetiasih, 2006). Untuk mempelajari keanekaragaman genetik diperlukan penanda yang akurat salah satunya seperti analisis isozim (Asmono *et al.*,

1994). Isozim dapat digunakan untuk mengkarakterisasi dan mengklasifikasikan koleksi plasma nutfah, karena relatif stabil terhadap lingkungan dan umumnya polimorfik (Aradya *et al.*, 1994). Selain itu Isozim dapat dipisahkan dengan metode elektroforesis dan dideteksi melalui pewarnaan enzim spesifik. Penelitian ini menggunakan enzim peroksidase (PER). Enzim PER telah digunakan dalam penelitian antara lain untuk melihat keanekaragaman genetik bibit tanaman sengon, mangium, durian dan rambutan (Gunawan, 2005), serta keanekaragaman genetik pada kapas (Sulistyowati *et al.*, 2009).

METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel berupa daun ramin dilakukan pada bulan September 2012 di hutan PT. Diamond Raya Timber Kabupaten Rokan Hilir, setelah itu analisis isozim dilakukan di Laboratorium Biologi Tumbuhan, Pusat Studi Ilmu Hayati, Insititut Pertanian Bogor.

b. Bahan dan Metode

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun ramin, pati kentang, buffer pegekstrak, pasir kuarsa, buffer gel, buffer elektroda, pewarna peroksidase (PER), gunting, seperangkat elektroforesis model horizontal, *high voltase power supply*, penangas air, lemari es, kamera digital. Penelitian ini menggunakan metode sampling. Pelaksanaan penelitian ini meliputi pengambilan sampel kemudian dilakukan analisis isozim. Sampel daun ramin diambil dari 50 individu. Setiap individu diambil daun ketiga dari pucuk sebanyak tiga lembar. Analisis isozim dilakukan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Soltis dan Soltis (1989) yang dimodifikasi. Analisis isozim dilakukan dengan cara sampel daun ditimbang sebanyak 0,5 g lalu digunting ke dalam mortar berisi pasir kuarsa dan 0,8 mL buffer pegekstrak (10 mM L-asam askorbat (0,07045 g), 40 mM L-sistein (0,1939 g), Triton-x-100 (0,12 mL), 0,25 PVP-40 (0,02 g), 0,1 M Na₂HPO₄-2H₂O, pH buffer 7,0), kemudian digerus hingga halus. Ekstrak daun diserapkan pada kertas saring kemudian disisipkan kedalam gel pati yang sudah dilubangi. Pada lubang paling awal (sampel pertama) disisipkan kertas saring yang sudah dicelupkan cairan bromphenol blue untuk mengontrol jarak migrasi. Gel pati yang digunakan terbuat dari larutan 10 g pati kentang kedalam 100 mL larutan buffer gel (5 mM L-Histidin monohidrat sebanyak 1,048 g/L yang diatur dengan Tris sampai pH 6,0). Selanjutnya gel yang sudah disisipkan kertas saring tersebut dimasukkan ke dalam tray yang berisi buffer elektroda (50 mM asam sitrat monohidrat 10,5507

g, 150 mM tris hidroksimetil aminometan 18,1650 g, pH 6,0). Elektroforesis dilakukan dalam dua tahap, elektroforesis awal dilakukan selama 1 jam pada 75 volt dan elektroforesis tetap pada 150-200 volt selama 3-4 jam. Setelah proses elektroforesis selesai, kertas saring dikeluarkan dari lubang gel kemudian gel dibelah secara horizontal menjadi dua lapisan. Lembaran gel dimasukkan ke dalam wadah yang diberi pewarna PER (50 mM Natrium asetat pH 5,0 100 mL ditambahkan CaCl₂ 50 mg, H₂O₂ 3% 0,5 mL, 3-Amino-9 etilkarbasol 50 mg dan aseton/N,N-Dimethylformamid 5 mL). Wadah kemudian ditutup dan diinkubasi pada suhu ruang hingga pita-pita pada gel dapat terlihat jelas. Selanjutnya gel dicuci dengan air mengalir dan difiksasi dengan 50% gliserol : 50% etanol, atau etanol : aquades : asam asetat : gliserol = 5 : 4 : 2 : 1 kemudian gel difoto diatas UV trasiluminator.

