

**ANALISIS KERAGAMAN GENETIK MANGROVE ASAL PULAU
PAYUNG SUMATERA SELATAN DAN SEKITARNYA BERBASIS
PENANDA SRAP (*Sequence Related Amplified Polymorphism*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dibidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*



Oleh:

ANGGRAINI AULIA RAHMA

08051281924040

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2023**

**ANALISIS KERAGAMAN GENETIK MANGROVE ASAL PULAU
PAYUNG SUMATERA SELATAN DAN SEKITARNYA BERBASIS
PENANDA SRAP (*Sequence Related Amplified Polymorphism*)**

SKRIPSI

Oleh:

ANGGRAINI AULIA RAHMA

08051281924040

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dibidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KERAGAMAN GENETIK MANGROVE ASAL PULAU
PAYUNG SUMATERA SELATAN DAN SEKITARNYA BERBASIS
PENANDA SRAP (*Sequence Related Amplified Polymorphism*)**

SKRIPSI

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Bidang Ilmu Kelautan*

Oleh :

ANGGRAINI AULIA RAHMA

08051281924040

Indralaya,

2023

Pembimbing II

Pembimbing I



Dr. Fatimah, S.P., M.Si

NIP. 198004232005012001



Dr. Fauziah, S.Pi

NIP. 197512312001122003

Megetahui

Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc

NIP : 197905212008011009

Tanggal Pengesahan :

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Anggraini Aulia Rahma

NIM : 08051281924040

Jurusan : Ilmu Kelautan

Judul Skripsi : Analisis Keragaman Genetik Mangrove Asal Pulau Payung
Sumatera Selatan dan Sekitarnya Berbasis Penanda SRAP
(*Sequence Related Amplified Polymorphism*)

**Telah Berhasil Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Dan Diterima
Sebagai Bagian Persyaratan Yang Diperlukan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.**

DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Fauziyah, S.Pi
NIP. 197512312001122003



(.....)

Anggota : Dr. Fatimah, S.P., M.Si
NIP. 198004232005012001



(.....)

Anggota : Dr. Melki, S.Pi., M.Si
NIP. 198005252002121004



(.....)

Anggota : Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP. 197905212008011009



(.....)

Ditetapkan di : Indralaya
Tanggal : 05 Juni 2023

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anggraini Aulia Rahma
NIM : 08051281924040
Jurusan : Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah Saya yang berjudul :

Analisis Keragaman Genetik Mangrove Asal Pulau Payung Sumatera Selatan dan Sekitarnya Berbasis Penanda SRAP (*Sequence Related Amplified Polymorphism*)

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya. **Skripsi ini dibiayai dan didukung dari penelitian skema unggulan kompetitif a.n Dr. Fauziah, S.Pi tahun 2022.** Segala sesuatu terkait penggunaan data dan publikasi skripsi ini, harus seizin Dr. Fauziah, S.Pi.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 31 Mei 2023



Anggraini Aulia Rahma

NIM. 08051281924040

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya Anggraini Aulia Rahma, NIM. 08051281924040 menyatakan bahwa karya ilmiah/skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam karya ilmiah/skripsi ini yang berasal dari penulisan lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulisan secara benar dan semua karya ilmiah/skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Indralaya, 31 Mei 2023



Anggraini Aulia Rahma
NIM. 08051281924040

ABSTRAK

Angraini Aulia Rahma. 08051281924040. Analisis Keragaman Genetik Mangrove Asal Pulau Payung Sumatera Selatan dan Sekitarnya Berbasis Penanda SRAP (*Sequence Related Amplified Polymorphism*) (Pembimbing : Dr. Fauziah, S.Pi dan Dr. Fatimah, S.P., M.Si)

