

KEKERABATAN GENETIK 15 AKSESI PLASMA NUTFAH KARET  
HASIL EKSPEDISI 1981 BERDASARKAN PENANDA MOLEKULER

Aidi-Daslin

Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet  
Sungei Putih, Galang-Deli Serdang, PO.Box 1415 Medan 20001.  
email : aididaslin@yahoo.com

*Abstract*

*The high genetic variability is important to produced the new improved rubber clones . To get superior progenies can be obtained by crossing between long genetic distance parental. At the present, rubber clones comes from the genetic materials of Wickham expedition in 1876. To increase the genetic diversity of the rubber, has been carried out expeditions to Brazil through organization of IRRDB ( International Rubber Research and Development Board ) in 1981 . A total of 15 selected accessions of IRRDB materials will be used in breeding programs to assemble the more productive superior clones in the future . Genetic information can be found by using molecular markers by RAPD technique. The purpose of study to determine the genetic distance of 15 germplasm accessions of the expedition IRRDB 1981 and two clones ( PB 260 and BPM 24 ) as compared of Wickham materials. The results showed there is a 75 % genetic similarity ( 25 % genetic distance ) which have two main groups , namely 10 accessions IRRDB materials divided into four subgroups and 5 accessions of IRRDB with 2 accessions of Wickham in other groups. On genetic similarity coefficient  $\geq 95\%$  , accession PN 5579 has the closest relationship to the materials Wickham ( clone PB 260 and BPM 24 ) , while in IRRDB group are between the accession PN 5808 with PN 807 , PN 803 with PN 1582, PN 5814 with PN 5819 and PN 5788 with PN 5575 .*

*Keywords: rubber, genetic relationship, germplasm, moleculer marker*

*Abstrak*

*Sumber keragaman genetik yang luas sangat penting dalam menemukan klon karet unggul baru. Untuk mendapatkan keturunan yang lebih unggul dapat diperoleh dengan menyilangkan tetua-tetua yang memiliki jarak genetik jauh. Klon-klon karet yang ada pada saat ini berasal dari material genetik Wickham hasil ekspedisi tahun 1876. Untuk meningkatkan keragaman genetik karet, telah dilakukan ekspedisi ke Brasil melalui organisasi IRRDB (International Rubber Research and Development Board) pada tahun 1981. Sebanyak 15 aksesi terpilih dari material IRRDB merupakan material yang akan digunakan dalam program pemuliaan untuk merakit klon-klon unggul yang lebih produktif pada masa yang akan datang. Informasi genetik dapat diketahui dengan memanfaatkan marka molekuler melalui teknik RAPD. Tujuan penelitian untuk mengetahui hubungan kekerabatan genetik 15 aksesi plasma nutfah hasil ekspedisi IRRDB 1981 dan dua klon (PB 260 dan BPM 24) sebagai pembandingan dari material Wickham. Dari hasil penelitian menunjukkan terdapat kesamaan genetik 75% (jarak genetik 25%) yang membentuk dua kelompok utama, masing-masing 10 aksesi material IRRDB yang terbagi dalam empat subkelompok dan 5 aksesi IRRDB beserta 2 aksesi Wickham dalam kelompok lainnya. Pada koefisien kemiripan genetik  $\geq 95\%$ , aksesi PN 5579 memiliki hubungan paling dekat dengan material Wickham (klon PB 260 dan BPM 24), sedangkan dalam kelompok IRRDB adalah antara aksesi PN 5808 dengan PN 807, PN 803 dengan PN 1582, PN 5814 dengan PN 5819, dan PN 5788 dengan PN 5575.*