c. Analisis Data

Visualisasi pita isozim yang terbentuk kemudian diterjemahkan menjadi data biner dan diberi nilai berdasarkan ada atau tidak adanya pita. Angka 1 apabila terdapat pita dan angka 0 apabila tidak terdapat pita. Data biner kemudian dikonversi menjadi matriks kemiripan berdasarkan koefisien SM (*Simple Matching*). Nilai kemiripan digunakan untuk analisis pengelompokkan dengan menggunakan fungsi SAHN (*Sequential Agglomerative Hierarchical Nested Cluster Analysis*) dengan metode UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic*

averaging) menggunakan program NTSYSpc (Numerical Taxonomy SYStem) version 2.0 (Rohlf, 1998).

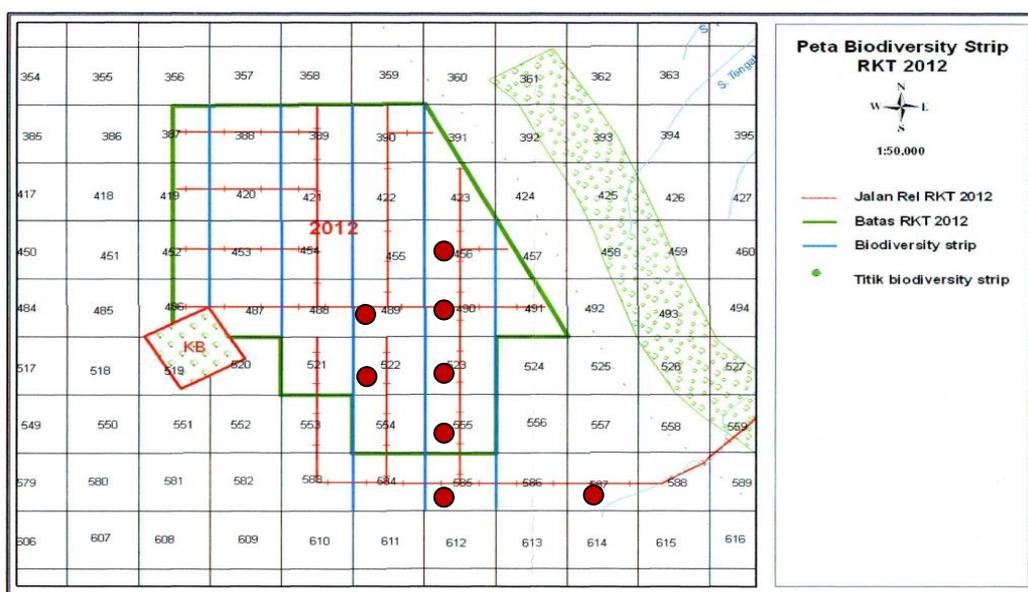
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Profil Pita Isozim Peroksidase pada 50 Individu Ramin di PT. Diamond Raya Timber

Sampel ramin yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 individu yang diperoleh dari kawasan hutan PT. Diamond Raya Timber Kabupaten Rokan Hilir. Hutan tersebut dibagi menjadi petak-petak dengan ukuran 1 km x 1 km. Sampel ramin tersebut diambil dari delapan petak yang berbeda (Gambar 1) dan terdiri atas dua fase, yaitu fase semai pada individu nomor 1-25 dan fase pancang yaitu individu nomor 26-50(Tabel 1).

Sampel ramin yang diperoleh dari kawasan hutan PT. Diamond Raya Timber tersebut kemudian dibawa ke laboratorium untuk dielektroforesis dan dianalisis. Hasil elektroforesis yang diperoleh setelah pewarnaan peroksidase memperlihatkan visualisasi pita yang jelas untuk keseluruhan 50 individu ramin (Gambar 2).

Hasil elektroforesis isozim peroksidase berupa pita-pita yang muncul setelah dilakukan pewarnaan dengan reaksi enzimatik. Resolusi yang baik akan memperlihatkan pita yang jelas. Acquaah (1992) mengatakan bahwa, kemunculan pita yang jelas pada gel pati terkait dengan resolusinya yang dipengaruhi oleh kualitas gel dan sampel yang digunakan. Warna merah



Gambar 1. Peta RKT 2012 PT. Diamond Raya Timber Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau (Dokumentasi PT. Diamond Raya Timber 2012). Titik merah adalah lokasi pengambilan sampel.

