

## SKRIPSI

**STUDI KEKERABATAN HASIL PERSILANGAN TENERA X  
PISIFERA DARI ORIGIN YANG BERBEDA MENGGUNAKAN  
MARKA SSR**

***GENETIC RELATIONSHIP STUDY OF PROGENY OF TENERA  
X PISIFERA CROSSING FROM DIFFERENT ORIGIN USING  
SSR MARKS***



**Lilib Jifriaghi  
05071181520089**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

**STUDI KEKERABATAN HASIL PERSILANGAN TENERA X  
PISIFERA DARI ORIGIN YANG BERBEDA MENGGUNAKAN  
MARKA SSR**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian pada  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Lilib Jifriaghi  
05071181520089**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## ABSTRACT

The purpose of this study was to find out the specific alleles of each oil palm origin, the kinship between populations resulting from crossing Tenera x Pisifera from different origins, polymorphic SSR markers on the Tenera x Pisifera crossing in the Ghana, Nigeria and Dami oil palm origin. The study began from September to December 2018 at the Integrated Laboratory of PT. Sampoerna Agro Tbk., Palembang. The genetic material used is 3 populations (144 oil palm) Ghana, Nigeria and native/dami palm oil planted in Surya Adi, Mesuji. DNA sample was extracted using the protocol kit of Promega Kit Wizard® Genomic DNA Purification Kit. A total of 30 SSR markers were used in primary screening and 16 markers were selected for the genotype analysis. The results of the Polymorphism Information Content (PIC) analyzed using CERVUS had average value 0.647 which were medium informative level. The number of alleles detected from each SSR marker ranged from 3-6 alleles (mean = 4.625). Genetic distance dendrogram was constructed by Unweighted Pair Group Method Arithmetic (UPGMA) using NTSYS 2.0pc software (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) in 144 oil palms which divided into 2 large groups with genetic similarity coefficients of 0.21 or 21%. Phylogenetic analysis using DARwin 5.05 and Principal Coordinate Analysis (PCoA) using GenALEX ver 6.5 indicated that 3 oil palm populations presented in 3 groups based on origin. The results of Molecular Analysis Variance (AMOVA) showed that the diversity between populations of 43% for diversity between individuals was only 2% then the diversity of individuals in the population was 55%.

*Keywords: Kinship, Origin, Crossing Of Tenera X Pisifera, SSR Markers*

## RINGKASAN

**LILIB JIFRIAGHI.** Studi kekerabatan hasil persilangan Tenera x Pisifera dari origin yang berbeda menggunakan marka SSR ( Dibimbing oleh **DWI PUTRO PRIADI, ZAIDAN and PRATIWI ERIKA**).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui alel spesifik dari masing-masing asal kelapa sawit, hubungan kekerabatan antara populasi yang dihasilkan dari persilangan Tenera x Pisifera dari asal yang berbeda, penanda marka SSR polimorfik pada persilangan Tenera x Pisifera di persilangan kelapa sawit Ghana, Negeria dan Dami. Penelitian dimulai dari September hingga Desember 2018 di Laboratorium Terpadu PT. Sampoerna Agro Tbk., Palembang. Bahan genetik yang digunakan adalah 3 populasi (144 kelapa sawit) Ghana, Nigeria dan kelapa sawit asli / dami ditanam di Surya Adi, Mesudi. Sampel DNA diekstraksi menggunakan kit protokol Promega Kit Wizard® Genomic DNA Purification Kit. Sebanyak 30 marka SSR digunakan dalam penapisan primer dan 16 primer dipilih untuk analisis genotipe. Hasil Konten Informasi Polimorfis (PIC) dianalisis menggunakan CERVUS memiliki nilai rata-rata 0,647 yang merupakan tingkat informatif menengah. Jumlah alel yang terdeteksi dari setiap penanda SSR berkisar antara 3-6 alel (rata-rata = 4,625). Dendogram jarak genetik dibangun oleh United Pair Group Method Arithmetic (UPGMA) menggunakan perangkat lunak NTSYS 2.0pc (Nonomis Taksonomi dan Sistem Analisis Multivariat) di 144 pohon kelapa sawit yang dibagi menjadi 2 kelompok besar dengan koefisien kemiripan genetik 0,21 atau 21%. Analisis filogenetik menggunakan DARwin 5.05 dan Principal Coordinating Analysis (PCoA) menggunakan GenALEX ver 6.5 menunjukkan bahwa 3 populasi kelapa sawit disajikan dalam 3 kelompok berdasarkan asal. Hasil Varians Analisis Molekuler (AMOVA) menunjukkan bahwa keragaman antar populasi 43% untuk keanekaragaman antar individu hanya 2% maka keanekaragaman individu dalam populasi adalah 55%.