Pulau Payung merupakan kawasan hutan lindung menurut SK Menhut No.866/Menhut-II/2014. Keberadaan mangrove Pulau Payung di sekitar muara Sungai Musi, berada di alur pelayaran sehingga mangrove tersebut dapat mudah dijangkau. IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) menyatakan mangrove *R.apiculata*, *A.alba*, *A.marina*, *A.officinalis* dan *Kandelia candel* masuk kedalam kategori LC (*Least Concern*). Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Oktober - Desember 2022. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis keragaman genetik dan hubungan kekerabatan mangrove *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel* menggunakan metode *Sequence Related Amplified Polymorphism* (SRAP). Hasil penelitian ini memiliki *goodness of fit* $r=0,92603$; Mantel t-test $t = 19.9368$;Probability random Z <observed Z: $p = 1.0000$. Nilai diversitas gen berkisar dari 0,8855 hingga 0,9188 dengan rerata 0,8999. dan nilai *Polymorphic Information Content* (PIC) berkisar antara 0,8645 hingga 0,9131 dengan rerata sebesar 0,8917. Hasil analisis dendogram 31 genotipe mangrove terbagi ke dalam lima klaster dengan koefisien kemiripan sebesar 0,86. Klaster pertama terdiri dari 14 aksesi yaitu 6 *K. candel* dan 8 *R. apiculata*, klaster kedua terdiri dari 3 aksesi yaitu *A. alba*, klaster ketiga 9 aksesi yaitu 3 *A. alba*, 3 *A. marina* 3 *A. officinalis*, klaster keempat terdiri dari 3 aksesi *A. alba* dan klaster kelima 2 aksesi *A. alba*. Seluruh marka SRAP dalam penelitian ini terbukti cukup informatif dan sangat sesuai dengan dibuktikan nilai $r > 0,9$ dan $PIC > 0,7$.

Kata kunci : Hubungan Kekerabatan, Keragaman Genetik, Mangrove, Pulau Payung, SRAP

Pembimbing II



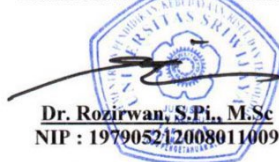
Dr. Fatimah, S.P., M.Si
NIP. 198004232005012001

Indralaya, 31 Mei 2023
Pembimbing I



Dr. Fauziah, S.Pi
NIP. 197512312001122003

Megetahui
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



Dr. Rozirwan, S.Pi, M.Sc
NIP : 197905212008011009

ABSTRACT

Anggraini Aulia Rahma. 08051281924040. Analysis of Mangrove Genetic Diversity from Payung Island, South Sumatra Based and Surrounding Areas on SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) Markers

(Supervisors: Dr. Fauziyah, S.Pi and Dr. Fatimah, S.P., M.Si)

Payung Island is a protected forest area according to SK Menhut No.866/Menhut-II/2014. The existence of the Payung Island mangroves around the mouth of the Musi River is in the shipping channel so that the mangroves can be easily reached. The IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) states that the mangroves *R.apiculata*, *A.alba*, *A.marina*, *A.officinalis* and *K.candel* fall into the LC (Least Concern) category. The research was carried out in October - December 2022. This research aimed to analyze the genetic diversity and kinship of mangroves *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* and *K. candel* using the Sequence Related Amplified Polymorphism (SRAP) method. The results of this research have goodness of fit $r=0.92603$; Mantel t -test $t = 19.9368$; Probability random $Z < \text{observed } Z$: $p = 1.0000$. Gene diversity values ranged from 0.8855 to 0.9188 with an average of 0.8999. and Polymorphic Information Content (PIC) values range from 0.8645 to 0.9131 with an average of 0.8917. The results of the dendogram analysis of 31 mangrove genotypes were divided into five clusters with a similarity coefficient of 0.86. The first cluster consisted of 14 accessions namely 6 *K. candel* and 8 *R. apiculata*, the second cluster consisted of 3 accessions namely *A. alba*, the third cluster had 9 accessions namely 3 *A. alba*, 3 *A. marina* and 3 *A. officinalis*, the fourth cluster consisted of 3 accessions *A alba* and fifth cluster 2 accessions of *A. alba*. All SRAP markers in this study proved to be quite informative and highly appropriate, as evidenced by the value of $r > 0.9$ and $\text{PIC} > 0.7$.