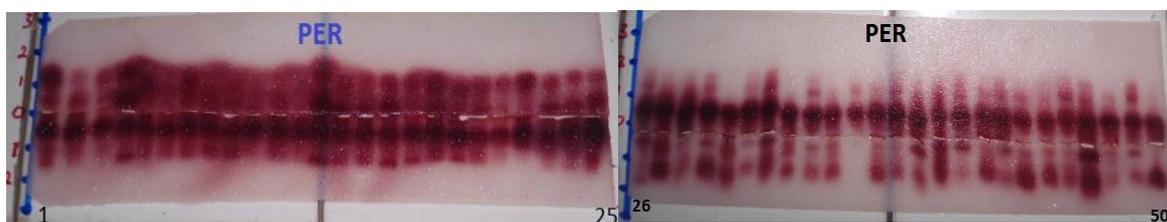
Tabel 1. Jumlah sampel ramai yang diambil pada petak di kawasan hutan PT.Diamond Raya Timber.

No	Nomor Petak	Banyaknya Sampel*	
		Semai	Pancang
1	456	1 (1)	2 (26-27)
2	489	5 (2-6)	2 (28-29)
3	490	4 (7-10)	3 (30-32)
4	522	5 (11-15)	6 (43-48)
5	523	5 (16-20)	4 (33-36)
6	555	5 (21-25)	6 (37-42)
7	585	-	1 (49)
8	587	-	1 (50)
Total Sampel		25	25

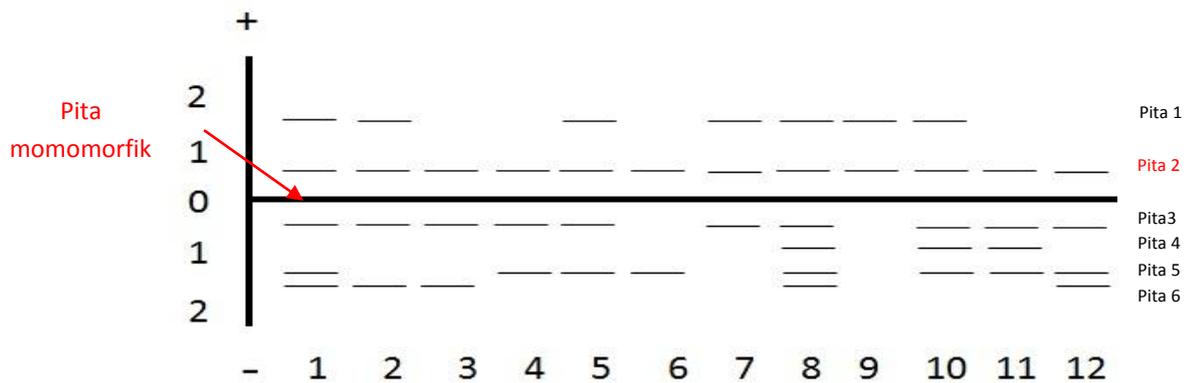
*Angka dalam tanda kurung menunjukkan nomor sampel

kecoklatan yang timbul disebut pita dan berada pada jarak migrasi tertentu. Pita-pita yang terpisah terbentuk dari makromolekul protein yang bergerak bersama dan mempunyai densitas muatan yang sama. Pada penelitian ini hasil elektroforesis dengan pewarnaan peroksidase pada 50 individu ramai dari hutan PT. Diamond Raya Timber memperlihatkan adanya 6 pita yang membentuk 12 pola pita (Gambar 3).

Berdasarkan gambar 3, hasil elektroforesis selain memperlihatkan terbentuknya enam pita dan 12 pola pita juga memperlihatkan adanya perbedaan arah migrasi. Terdapat pita yang bermigrasi ke arah kutub positif dan kutub negatif. Pada kutub positif terdapat dua pita dan pada kutub negatif terdapat empat pita. Diantara enam pita tersebut terdapat satu pita yang bersifat monomorfik yaitu pada pita 2, sementara itu kelima pita lain bersifat polimorfik.