Kata kunci: Kekerabatan, Origin, Persilangan Tenera x Pisifera, Marka SSR.

## LEMBAR PENGESAHAN

### STUDI KEKERABATAN HASIL PERSILANGAN TENERA X PISIFERA DARI ORIGIN YANG BERBEDA MENGGUNAKAN MARKA SSR

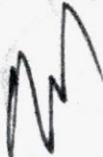
#### SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

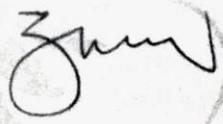
Oleh:

Lilib Jifriaghi  
**05071181520089**

Pembimbing I

  
**Dr. Ir. Dwi Putro Priyadi, M.Sc.**  
NIP 195512231985031001

Indralaya, November 2019  
Pembimbing II

  
**Dr. Ir. Zaidan, M.Sc.**  
NIP 195906211986021001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian



  
**Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.**  
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Studi Kekerabatan Hasil Persilangan Tenera X Pisifera Dari Origin Yang Berbeda Menggunakan Marka SSR" oleh Lilib Jifriaghî telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal November 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. Dr. Ir. Dwi Putro Priyadi, M.Sc.<br>NIP 195512231985031001 | Ketua<br>(.....)      |
| 2. Dr. Ir. Zaidan, M.Sc.<br>NIP 195906211986021001            | Sekretaris<br>(.....) |
| 3. Dr. Ir. M. Umar Harun, M.S.<br>NIP 196212131988031002      | Anggota<br>(.....)    |
| 4. Dr. Ir. Mery Hasmeda, M.Sc.<br>NIP 196303091987032001      | Anggota<br>(.....)    |

Indralaya, November 2019  
Koordinator Program Studi  
Agroekoteknologi

Ketua Komisi Peminatan  
Agronomi

Dr.Ir. Firzaus Sulaiman, M.Si  
NIP 195908201986021001

Dr. Ir. Munandar, M.Agr  
NIP 196012071985031005

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr.Ir. Firzaus Sulaiman, M.Si  
NIP 195908201986021001

### PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

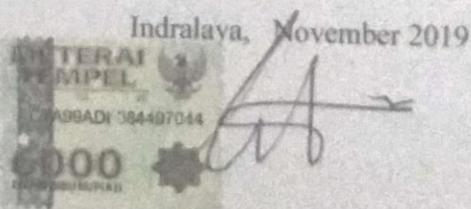
Nama : Lilib Jifriaghi

NIM : 05071181520089

Judul : Studi Kekerabatan Hasil Persilangan Tenera X Pisifera Dari Origin Yang Berbeda Menggunakan Marka SSR

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang di muat dalam penelitian ini merupakan hasil karya saya sendiri dibawah bimbingan dosen, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