*Kata kunci : karet, kekerabatan genetik, plasma nutfah, penanda molekuler*

A. PENDAHULUAN

Kegiatan pemuliaan karet di Indonesia telah berjalan selama empat generasi (1910-2010) dan berhasil meningkatkan rata-rata produktivitas karet dari sekitar 500 kg/ha/tahun dari tanaman asal semaian menjadi sekitar 2500 kg/ha/tahun pada klon-klon unggul. Menurut pendapat para pakar bahwa potensi produksi tanaman karet sebenarnya dapat mencapai 7000 – 10.000 kg/ha/tahun. Oleh karena itu sangat memungkinkan untuk meningkatkan produksi melalui perakitan klon unggul melalui tindakan

pemuliaan yang lebih progresif.<sup>1,2</sup>

Untuk merakit klon unggul pada tanaman karet memerlukan waktu yang cukup lama, sekitar 15 –20 tahun dari mulai proses persilangan, evaluasi pada populasi F1 dan dilanjutkan dengan uji plot promosi, uji pendahuluan dan uji lanjutan/adaptasi. Hal ini terjadi karena tanaman karet memiliki masa tanaman belum menghasilkan (TBM) yang panjang yaitu 5 tahun serta diperlukan minimal 5 tahun sadap untuk mendapatkan gambaran potensi hasil klon pada setiap tahap pengujian.

Program pemuliaan karet yang dinilai kurang efisien tersebut juga disebabkan adanya kelangkaan informasi genetik pada populasi dasar F1 yang sebagian di antaranya disebabkan oleh sifat biologi tanaman karet yang menyerbuk silang. Sasaran jangka panjang program pemuliaan karet terutama untuk menghasilkan klon unggul yang mempunyai produktivitas lateks tinggi per satuan luas lahan, serta memiliki ketahanan terhadap penyakit dan toleran terhadap faktor-faktor pembatas abiotik. Komponen produksi lateks dikendalikan oleh banyak gen dan dipengaruhi oleh lingkungan, maka aktivitas seleksi ditekankan pada penggunaan uji keturunan dengan maksud untuk mengeksploitasi ragam genetik aditif secara lebih akurat.<sup>3</sup>

Klon-klon unggul umumnya diperoleh dari program persilangan yang terus menerus. Metode seleksi untuk mendapatkan klon-klon unggul karet adalah dengan cara persilangan buatan antara dua tetua yang mempunyai karakter terbaik dan dilakukan uji progeni dan uji klon di lapangan. Pada umumnya tetua dipilih dari klon yang mempunyai potensi tinggi dengan karakter agronomi lain yang diinginkan serta berkerabat genetik jauh. Untuk tanaman karet, pemilihan tetua yang berkerabat jauh berdasarkan karakter morfologi mempunyai banyak kelemahan karena adanya pengaruh faktor lingkungan. Informasi genetik diperlukan dalam memilih tetua untuk menghindarkan persilangan yang berkerabat dekat.<sup>4</sup>

Tanaman karet *Hevea* pertama kali masuk ke Asia Timur sekitar tahun 1883 dari material genetik hasil ekspedisi Wickham pada tahun 1876.<sup>5</sup> Material ini kemudian berkembang melalui kegiatan pemuliaan, sehingga dihasilkan berbagai klon unggul, diantaranya BPM 24 dan PB 260 telah ditanam dalam skala luas di perkebunan besar dan karet rakyat. Untuk meningkatkan keragaman genetik karet pada tahun 1981 dilakukan ekspedisi ke Brasil melalui kerjasama organisasi *IRRDB (International Rubber Research and Development Board)* dan sejumlah aksesori telah diseleksi dan ditanam di kebun percobaan Balai Penelitian Sungei Putih. Walaupun kedua material genetik karet tersebut sangat berbeda dalam hal waktu ekspedisi, kemungkinan masih terdapat hubungan kekerabatan karena masih berasal dari wilayah yang sama di daerah Amazon, Brasil. Hubungan kekerabatan dari berbagai aksesori plasma nutfah perlu diketahui secara molekuler, sehingga dalam program pemuliaan dapat dipilih berbagai sumber tetua yang berkerabatan genetik jauh dalam persilangan buatan.<sup>6</sup>