Keywords: Genetic Diversity, Kinship Relation, Mangroves, Payung Island, SRAP

Supervisor II



Dr. Fatimah, S.P., M.Si
NIP. 198004232005012001

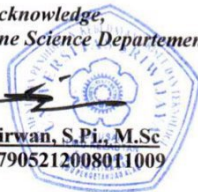
Indralaya, 31 Mei 2023

Supervisor I



Dr. Fauziyah, S.Pi
NIP. 197512312001122003

Acknowledge,
Head of Marine Science Departement


Dr. Rozirwan, S.Pi, M.Sc
NIP : 197905212008011009

RINGKASAN

Anggraini Aulia Rahma. 08051281924040. Analisis Keragaman Genetik Mangrove Asal Pulau Payung Sumatera Selatan dan Sekitarnya Berbasis Penanda SRAP (*Sequence Related Amplified Polymorphism*) (Pembimbing : Dr. Fauziyah, S.Pi dan Dr. Fatimah, S.P., M.Si)

Pulau Payung merupakan kawasan hutan lindung menurut SK Menhut No.866/Menhut-II/2014. Pulau Payung terletak di Kecamatan Banyuasin II, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Komunitas utama yang mendominasi di Pulau Payung adalah mangrove karena letaknya yang berada di sekitar muara Sungai Musi yang tergolong ekosistem esturia. Mangrove *R.apiculata*, *A. alba*, *A.marina*, *A.officinalis* dan *K.candel* yang terdapat di Pulau Payung di analisis keragaman genetik dan hubungan kekerabatan menggunakan metode *Sequence Related Amplified Polymorphism* (SRAP).

SRAP merupakan penanda molekular yang ditemukan lebih akhir yaitu pada tahun 2001. SRAP memiliki sistem yang sederhana, menargetkan *open reading frame* (ORFs) dan memudahkan isolasi untuk sekuensing. SRAP memiliki dua primer, yaitu primer *forward* (Me) yang mengamplifikasi daerah ekson dan primer *reverse* (Em) yang mengamplifikasi daerah intron serta daerah yang memiliki promoter. Tahapan dalam metode yaitu pengambilan daun dilapangan, preparasi daun, isolasi DNA, kuantifikasi DNA, elektroforesis DNA genom, analisis molekuler, dan analisis data.

Hasil dari 10 marka SRAP mampu memperlihatkan polimorfisme pada 31 genotipe mangrove yang diuji, nilai diversitas (H_e) gen merupakan estimator terbaik melihat hasil keragaman genetik suatu populasi, menunjukkan nilai tingkat keragaman genetik yang cukup tinggi yaitu H_e berkisar dari 0,8855 hingga 0,9188 dengan rerata 0,8999. Nilai PIC mencerminkan tingkat polimorfisme suatu marka yang digunakan, PIC pada penelitian ini berkisar antara 0,8645 hingga 0,9131 dengan rerata sebesar 0,8917

Kekerabatan genetik tanaman mangrove *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel* menghasilkan lima klaster utama dengan koefisien kemiripan sebesar 0,86 dan memiliki *goodness of fit* $r=0,92603$; Mantel t-test $t = 19.9368$;Probability random $Z < \text{observed } Z$: $p = 1.0000$ yang artinya sangat sesuai karena $r > 0,9$.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Teruntuk diri sendiri

Terima kasih karena sudah bertahan sampai sejauh ini, banyak hal baik yang sudah menunggu didepan, jangan takut untuk melangkah karena kamu hebat ketika kamu percaya dan yakin akan kemampuan yang kamu punya.

‘Hargai setiap waktu dan kesempatan yang ada, berusaha lah dengan apa yang dapat diusahakan. Karena setiap langkah yang kamu buat, pasti memiliki makna’

Anggraini Aulia Rahma

Lembar persembahan ini saya persembahkan sebagai wujud rasa terima kasih dan apresiasi kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan terbaik selama proses dalam menyelesaikan skripsi ini. Karya ini dengan bangga penulis persembahkan untuk :