## **RIWAYAT HIDUP**

Nama penulis adalah Lilib Jifriaghi, biasa dikenal dengan panggilan Lilib. Penulis adalah anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak syassilih dan Ibu Lismawati. Penulis dilahirkan di desa Kebon Cabe pada hari Sabtu tanggal 06 Juli 1996. Tempat tinggal penulis sekarang di dusun II desa Kebon Cabe Kecamatan Cengal, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dan alamat kos RSS Bhaktiguna blok D no 07 Ogan Ilir. Sebelum menempuh pendidikan di Universitas Sriwijaya penulis pernah belajar di SDN 1 Kebon Cabe, selama enam tahun usai menyelesaikan pendidikan sekolah dasar pada tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 5 Cengal selama tiga tahun pada periode 2009-2012, kemudian penulis melanjutkan pendidikan selama tiga tahun di SMKN 1 Lempuing Jaya pada tahun 2012 dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan pada tahun 2015. Setelah mengalami berbagai kesulitan dalam mendapatkan tempat terbaik dan lulus SNMPTN saat ini penulis sedang menempuh pendidikan di Program Studi Agroekoteknologi (AET) Peminatan Budidaya Pertanian (Agronomi), Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Agroekoteknologi (HIMAGROTEK) Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya periode 2015-sekarang. Pada tahun 2015-2017 aktif diorganisasi UKK Pramuka Universitas Sriwijaya Tercatat aktif dalam organisasi lembaga dakwah kampus (LDF) BWPI sebagai staff kaderisasi 2015-sekarang. Pada tahun 2016-2017 aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) pada tahun 2017-2018 menjabat sebagai Wakil Gubernur Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan Tercatat aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Agronomi (HIMAGRON) Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya 2017-2019.

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Kekerabatan Hasil Persilangan Tenera X Pisifera Dari Origin Yang Berbeda Menggunakan Marka SSR”. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yaitu:

1. Kepada Bapak Dr. Ir. Dwi Putro Priyadi, M.Sc., dan bapak Dr. Ir. Zaidan, M.Sc. selaku dosen pembimbing, yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan serta petunjuk selama penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
  2. Kepada dosen penguji skripsi Bapak Dr. Ir. M. Umar Harun, M.S. dan Ibu Dr. Ir. Mery Hasmeda, M.Sc. yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini.
  3. Kepada Bapak zulherman, Ibu Pratiwi Erika dan Ibu Upit Sarimana sebagai pembimbing, beserta karyawan lab molekuler Sampoerna Agro Tbk yang telah membantu dalam pelaksanaan selama di laboratorium
  4. Kepada kedua orang tua ku yaitu Bapak Syassilih dan Ibu Lismawati yang telah memberikan doa, semangat, dan motivasinya.
  5. Kepada keluarga BEM KM FP Kabinet Rumah Kita (Tio, Septi, Tini, Anita, Satria, Andika, Haris, Ayumi, Aida beserta adik-adik) atas dukungannya.
  6. Kepada rekan penelitian saya Nabila Amiros yang membantu baik didalam maupun diluar lab dan support yang diberikan hingga terselesaiya
- Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Semoga laporan penelitian ini memberikan sumbangan ilmu pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, oktober 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Hipotesis .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
 BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	 4
2.1. Botani Kelapa Sawit .....	4
2.1.1 Sejarah Kelapa Sawit .....	4
2.1.2. Klasifikasi dan Morfologi Kelapa Sawit.....	4
2.2. Jenis – Jenis kelapa sawit.....	7
2.2.1 Jenis-jenis Kelapa sawit Berdasarkan Ketebalan cangkang .....	7
2.2.2. Kelapa sawit Berdasarkan Warna Kulit Buah.....	8
2.2.3. Varietas-Varietas Unggul Kelapa sawit PT. Bina Sawit Makmur ....	8
2.3. Pemuliaan Kelapa Sawit .....	9
2.3.1. Jarak Genetik dan Hubungan Kekerabatan Kelapa sawit .....	11
2.4. Marka Molekuler dan Mikrosatelit SSR .....	12
2.4.1. Marka <i>Simple Sequence Repeats</i> (SSR).....	13
2.4.2. Analisis Diversitas Genetika kelapa sawit Menggunakan marka SSR	15
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	18
3.1. Tempat dan Waktu .....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Metode Penelitian .....	19
3.3.1. Populasi sample .....	19