Analisis penanda molekuler menggunakan *Random Amplified Polymorphic*

*DNA (RAPD)* telah banyak digunakan untuk melihat diversitas genetik dan filogenetik dari populasi organisme diantaranya pada mikrobia,<sup>7</sup> pada penyakit tanaman sayuran,<sup>8</sup> pada tanaman tahunan kakao,<sup>9</sup> dan pada tanaman karet.<sup>10, 11</sup> Prinsip kerja marka RAPD adalah berdasarkan perbedaan amplifikasi PCR pada sampel DNA dari sekuen oligonukleotida pendek yang secara genetik merupakan marka dominan<sup>12</sup> (Welsh and McClelland, 1990). Primer RAPD bersifat random dengan ukuran panjang biasanya 10 nukleotida. Jumlah produk amplifikasi PCR berhubungan langsung dengan jumlah dan orientasi sekuen yang komplementer terhadap primer di dalam genom tanaman.<sup>13</sup>

Marka RAPD dihasilkan melalui amplifikasi DNA secara *in vitro* dengan menggunakan teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*), yang berkembang sangat cepat dalam biologi molekuler.<sup>14</sup> PCR adalah metode sintesis DNA atau RNA secara *in vitro* atau teknik memperbanyak molekul DNA atau RNA dengan menggunakan sekuen acak primer oligonukleotida (10 basa primer) dan DNA polimerase tahan panas yang dapat mempertahankan aktivitasnya sampai suhu 94°C.<sup>15</sup>

Marka RAPD dihasilkan melalui proses amplifikasi DNA seperti halnya dalam melakukan PCR. Perbedaannya terletak pada penggunaan *primer* oligonukleotida yang sekuennya dibuat secara *random*. Diantara jutaan nukleotida yang dimiliki oleh suatu organisme, secara teori akan banyak yang sekuen DNA-nya 100 % sama atau hampir sama dengan *primer* oligonukleotida *random* serta ada beberapa arah yang memiliki orientasi berlawanan yang hanya berjarak beberapa ribu pasang basa antara satu dengan yang lain. Akibatnya, jika genom tersebut dipakai sebagai *template* untuk reaksi PCR, berbagai ukuran potongan DNA dapat teramplifikasi. Pita RAPD merupakan lokus DNA yang bersifat dominan dan polimorfismenya diskor berdasarkan ada atau tidak adanya pita.<sup>16</sup>

Keunggulan dari teknik analisis menggunakan marka RAPD di antaranya adalah (a) kuantitas DNA yang dibutuhkan sedikit, (b) lebih menghemat biaya, (c) mudah dipelajari dan (d) primer yang digunakan sudah banyak dikomersialisasikan sehingga mudah diperoleh. Kelemahan teknik ini diantaranya adalah (a) tingkat reproduktibilitas pola marka dari laboratorium ke laboratorium yang berbeda dan antara hasil percobaan dalam laboratorium itu sendiri yang sama, (b) sangat sensitif terhadap variasi dalam konsentrasi DNA, dan (c) memerlukan konsentrasi primer dan kondisi siklus suhu yang optimal pada saat pengujian.<sup>17</sup>

Penelitian ini bertujuan untuk

mengevaluasi kekerabatan genetik antar lima belas aksesori dari material hasil ekspedisi IRRDB 1981 dan dengan dua klon karet material Wickham 1876 dengan menggunakan analisis RAPD, sehingga dapat diketahui jarak genetik antar kelompok maupun didalam kelompok aksesori.

#### B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium bioteknologi Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) MARIHAT dan Balai Penelitian Sungei Putih, dari bulan Maret sampai Agustus 2012. Materi yang diuji terdiri dari 15 aksesori plasma nutfah karet asal ekspedisi IRRDB 1981 terdiri dari PN 803, PN 807, PN 1582, PN 3240, PN 5108, PN 5538, PN 5567, PN 5575, PN 5579, PN 5640, PN 5714, PN 5788, PN 5808, PN 5814, PN 5819 dan 2 aksesori pembanding material Wickham 1876 masing-masing klon PB 260 dan BPM 24. Keterangan asal-usul aksesori plasma nutfah IRRDB 1981 disajikan pada Tabel 1.