Gambar 2. Visualisasi pola pita enzim peroksidase hasil elektroforesis pada 50 individu ramai di PT. Diamon Raya Timber.



Gambar 3. Pola pita enzim peroksidase dari 50 individu ramian di PT. Diamond Raya Timber.

Tabel 2. Persentase pola pita peroksidase 50 individu ramian di PT. Diamond Raya Timber.

No .	Pola Pita	Persentase (%)	Nomor Individu	Fase Pertumbuhan*
1	PER1	10	1, 29, 37, 38, 48	S, P
2	PER2	22	2, 3, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 49	S, P
3	PER3	12	4, 21, 22, 23, 24, 30	S, P
4	PER4	4	5, 6	S
5	PER5	12	7, 8, 9, 11, 31, 42	S, P
6	PER6	4	10, 12	S
7	PER7	10	15, 39, 41, 43, 34	S, P
8	PER8	8	26, 27, 44, 47	P
9	PER9	4	28, 36	P
10	PER10	4	32, 46	P
11	PER11	8	33, 35, 40, 45	P
12	PER12	2	50	P

Keterangan : Individu semai nomor 1-25
 Individu pancang nomor 26-50
 *S = Semai
 *P = Pancang

Banyaknya pita polimorfik yang terbentuk menunjukkan bahwa terdapat keanekaragaman antar 50 individu ramian. Terbentuknya dua kutub berbeda pada peroksidase juga ditemui pada beberapa penelitian antara lain penelitian untuk melihat struktur dan variasi

serta keanekaragaman genetik pada kapas (Sulistyowati *et al.*, 2009).

Lehninger (1982), mengatakan bahwa terjadinya perbedaan migrasi tersebut disebabkan karena pada pH tertentu asam amino akan bermuatan total positif, total negatif atau bahkan

tidak bermuatan. Artinya jika dielektroforesis, maka enzim yang bermuatan total positif akan bermigrasi ke kutub negatif dan enzim yang bermuatan negatif akan bermigrasi ke kutub positif. Visualisasi yang jelas hasil pewarnaan setelah elektroforesis merupakan perwujudan dari distribusi enzim tersebut dalam suatu tumbuhan. Enzim peroksidase merupakan enzim yang terdistribusi luas pada banyak jenis tumbuhan dan bagian tumbuhan karena dianggap sebagai penyebab perubahan rasa, warna, tekstur dan kandungan gizi pada buah atau sayur yang belum diolah. Selain itu peroksidase juga berperan dalam pertumbuhan, diferensiasi dan pertahanan pada tumbuhan. Aktivitasnya yang tinggi pada tumbuhan menyebabkan peroksidase mudah terdeteksi (Wendel dan Weeden, 1989).

Untuk mengetahui jumlah persentase pola pita antar 50 individu ramin pada 12 pola pita yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 2. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa pola pita PER 2 memiliki persentase tertinggi sebesar 22% yang terdiri dari 11 individu dari kedua fase pertumbuhan, sedangkan persentase terendah dimiliki oleh PER 12 sebesar 2% yang hanya terdiri dari 1 individu.

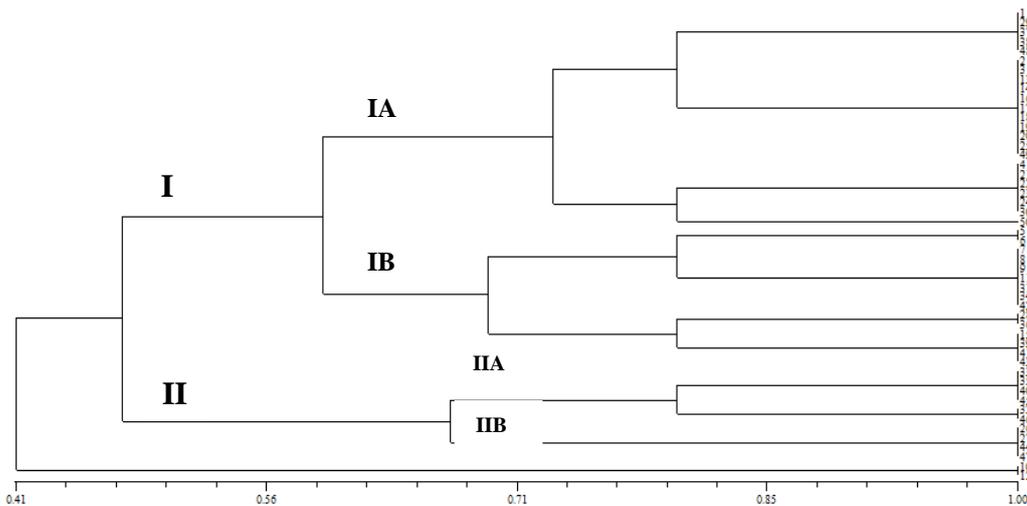
Dari 12 pola pita peroksidase yang terbentuk, lima pola diantaranya terekspresi pada kedua fase pertumbuhan yaitu semai dan pancang. Dua pola lainnya terdiri dari fase semai yaitu pada pola PER 4 dan PER 6. Sedangkan pola