3.3.2. Pengambilan Sample .....	19
3.3.3. Ekstraksi DNA .....	19
3.3.4. Elektroforesis Horizontal dan Spektfotometer.....	20
3.3.5. Amplifikasi DNA .....	21
3.4. Primer SSR (SSRs) .....	21
3.4.1. Seleksi Primer .....	21
3.4.2. Hasil Seleksi Primer.....	23
3.5. Analisis Data .....	23
3.5.1. Skoring .....	23
3.5.2. Analisis Heterozigositas dan PIC .....	24
3.5.3. Analisis Keragaman.....	24
3.5.4. Analisis Amova.....	25
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil .....	26
4.1.1. Kualitas dan Kuantitas DNA Hasil Ekstraksi.....	26
4.1.2. Primer SSR (SSRs).....	28
4.1.2.1 Seleksi Primer.....	28
4.1.2.2. Hasil Seleksi Primer .....	29
4.1.3. Skoring .....	29
4.1.4. Analisis Data .....	30
4.1.4.1. Analisis Heterizogositas dan PIC .....	30
4.1.4.2 Analisis Keragaman .....	31
4.1.4.3. Analisis Amova .....	31
4.2. Pembahasan.....	31
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1. Kesimpulan .....	37
5.2. Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>41</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 4.1. Contoh hasil elektroforesis gel agarose .....	27
Gambar 4.2.. Contoh profil marka hasil visualisasi elektroforesis vertikal	29
Gambar 4.3. Dendrogram analisa UPGMA .....	32
Gambar 4.4.Posisi relatif 3 populasi kelapa sawit yang dipetakan pada kedua sumbu koodinat utama .....	35
Gambar 4.5. Pohon filogenetik analisis <i>Unrooted Neighbour-joining</i> terhadap 3 populasi kelapa sawit menggunakan 19 primer. ....	35
Gambar 4.6. persentase <i>Analysis of Moleculer Varience</i> (AMOVA) terhadap 3 populasi kelapa sawit menggunakan 16 primer terpilih.....	36

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Varietas kelapa sawit Hasil Persilangan D x P Binasawit Makmur .....	8
Tabel 2.2. Varietas dan keunggulan Kelapa Sawit Hasil Persilangan D x P Binasawit Makmur .....	9
Tabel 3.1. Individu yang digunakan dalam persilangan kelapa sawit pada penelitian .....	19
Tabel 3.2. Kode Primer, Urutan basa, <i>Annealing Temperature (AT) Linkage Group</i> (LG), dan ukuran alel 30 primer skrining .....	22
Tabel 3.3. Daftar sampel pada skrining primer.....	23
Tabel 3.4. Hasil 16 primer terpilih dari hasil seleksi .....	23
Tabel 4.1. Sebagian hasil UV-spektrometer .....	27
Tabel 4.2. Informasi genetik 30 Primer seleksi.....	28
Tabel 4.3. Informasi genetik 16 primer hasil seleksi .....	29
Tabel 4.4. Contoh skoring data biner hasil visualisasi .....	30
Tabel 4.5. Alel spesifik pada masing-masing populasi .....	30
Tabel 4.6. Pengelompokan 144 Palm kelapa sawit pada koefisien kemiripan genetik 0.21 .....	34
Tabel 4.7. Tabel <i>Analisis of Molecular Variance (AMOVA)</i> terhadap 3 populasi kelapa sawit menggunakan 16 primer terpilih .....	36

**DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

Lampiran 1. Profil Marka SSR pada kelapa sawit populasi Ghana (A) Nigeria ( B) Dami (C) .....	41
Lampiran 2. Hasil Skoring Codominan Data 144 palm kelapa sawit 3 populasi .....	47
Lampiran 3. Bahan – bahan yang digunakan dalam SSR .....	60
Lampiran 4. Alat – alat yang digunakan dalam SSR .....	59