Analisis marka molekuler menggunakan teknik RAPD, dengan prosedur melalui beberapa tahapan yaitu 1). isolasi DNA mengacu kepada metode Orozco-Castillo *et al* (1994)<sup>18</sup> dan Asmono, *et al.* (2002)<sup>19</sup>, 2). Pemurnian DNA mengikuti metode Sambrook dan Russel (1989)<sup>20</sup>, (3) penetapan kualitas dan kuantitas DNA, dan (4) reaksi amplifikasi dan elektroforesis mengikuti metode Williams *et al.* (1990)<sup>21</sup>. Data hasil pita DNA yang terbentuk

diuji similitasnya, dengan menggunakan software NTSYS-pc versi 2.02 dan MINITAB Release 16 dan sebelumnya terlebih dahulu diskor dengan nilai nol (0) jika tidak ada, dan nilai satu (1) jika ada pita pada tingkat migrasi yang sama. Selanjutnya dilakukan analisis similaritas menggunakan UPGMA (*Unweighated pair-group methode, arithmetic average*) pada program NTSYS-pc, dan hasil analisis disajikan dalam bentuk dendrogram.<sup>22</sup>

#### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Analisis Molekuler Pita DNA

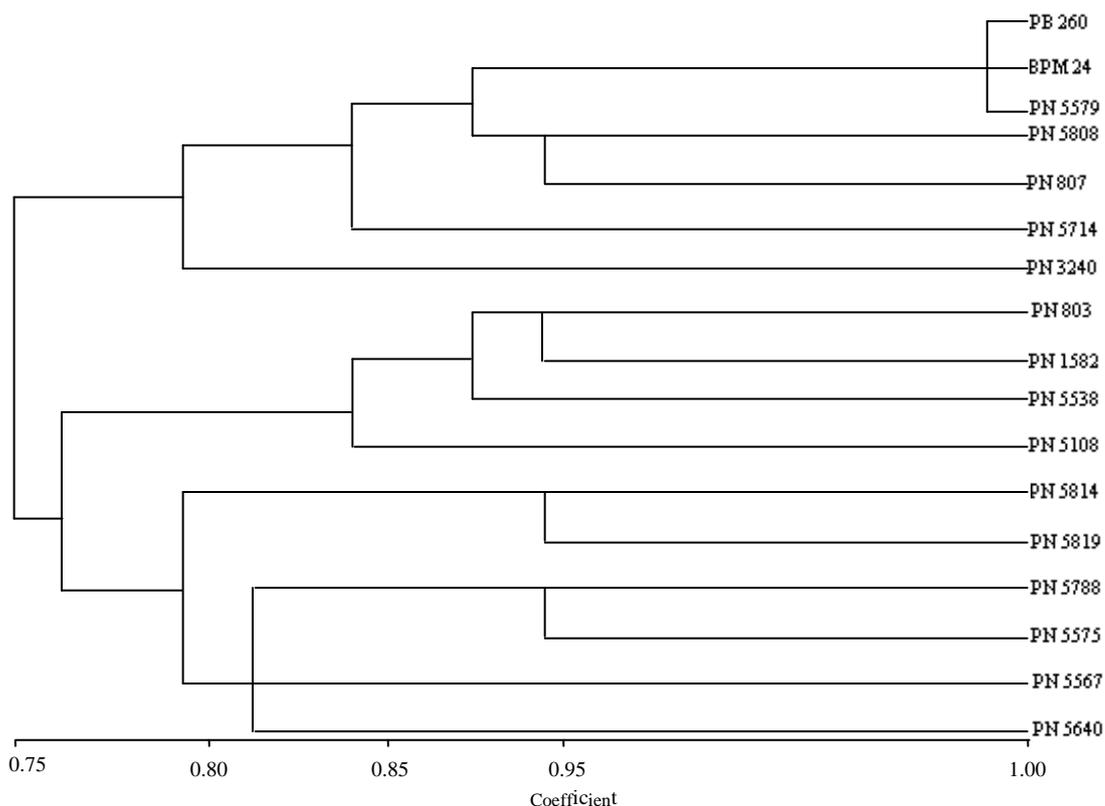
Pengamatan pita DNA RAPD dari delapan primer terpilih menunjukkan hampir semua klon dapat diamplifikasi. Jumlah total pita yang teramplifikasi berkisar 3 sampai 7 pita, jumlah tertinggi terdapat pada primer Abi117.17 sebanyak 7 pita, OPC 14 sebanyak 6 pita, OPM 20 dan OPC 13 masing-masing 5 pita, OPD 05 dan OPN 18 masing-masing 4 pita dan terendah ditemukan pada OPJ 20 dan OPN 06 masing-masing 3 pita. Jumlah total pita sebanyak 37 buah dengan jumlah pita polimorfik sebanyak 28 pita dengan persentase 75.68% (Tabel 2). Pita polimorfik terbanyak diperoleh dari primer Abi 117.17 sebanyak 6 pita, sedangkan pita polimorfik terendah pada primer OPJ 20, OPN 06 dan OPN 18 masing-masing 2 pita. Ukuran pita DNA yang teramplifikasi berkisar antara 250 sampai 2500 bp.