PER 8 hingga PER 12 terdiri dari fase pancang.

Meskipun pada penelitian ini pola pita PER 4 dan PER 6 hanya ditemukan pada fase semai dan PER 8 hingga PER 12 hanya ditemukan pada fase pancang, pola-pola pita tersebut tidak bisa dikatakan pola pita yang spesifik untuk fase pertumbuhan semai dan pancang. Karena pada penelitian Syafitri (2014) pola-pola pita tersebut juga ditemukan pada fase pertumbuhan lain. Contohnya pada pola pita PER 8 yang berasal dari PT. DRT ternyata juga terdapat pada fase pertumbuhan semai dan pancang dari sampel ramin yang berasal dari GSK-BB (Syafitri, 2014). Hal ini mengartikan bahwa tidak ada pola pita peroksidase yang spesifik mewakili suatu fase pertumbuhan.

b. Kemiripan dan Pengelompokkan pada 50 Individu Ramin dari Kawasan Hutan PT. Diamond Raya Timber

Nilai kemiripan genetik berdasarkan koefisien SM (*Simple Matching*) antar 50 individu ramin yang berasal dari kawasan hutan PT. Diamond Raya Timber ini berkisar antara 1% sampai 100%. Hal ini dapat dilihat dari matriks kemiripan genetik antar individu ramin. Nilai matriks kemiripan yang menunjukkan nilai terendah yaitu 0,1 atau setara dengan 10% dimiliki oleh 24 pasang individu atau sebesar 1,9% dari total individu. Sedangkan nilai matriks tertinggi yaitu 1,0 atau setara dengan



Gambar 4. Dendrogram 50 individu raminhasil analisis dengan metode UPGMA yang diturunkan dari koefisien SM (*Simple Matching*) berdasarkan pola pita enzim peroksidase

Keterangan : Individu semai nomor 1-25
 Individu pancang nomor 26-50
 *S = Semai
 *P = Pancang

100% dimiliki oleh 84 pasang individu atau sebesar 6,6% dari total individu di luar individu itu sendiri. Secara keseluruhan nilai kemiripan genetik antar 50 individu raminh berkisar antara 1-50% sebanyak 29% dari total individu. Sedangkan nilai kemiripan genetik berkisar antara 51-100% sebanyak 67%. Sisa kemiripan genetik 4% merupakan kemiripan yang dimiliki oleh pasangan individu itu sendiri.

Menurut Griffiths (2005), secara umum variasi genetik atau keanekaragaman genetik dapat terjadi karena gen mengalami mutasi, rekombinasi, migrasi dan hanyutan gen. Nilai keanekaragaman genetik dari 50 individu raminh yang berasal dari hutan PT. Diamond Raya Timber ini relatif

tinggi. Hal ini dapat dikarenakan raminh yang diambil sebagai sampel berasal dari petak yang berbeda. Selain itu dapat juga dikarenakan raminh melakukan penyerbukan silang yang menghasilkan individu baru yang memiliki variasi gen. Menurut Nurhasbi *et al.* (2010), pola perkawinan menentukan tingkat keanekaragaman genetik. Raminh merupakan jenis tanaman berumah dua. Bunga raminh yang berukuran kecil dan banyak yang terletak di ujung tangkai dengan serbuk sari seperti bulu-bulu halus memudahkan raminh melakukan penyerbukan silang (Sidiyasa, 2010). Keanekaragaman genetik atau variasi gen juga dapat dilihat dari interpretasi pola pita yang bersifat polimorfik. Semakin banyak pita

polimorfik yang terbentuk maka keanekaragaman genetik atau variasi gen semakin tinggi. Hasil pengelompokan 50 individu ramin ditunjukkan dalam bentuk dendrogram (Gambar 4).