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1.Latar Belakang**

Pemuliaan tanaman memiliki peran penting untuk mendapatkan varietas baru. Terutama dalam pemuliaan tanaman kelapa sawit. Pemuliaan tanaman kelapa sawit dilakukan untuk mendapatkan varietas unggul yang diinginkan. Sumber genetik dari induk kelapa sawit berasal dari Dura dan Pisifera. Ketersediaan induk yang bersifat unggul (elite) di Indonesia menyebabkan keterbatasan dalam pengembangan program pemuliaan. Terutama ketersediaan induk elite Pisifera. Keterbatasan induk Pisifera dipengaruhi oleh umur tanaman dan tidak adanya cangkang pada buah sehingga tidak dapat dijadikan benih. Oleh karena itu, perlu adanya regenerasi untuk menyediakan induk Pisifera (Ajambang *et al.*, 2012).

Tenerima hasil persilangan Dura x Pisifera dapat digunakan sebagai sumber induk yang mewarisi sifat Pisifera. Regenerasi sifat unggul Pisifera dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu persilangan TxT dan TxP. Persilangan tersebut dilakukan untuk mendapatkan anak Tenerima yang mewariskan sifat Pisifera secara dominan. Sehingga, sifat unggul Pisifera terjamin ketersediaannya dan dapat dijadikan induk unggul. Sifat dominan yang diwarisi oleh induk dapat diidentifikasi dengan mengetahui jarak kekerabatan yang dekat antara hasil persilangan dan indukan. Sifat unggul Pisifera masing-masing origin memiliki jarak kekerabatan yang berbeda. Persilangan dapat dilakukan secara konvensional dan seleksi secara morfologi. Seleksi morfologi membutuhkan waktu yang relative lama dengan polimorfisme yang rendah (Okoye *et al.*, 2016). Penggunaan marka molekuler mampu mengurangi waktu seleksi dan mendapatkan hasil lebih awal.

Marka molekuler memungkinkan untuk menganalisis hubungan DNA antara individu yang mewariskan sifat dominan induk dan individu yang bersifat

kurang dominan dengan induk. Adanya perbedaan sekuen DNA menjadi dasar analisa penggunaan marka molekuler. Perbedaan ini salah satu disebabkan oleh adanya variasi jumlah sekuens berulang, biasa dikenal dengan marka *Microsatellite* atau *Simple Sequence Repeat* (SSR) (Hirano *et al.*, 2006).

Asmono *et al.* (2005) menyatakan analisis berbasis marka sangat diperlukan untuk melihat sejauh mana hubungan genetik antar individu dalam populasi. Marka SSR merupakan marka yang paling popular digunakan dalam studi genetik dan pemuliaan karena memiliki keunggulan dibanding marka yang lain (AFLP, RAPD, dan RFLP) (Tasma, 2014). Keunggulannya antara lain lokasinya yang menyebar di seluruh genom tanaman, multi alelik dan mudah diamplifikasi dengan teknik *Polymaerase Chain Reaction* (PCR). Penggunaan marka SSR merupakan metode yang paling prospektif untuk menganalisis jarak kekerabatan hasil persilangan (Powell *et al.*, 1996 dalam Zaki *et al.*, 2012). Marka SSR juga telah dilakukan dalam analisis parental (Thongthawee *et al.*, 2010).

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian untuk menganalisa kekerabatan populasi hasil persilangan sawit Tenera x Pisifera pada origin Ghana, Nigeria dan Dami.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian antara lain:

- a. Bagaimana hubungan kekerabatan antar populasi hasil persilangan Tenera x Pisifera dari origin yang berbeda?
- b. Marka SSR mana yang polimorfis terhadap persilangan Tenera x Pisifera pada origin Ghana, Nigeria dan Dami?
- c. Bagaimana sebaran allel spesifik dari masing-masing origin?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian bertujuan untuk :

- a. mengetahui hubungan kekerabatan antar populasi hasil persilangan Tenera x Pisifera dari origin yang berbeda.

- b. mengetahui marka SSR yang polimorfis terhadap persilangan Tenera x Pisifera pada origin Ghana, Nigeria dan Dami.
- c. mengetahui allel spesifik dari masing-masing origin.