Tabel 1. Asal usul 15 aksesori plasma nutfah karet hasil ekspedisi IRRDB 1981 di Brasil.

No.	Nomor aksesori	Asal koleksi	
		Negara bagian	Distrik
1	PN 803	Rondonia	Ariquemes
2	PN 807	Rondonia	Ariquemes
3	PN 1582	Acre	Seina Madureira
4	PN 3240	Acre	Brasileia
5	PN 5108	Rondonia	Calama
6	PN 5538	Rondonia	Jiparana
7	PN 5567	Rondonia	Ariquemes
8	PN 5575	Rondonia	Ouro Preto
9	PN 5579	Rondonia	Calama
10	PN 5640	Acre	Seina Madureira
11	PN 5714	Acre	Seina Madureira
12	PN 5788	Rondonia	Ariquemes
13	PN 5808	Acre	Seina Madureira
14	PN 5814	Acre	Seina Madureira
15	PN 5819	Rondonia	Costa marques

Tabel 2. Jumlah pita DNA yang teramplifikasi dari delapan primer yang digunakan.

No	Primer	Total pita	Pita polimorfik
1.	Abi 117.17	7	6
2.	OPM 20	5	5
3.	OPC 13	5	4
4.	OPC 14	6	4
5.	OPD 05	4	3
6.	OPJ 20	3	2
7.	OPN 06	3	2
8.	OPN 18	4	2
Total		37	28



Gambar 1. Kesamaan genetik dari 15 aksesi karet material IRRDB dan 2 aksesi Wickham

Kedelapan primer tersebut ternyata selalu memperbanyak pita dengan ukuran 1000, 750 dan 750 bp. Primer Abi117.17 menghasilkan tujuh pita DNA dan mempunyai enam pita polimorfik yang berukuran 2500, 1500, 1000, 750, 500 dan 375 bp. Primer OPM 20 mempunyai lima pita yang kesemuanya polimorfik dengan ukuran 1500, 1000, 750, 500 dan 250 bp. Primer OPC13 menghasilkan 4 pita polimorfik berukuran 1500, 1000, 750, dan 500 bp. Primer OPC14 mempunyai 4 pita polimorfik dengan ukuran 1000, 750, 500 dan 450 bp, sedangkan OPD 05 mempunyai pita polimorfik dengan ukuran 1000, 500, dan 250 bp.

Analisis Kekerabatan Genetik

Dari hasil analisis jarak genetik dengan metode UPGMA (Gambar 1), menunjukkan bahwa pada koefisien kemiripan genetik 75% terbentuk dua kelompok besar yaitu klon Wickham dan sebagian material IRRDB tersusun menjadi satu kelompok, sedangkan plasma nutfah IRRDB lainnya tersusun dalam satu kelompok yang lain. Pada kelompok pertama (I) dengan koef. kemiripan 80% terdapat klon PB 260, BPM 24, PN 5579, PN 5808, PN 807, PN 5714 dan PN 3240. Dalam kelompok ini terdapat tiga material yang berkerabatan paling dekat yaitu PB 260, BPM 24 dan PN 5579. Klon PB 260 dan BPM 24 merupakan materi Wickham, sehingga dapat