Analisis pengelompokan 50 individu ramin yang tumbuh di PT. Diamond Raya Timber dilakukan dengan menggunakan metode UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Averaging*) yang diturunkan dari matriks kemiripan dengan koefisien SM (*Simple Matching*). Hasil pengelompokan tersebut ditunjukkan dalam bentuk dendrogram (Gambar 4). Seluruh individu ramin mengelompok menjadi dua kelompok besar yaitu kelompok I dan kelompok II pada jarak 0,47 (47%). Kelompok I kemudian berpisah dan membentuk dua subkelompok yaitu IA dan IB pada jarak 0,60 (60%). Kelompok II juga berpisah menjadi dua subkelompok yaitu IIA dan IIB pada jarak 0,67 (67%). Apabila nilai koefisien kemiripan mendekati angka 1,0 (100%), maka keanekaragaman genetik semakin rendah yang artinya individu tersebut mirip namun sedikit atau bahkan tidak terjadi variasi gen. Sedangkan jika koefisien kemiripan mendekati 0,1 (10%), maka keanekaragaman genetiknya tinggi.

Kelompok I yang berpisah menjadi dua subkelompok pada jarak 60% terdiri atas 38 individu dan terbagi menjadi dua subkelompok yaitu IA dan IB. Kelompok I memiliki persamaan karakter pada pita PER 1, PER 2, PER 3, dan PER 6. Kelompok II berpisah menjadi dua

subkelompok pada jarak 67% terdiri atas 10 individu dan terbagi menjadi dua subkelompok yaitu IIA dan IIB. Kelompok II memiliki persamaan karakter pada pita PER 2, PER 3, PER 4 dan PER 5. Pola pita PER 2 merupakan pita yang dimiliki oleh keempat kelompok, persamaan pola pita tersebut dikarenakan PER 2 merupakan pita yang bersifat monomorfik yang dimiliki oleh semua sampel individu ramin.

Pola pengelompokan tersebut menunjukkan bahwa individu-individu ramin yang berasal dari petak yang sama tidak selalu berada pada kelompok yang sama. Ini dapat disebabkan individu-individu ramin tersebut berasal dari induk betina yang berbeda. Selain itu secara alami penyerbukan pada ramin bersifat outcrossing atau penyerbukan silang (Sidiyasa, 2010). Sehingga genotipe zuriat ramin dalam satu petak bervariasi. Faktor lainnya dapat disebabkan oleh hewan-hewan pemakan buah ramin. Hewan-hewan tersebut dapat membawa atau membuang biji ramin ditempat lain.

Dendrogram hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa ramin pada kawasan hutan PT. Diamond Raya Timber memiliki keanekaragaman genetik yang tinggi, hal ini dapat dilihat dari pengelompokan individu-individu ramin tersebut pada koefisien kemiripan sebesar 50%. Menurut Cahyarini (2004), kemiripan genetik dikatakan jauh jika nilai koefisien kemiripannya $< 60\%$ dan kemiripan genetik dikatakan dekat jika nilai koefisien kemiripannya