1. **Papa, Mama, Kak Tiwi, dan Adek Brian** sebagai *support system* terbesar dalam hidup penulis, mereka sebagai salah satu alasan penulis agar dapat menyelesaikan masa perkuliahan dengan baik dan tepat waktu, mereka sebagai wadah penulis dalam tangis maupun tawa hingga sebagai penguat dalam melewati segala rintangan dan permasalahan. Terima kasih karena terus percaya bahwa penulis bisa menyelesaikan semua ini dengan tepat waktu. Penulis persembahkan segala pencapaian yang ada untuk Papa, Mama, Kak Tiwi dan Adek Brian. Mohon doanya agar penulis dapat maju dan melangkah lebih jauh agar dapat menaikkan derajat keluarga kita. Permohonan maaf penulis ucapkan atas segala kesalahan dan kepanikan yang telah penulis perbuat. Terima kasih dan sehat selalu keluargaku.
2. **Ibu Dr. Fauziah, S.Pi** selaku pembimbing satu dalam tugas akhir yang selalu membantu penulis dalam membuat karya terbaik ini. Terima kasih atas segala ilmu yang telah Ibu Dr. Fauziah, S.Pi berikan kepada penulis dengan sabar dan ikhlas. Terima kasih penulis ucapkan sebesar-besarnya karena telah memberikan amanah serta kepercayaan dalam menjalankan project di BRIN dan karena project tersebut sangat membantu dalam berjalannya tugas akhir serta sangat membantu dalam segi ekonomi. Penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Fauziah, S.Pi apabila dalam proses belajar di jurusan Ilmu Kelautan serta menjadi anak bimbing tugas akhir penulis banyak melakukan kesalahan dalam perkataan maupun perbuatan yang kurang berkenan. Semoga ibu selalu diberikan kesehatan serta rezeki yang melimpah.
3. **Ibu Dr. Fatimah, S.P., M.Si** selaku pembimbing dua dalam tugas akhir yang selalu membantu penulis dalam membuat karya terbaik ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr. Fatimah, S.P., M.Si telah memberikan ilmu secara sabar dan ikhlas, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya karena telah menerima penulis di Laboratorium BB-Biogen dengan segala kekurangan penulis dan dengan sabar menuntun serta mengajarkan

segala hal sampai pada akhirnya penulis berhasil dan bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika dalam perkataan maupun perbuatan yang kurang berkenan selama menjalani penelitian dan pengerjaan skripsi. Semoga ibu selalu diberikan kesehatan serta rezeki yang melimpah.

4. **Bapak Dr. Melki, S.Pi., M.Si dan Bapak Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc** selaku dosen penguji tugas akhir. Terima kasih atas saran, kritik, serta solusi yang telah diberikan kepada penulis sejak dari seminar proposal hingga ke tahap akhir yaitu sidang sarjana sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Mohon maaf penulis ucapkan apabila dalam pengerjaan tugas akhir dan pelaksanaan seminar proposal hingga sidang sarjana banyak kekurangan dalam perkataan maupun perbuatan yang kurang berkenan.
5. **Seluruh dosen jurusan Ilmu Kelautan**, terima kasih penulis ucapkan atas segala ilmu dan pengalaman yang telah diberikan dengan sabar dan ikhlas. Penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika selama penulis menjadi mahasiswa di jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Sriwijaya banyak kesalahan dalam perkataan maupun perbuatan yang kurang berkenan baik secara langsung ataupun tidak langsung.
6. **Pak Marsai (babe)** dan **Pak Minarto** sebagai bapak dari segala mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan. Terima kasih karena sudah menjadi tempat berkeluh kesah, pemecah masalah dan menjadi penasihat. Terima kasih karena sudah membantu penulis dalam segala berkas sejak awal hingga akhir masa perkuliahan. Penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika dalam perkataan maupun perbuatan yang kurang berkenan. Semoga babe dan pak min diberikan kesehatan serta rezeki yang melimpah.
7. **Opa dan Oma** sebagai penyemangat dan target untuk penulis lulus tepat waktu agar kalian dapat melihat penulis dengan segala pencapaian yang ada. Terima kasih karena selalu peduli dan menjadi orang yang mendukung segala hal yang ingin dilakukan penulis untuk perkuliahan. Terima kasih oma dan opa karena tetap kuat dan bertahan hingga bisa melihat penulis menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Penulis harap kalian akan terus ada dan sehat agar penulis dapat

membalas budi kalian. Penulis mengucapkan permohonan maaf atas segala hal yang membuat kalian khawatir. Terima kasih oma dan opa.