#### **1.4. Hipotesis**

Populasi hasil persilangan Tenera dan Pisifera origin Ghana, Nigeria dan Dami masing-masing memiliki jarak kekerabatan yang dekat sehingga sifat induk terwarisi dengan jelas dalam origin yang sama. Adanya marka SSR yang tidak polimorfis terhadap persilangan Tenera x Pisifera setiap origin mempunyai allel spesifik yang berbeda.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi dalam ilmu pengetahuan terkait persilangan kelapa sawit, hubungan genetik, dan hubungan biologi molekuler. Penelitian juga diharapkan memberikan informasi yang tepat baik bagi perusahaan yang mendanai penelitian, mahasiswa, dan petani ataupun masyarakat.

## Daftar Pustaka

- Ajambang, W., Sudarsono, D. Asmono D, and N. Toruan. 2012. Microsatellite Markers Reveal Cameroon's Wild Oil Palm Population as a Possible Solution to Broaden the Genetic Base in the Indonesia-Malaysia Oil Palm Breeding Programs. *African Journal of Biotechnology.* 11(69): 13244-13249.
- Billotte N, Marseillac N, Risterucci AM, Adon B, Brottier P, Baurens FC, Singh R, Herran A, Asmady H, Billotte C. 2005. Microsatellite-Based High Density Linkage Map in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Theor Appl Genet.* 110:754-765.
- Bilotte N, Risterucci AM, Barcelos E, Noyer JL, Amblard P, Baurens FC. 2001. Development, Characterization, and Across-taxa Utility of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Microsatellite Markers. *Genome.* 44:413-425.
- Dauqan, E, Sani H. A. Abdullah, A. Kasim, M. Z. 2011. Effect of different concentrations of red palm olein on antioxidant enzymes activity of rat liver. *African Journal of Biotechnology.* Vol. 10(22).1684-5315
- Feng, S.P., Li WG, H.S. Huang, J.Y. Wang, and Y.T. Wu. 2009. Development, Characterization and Cross-Species/Genera Transferability of EST-SSR Markers for Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*). *Molecular Breeding.* 28: 85–97.
- Govindaraj M., M. Vetriventhan, and M. Srinivasan. 2015. Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances: An Overview of Its Analytical Perspectives. *Genetics Research International.* Article ID 431487, 14 pages.
- Hartono,R., Satyawibawa, I., Fauzi, Y., Widystuti, Y. E. 2002. Kelapa Sawit: Budidaya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lubis, A. U. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Indonesia (Edisi 2 ). Medan : Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Marshall TC, Slate J, Kruuk LEB, Pemberton JM. 1998. Statistical Confidence for Likelihood-based Paternity Inference in Natural Populations. *Molecular Ecology.* 7: 639-655.
- Nei M. 1987. Molecular Evolutionary Genetics. New York (US): Columbia University Press.