> 60%. Apabila antar individu memiliki nilai koefisien kemiripan yang kecil atau hubungan kemiripan yang jauh, maka individu tersebut memiliki variasi gen yang baik digunakan untuk kegiatan pemuliaan (Sukartini, 2007).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, enzim peroksidase menghasilkan dua belas pola pita dan bermigrasi ke kutub positif dan negatif. Hasil analisis keanekaragaman genetik 50 individu ramin yang tumbuh di hutan PT. DRT berdasarkan pola pita enzim peroksidase menunjukkan bahwa ramin di daerah tersebut memiliki keanekaragaman genetik yang relatif tinggi, karena keseluruhan individu ramin mengelompok pada tingkat kemiripan 47%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa ramin pada kawasan hutan PT. Diamond Raya Timber memiliki keanekaragaman genetik yang cukup tinggi dan mengelompok tidak berdasarkan pada kedekatan tempat tumbuhnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai Universitas Riau melalui Skim UPT. Ucapan terima kasih kepada pihak “Unggulan Perguruan Tinggi” yang telah mendanai penelitian ini, Bapak Prasetyo di Laboratorium Pusat Studi Ilmu Hayati IPB, dan seluruh pihak PT. Diamond Raya Timber yang telah berpartisipasi membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Appendices. 2013. Appendices. <http://cites.org/eng/app/appendices.php#hash4>. [diakses tanggal 10 Maret 2014]
- Aradya, K.M, F. Zee dan R.M. Manshardt. 1994. Isozyme variation in cultivated and wild pineapple. *Euphytica*. 79: 87-99
- Asmono, D, Hartana, A, Guhardja, E, Yahya S. 1994. Keanekaragaman pola pita isozim dari zuriat-zuriat yang berkerabat pada kelapa genjah coklat Jombang dan jangkung Sumenep. *Forum Pascasarjana* 17: 25-31
- Bastoni. 2005. Kajian ekologi dan silvikultur ramin di Sumatera Selatan dan Jambi. *Prosiding Semiloka Nasional Konservasi dan pembangunan Hutan ramin di Indonesia Melalui Regulasi Perdagangan dan Pemacuan Alih Tehnologi Konservasi, Penanaman dan Tehnik Silvikultur. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam bekerja sama dengan ITTO dan PPD. Bogor, 28 September 2005*
- Cahyarini, R.D, Yunus, A, Purwanto, E. 2004. Identifikasi Keragaman Genetik Beberapa Varietas Lokal Kedelai di Jawa Berdasarkan Analisis Isozim. *J Agrosains* 6(2):96-104
- Griffiths, A.J.F, Wessler, S.R, Lewontin, R.C, Gelbart, W.M, Suzuki, D.T,

- Miller, J.H. 2005. Introduction to Genetic Analysis. 8th edition. New York: WH Freeman Company
- Heriyanto, N.M, Garsetiasih, R. 2006. Ekologi dan Potensi Ramin (*Gonystylus bancanus* Miq.Kurz) di Kelompok Hutan Sungai Tuan-Sungai Suruk, Kalimantan Barat. Buletin Plasma Nutfah 12 (1). Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Lehninger. 1992. Dasar-Dasar Biokimia. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Nurhasybi, Komar, T.E, Sumbayak, E. 2010. Dalam Manual Monitoring Berbunga-Berbuah dan Produksi Benih Ramin (*Gonystylus bancanus*). ITTO dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Kementerian Kehutanan. Bogor
- Rohlf, F.J. 1998. NTSys-pc. Numerical Taxonomy and Multivariate System. Version 2.02. Exeter Software. New York.
- Sidiyasa K. 2010. Panduan Identifikasi Jenis-Jenis Ramin (*Gonystylus* spp) di Indonesia. Bogor : CV Biografika
- Sulistyowati, E, Rustini, S, Sumartini, S, Abdurrakhman. 2009. Variasi Genetik Spesies Kapas (*Gossypium* sp.). Jurnal Listri 15:174-183.
- Sukartini. 2007. Pengelompokan Aksesori Pisang Menggunakan Karakter Morfologi IPGRI. J Hortikultura 17(1):26-33
- Soltis, D.E, Soltis, P.S. 1989. Isozyme in Plant Biology. Vol. 4. Oregon: Dioscorides Press Portland
- Syafitri, M. 2014. Keanekaragaman Genetik Ramin (*Gonystylus bancanus* Miq. Kurz) Di Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau Berdasarkan Pola Pita Isozim [Skripsi]. Pekanbaru: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
- Tim Terpadu Ramin. 2005. Laporan Hasil Kajian Lapangan Potensi Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz.) pada Areal HPH PT. Diamond Raya Timber Propinsi Riau (RKT 2005). Pusat Penelitian Biologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- Weeden, N.F, Wendel, J.F. 1989. Visualization and Impretation of Plant Isozymes, P 5-45 in D.E. Soltish and P.S. Soltish (ed) Isozyme in Plant Biology. Oregon: Dioscorides Press Portland