dimengerti kedua klon memang memiliki hubungan yang lebih dekat, sedangkan aksesi PN 5579 merupakan material asal IRRDB, ternyata memiliki hubungan genetik yang dekat dengan material asal Wickham. Pada kelompok kedua (II), terdapat subkelompok (a) dengan koef. kemiripan 85% yang terdiri dari PN 803, PN 1582, PN 5538 dan PN 5108, kemudian subkelompok (b) dengan koef. kemiripan 80% terdapat PN 5814, PN 5819, PN 5788, PN 5575, PN 5567 dan PN 5640. Dari dua subkelompok tersebut, aksesi yang memiliki kekerabatan genetik paling dekat dengan koef. kemiripan 95% adalah PN 5808 dengan PN 807, PN 803 dengan PN 1582, PN 5814 dengan PN 5819, dan PN 5788 dengan PN 5575. Menurut Nurhaemi *et al.*, (1998)<sup>23</sup>, bahwa klon yang mempunyai kesamaan genetik kurang dari 60%, mempunyai jarak genetik yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa jarak genetik antar kelompok tersebut di atas tergolong rendah (sempit) karena memiliki kesamaan genetik  $\geq 75\%$ .

Kekerabatan genetik diantara 15 aksesi plasma nutfah IRRDB 1981 tidak dipengaruhi oleh lokasi (asal koleksi). Sebagian besar material hasil ekspedisi memperlihatkan kekerabatan genetik yang dekat walaupun berasal dari negara bagian yang berbeda. Kekerabatan kelompok klon asal Wickham (PB 260 dan BPM 24) memiliki kesamaan genetik 75% atau terdapat jarak genetik 25% dengan kelompok aksesi plasma nutfah IRRDB 1981, kecuali aksesi PN 5579 memiliki kemiripan >95%. Persilangan antar kelompok lebih baik dibanding persilangan didalam kelompok. Persilangan tetua yang sangat dekat secara genetik, akan menghasilkan efek silang dalam yang buruk terhadap progeni yang dihasilkan.<sup>24, 25</sup>

#### D. KESIMPULAN

Dari hasil analisis 15 aksesi terpilih plasma nutfah karet hasil ekspedisi IRRDB 1981 dengan penanda molekuler RAPD, menunjukkan kesamaan genetik 75% (jarak genetik 25%) yang membentuk dua kelompok utama, masing-masing 10 aksesi material IRRDB yang terbagi dalam empat subkelompok dan 5 aksesi IRRDB beserta 2 aksesi Wickham dalam kelompok lainnya. Dengan kemiripan genetik  $\geq 95\%$ , aksesi PN 5579 memiliki hubungan paling dekat dengan material Wickham (klon PB 260 dan BPM 24), kemudian dalam kelompok material IRRDB 1981, aksesi yang memperlihatkan kekerabatan terdekat adalah PN 5808 dengan PN 807, PN 803 dengan PN 1582, PN 5814 dengan PN 5819, dan PN 5788 dengan PN 5575.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Aziz, A. SAK. 1998. Introducing research result into practice the experience with natural rubber. In Aziz, A. SAK and Schiweltzer, D. T. (Ed.) *Research Management*, RRIM Kuala Lumpur.
2. Aidi-Daslin, S.Woelan, M.Lasminingsih dan H. Hadi. 2009. Kemajuan pemuliaan dan seleksi tanaman karet di Indonesia. *Pros. Lok. Nas. Pemuliaan Tanaman Karet 2009*. Pusat Penelitian Karet. hal : 50-59.
3. Aidi-Daslin, S.Woelan and S.A.Pasaribu. 2012. High latex yielding and disease resistance of rubber clones IRR 200 series. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 13(2), 2012 : 80-85.
4. Aidi-Daslin, Sayurandi dan S.Woelan. 2007. Analisis kekerabatan genetik populasi F1 hasil persilangan tetua tanaman karet penghasil lateks dan kayu berdasarkan teknik RAPD. *Jurnal Penelitian Karet*, 25(2) :1-9
5. Baulkwill, W.J. 1989. *The history of natural rubber production*. 1-56 pp. In Webster and Baulkwill (Ed.). Rubber. Longman Singapore Publisher (Pte) Ltd.
6. Annamma, Y. 1992. Germplasm resources and genetic improvement. 88-115 pp. In Sethuraj and Mathew (Ed.). *Natural Rubber : Biology, Cultivation and Technology*. Elsevier Sciences Publisher B.V. Amsterdam, The Netherlands.
7. Law, J.A., and S.E.Jacobsen. 2010. Establishing, maintaining and modifying DNA methylation patterns in plants and animals. *Nat. Rev. Genet.* 11: 204-220
8. Ambarwati, A.D., A.Purwito, M.Herman, S.M.Sumaraow and H.Aswidinnoor. 2011. Integration and segregation analyses of late blight resistance gene in F1 progenies of transgenic and nontransgenic potato cross. *Indonesian Journal of Agriculture* 4(1) : 1-7
9. Syafaruddin dan M.A.Nasution. 2012. Keragaman 17 aksesi plasma nutfah kakao berdasarkan penanda morfologi dan molekuler. *Bul. Ristri*, 3(2) : 177-184
10. Tistama, R., Sayurandi, Aidi-Daslin dan S.Woelan. 2008. Pengelompokan tetua

- tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) berdasarkan penanda RAPD. *Jurnal Penelitian Karet*, 26(1) :10-19
11. Munir, M., H.Suryaningtyas dan Kuswanhadi. 2012. Analisis keragaman genetik isolat *Corynespora cassiicola* (Berk & Curt) di Indonesia menggunakan marker ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*). *Jurnal Penelitian Karet*, 30(2) :86-99
  12. Welsh, J. and McClelland. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucl. Acids Res.* 18: 7213-7218.
  13. Azrai, M. 2005. Pemanfaatan marka molekuler dalam proses seleksi pemuliaan tanaman karet. *Jurnal Agrobiogen* 1 (1): 26-37.
  14. Mullis, A. E. 1980. Use of molecular markers in breeding for oligogenic disease resistance. *Plant Breeding* 104: 1-19.
  15. Collopy, B., G. C. Macharay, and J. Provan. 2001. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. *Trends Plants Sci.* 1: 215-222.
  16. William, J. G. K., A. Rafalsky, and S. Tingey. 1994. RAPD Marker. *Plant molecular biology manual. Kluwer Academic Publisher. Belgian.* p. 1-8.
  17. Riedy, M. F., W. J. Hamilton, and C. F. Aquadro. 1992. Excess of non parental bands in offspring from know pedigrees assayed using RAPD PCR. *Nucl. Acids Res.* 20: 918.
  18. Orozco-Castillo, C., K.J. Chalmers, R. Waught and W. Powell. 1994. Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD marker. *Theor. Appl. Genet.*, 87: 934-940.
  19. Asmono, D., , N. Toruan-Mathius, dan Subronto. 2002. *Pemetaan Genom Pengendali Produktivitas Pada Kelapa Sawit*. Laporan Akhir Riset Unggulan Terpadu VII. Kementerian Riset dan Teknologi RI dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
  20. Sambrook, J. and D.W.Russel. 1989. *Molecular cloning: A Laboratory Manual*. New York: Cold-Spring Harbor Laboratory Pr. 2222 pp.
  21. Williams, J. G. K., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski and S. V. Tingey. 1990. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acid Res.* 18: 6531-6535.
  22. Rohlf, F.J. 1993. NTSYS-pc. Numerical Taxonomy and multivariate Analysis system. Version 1.80. Exeter Software, New York. p. 13-20.
  23. Nurhaimi, H. Aswidinnoor., N. T. Mathius, dan A. Purwantara. 1998. Kemiripan genetik klon karet (*Hevea brasiliensis*) berdasarkan metode AFLP. *Menara Perkebunan* 71 (1): 1-14.
  24. Aidi-Daslin, Sayurandi dan S.Woelan. 2008. Keragaman genetik, heritabilitas dan korelasi berbagai karakter dengan hasil pada tanaman karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 26(1) :1-9
  25. Sayurandi dan Aidi-Daslin. 2011. Heterosis dan heritabilitas pada progeny F1 hasil persilangan kekerabatan jauh tanaman karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 29(1):1-15.