- Okoye M., Bakoume C., Uguru M. I., Singh R., Okwuagwu C. O. 2016. Genetic Relationships between Elite Oil Palms from Nigeria and Selected Breeding and Germplasm Materials from Malaysia via Simple Sequence Repeat (SSR) Markers. *Journal of Agricultural Science*. 8(2): 159-178.
- Peakall, R., & Smouse, P. 2006. GenAlEx version 6.0: Genetic Analysis in Excel. Population Genetic Software for Teaching and Research. *Molecular Ecology*. 6:288-295. Diakses: 17 Oktober 2018. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.01155.x>
- Perrier, X., and J. P. Jacquiermoud-Collet. 2006. *DARwin software*. [online] <<http://darwin.cirad.fr/darwin>>. Diakses 28 Oktober 2018.
- Powell, Wayne, Michele Morgante, Chaz Andre, Michael Hanafey, Julie Vogel, Scott Tingey and Antoni Rafalski. 1996. The Comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (Microsatellite) Markers for Germplasm Analysis. *Molecular Breeding*. 2: 225-238.
- Rival A. 2007. The oil palm. In: Pua EC, Davey MR (eds) Biotechnology in Agriculture and Forestry Transgenic Crops VI,, Vol 61. Springer, Berlin, Germany.
- Rival A. 2017. Breeding the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) for climate change. *Oilseeds and fats Crops and Lipids Journal* 24(1): D107.
- Rohlf F. J. 1998. On Applications of Geometric Morphometrics to Studies of Ontogeny and Phylogeny. *Systematic Biology*. 47(1): 147-158.
- Sambrook, J., Fritsch EF, and Maniatis T. 1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. USA: Cold Spring Harbor Labress.
- Semagn K, Bjørnstad Å, Skinnes H, Marøy AG, Tarkegne T, William M (2006). Distribution of DArT, AFLP, and SSR markers in a genetic linkage map of a doubled haploid hexaploid wheat population. *Genome* 49:545–555.
- Singh R., Low ET, Ooi LC, Ong-Abdullah M, Nookiah R, Ting NC., Marjuni M, Chan PL, Ithnin M, Manaf MA, Nagappan J, Chan KL, Rosli R, Halim MA, Azizi N, Budiman MA, Lakey N, Bacher B, Van Brunt A, Wang C, Higan M, He D, MacDonald JD, Smith SW, Ordway JM, Martienssen RA, Sambanthamurthi R. 2014. The oil palm VIRESCENS gene controls fruit colour and encodes a R2R3-MYB. *NATURE*. 5,4106.doi:10.1038/ncomms5106

- Soedomo, R. P. 2006. Seleksi Induk Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Hortikultura*. 16(4): 269-282.
- Sulistyawati, P. dan Widyatmoko AYPBC. 2017. Keragaman Genetik Populasi Kayu Merah (*Pterocarpus indicus* Willd) Menggunakan Penanda Random Amplified Polymorphism DNA. *J. Pemuliaan Tanaman Hutan*. 11(1): 67-76.
- Taeprayoon P, Tanya P, Lee SH, Srinives P. 2015. Genetic background of three commercial oil palm breeding populations in Thailand revealed by SSR markers. *Australia Journal of Crop Science* 9(4):281-288.
- Tarigan, Sri Murti. 2016. Penggunaan Marka Molekuler RAPD untuk Mengidentifikasi Hibrida F1 Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Pertanian BERNAS*. 12(2): 30-43.
- Tasma, I Made. 2014. Skrining Marka SSR Untuk Analisis Diversitas Genetik Aksesi Kelapa Sawit. *Buletin Palma*. 5(1):1-13.
- Tasma, I Made dan Sekar Arumsari. 2013. Analisis Diversitas Genetik Aksesi Kelapa Sawit Kamerun Berdasarkan Marka SSR. *Jurnal Littri*. 19(4): 194 – 202.
- Tenda, E., Meity T., dan Miftahorrahman. 2009. Hubungan Kekerabatan Genetik Antar Sembilan Aksesi Kelapa Asal Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Littri*. 15(3): 139 – 144.
- Tinche, Dwi A., Diny D., Sudarsono. 2014. Keragaman Genetik Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Populasi Berdasarkan Analisis Marka SSR (*Simple Sequence Repeats*). *Buletin Palma*. 15(1): 14 – 23.
- Thongthawee S, Tittinutchanon P, Volkaert H. 2010. Microsatellites for Parentage Analysis in Oil Palm Breeding Population. *Thai Journal of Genetics*. 3(2): 172-181.
- Wachira, F.N., Wayne P., and Robby W. 1997. An Assessment of Genetic Diversity among *Camellia sinensis* L. (Cultivated Tea) and Its Wild Relatives Based on Randomly Amplified Polymorphic DNA and Organelle-Specific STS. *Journal of Heredity*. 78:603-61.
- Zulhermana. 2009. Keragaman Genetik Intra dan Interpopulasi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Pisifera Asal Nigeria Berdasarkan Analisis Marka *Simple Sequence Repeat* (SSR) [thesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