8. **Nek Anang dan Nek Ino** sebagai kakek dan nenek yang jarang sekali penulis temui karena jarak yang jauh. Terima kasih karena sudah selalu bangga dan bahagia atas kabar yang selalu penulis berikan, walaupun jarang bertemu ada kesedihan yang tercipta, dan penulis berdoa agar Nek Anang dan Nek Ino selalu diberikan kesehatan agar kita dapat segera bertemu merayakan kebahagiaan.

9. **Keluarga Besar Laboratorium Oseanografi dan Instrumentasi Kelautan, Universitas Sriwijaya**, terima kasih penulis ucapkan kepada asisten laboratorium karena sudah memberikan rasa kekeluargaan yang dalam dan memiliki kekompakan yang luar biasa, serta tidak lupa memberikan kekonyolan. Untuk grata, ananta chris, sari, aca, dilak, friska terima kasih karena sudah berjuang bersama dalam mengajar dan menjadi penghuni laboratorium. Terima kasih juga saya ucapkan untuk asisten 17,18 atas ilmu serta pembelajarannya, dan untuk asisten 20,21 dan seterusnya, semangat dalam mengembangkan laboratorium tercinta. Saya ucapkan terima kasih kepada ibu **Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si** dan bapak **Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc** selaku dosen yang menaungi Laboratorium Oseanografi dan Instrumentasi Kelautan karena sudah sabar memberikan ilmu dan sering memberikan asupan untuk kami para asisten sebagai anak kos. Permohonan maaf penulis ucapkan sebesar-besarnya jika dalam perkataan maupun perbuatan yang kurang berkenan.

10. **Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Ilmu Kelautan kabinet Abhipraya Udahani**, terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh pengurus HIMAIKEL kabinet Abhipraya Udahani karena sudah bekerja sama selama satu periode. Penulis mengucapkan permohonan maaf apabila selama penulis menjadi Wakil Ketua Umum terdapat perkataan maupun perbuatan yang kurang berkenan. Terus kembangkan kemampuan kalian dimanapun berada dan jadikan pengalaman sebagai dasar dalam perjalanan.

11. **THESEUS'19**, Angkatan 2019 yang memiliki banyak sekali hal unik didalamnya, sejak mahasiswa baru sudah mengukir banyak cerita dan sedikit kegaduhan yakan?? hehehe.. Tetapi dari segala hal yang terjadi membuat kita semakin kuat, tetapi saat kita dipisahkan karena pandemi Covid-19 yang

menyebabkan semuanya berubah. Terima kasih karena sudah menjadi bagian dalam cerita kehidupan kampus penulis. Penulis harap kedepannya akan banyak hal baik yang menunggu kita dan semoga kita dipertemukan kembali dengan versi yang jauh lebih baik dari sekarang. Terima kasih keluarga THESEUS!

12. Windy, Lilis, Hardy, Teges, Farhan dan Wahyu, keluarga dengan nama Halu family yang terbentuk sejak kami mahasiswa baru. Kalau kalian ingat kita buat laporan sampe subuh di gazebo yon ogan, dengan kalimat “mau tidur dulu 10 menit, nanti tolong bangunin” hahaha, terus kita masak-masak dari hasil praktikum ikhtiologi. Kalian menjadi orang yang membuat penulis tetap semangat menjalani perkuliahan, terima kasih atas segala cerita dan kenangan yang ada. Penulis harap kalian selalu diberikan hal baik dan kesuksesan sudah menunggu kalian, semoga kita segera dipertemukan dan berkumpul kembali dalam versi yang lebih baik.

13. GAVATY, Terima kasih penulis ucapkan untuk kalian karena sudah bersama dan bertahan dengan waktu kurang lebih 9 tahun, terima kasih sudah menjadi tempat bercerita dan selalu kumpul ketika penulis pulang ke kampung halaman. Terima kasih karena sudah menjadi orang terdepan jika ada hal-hal yang kurang baik untuk penulis. Dalam 5 kepala memiliki sifat dan pemikiran yang berbeda-beda, kadang capek mengurus kalian hahaha tapi aku sayang. Bertahan terus ya walaupun nantinya kita akan punya kehidupan dan kesibukan masing-masing.

14. Fadila Viryanti, terima kasih penulis ucapkan untuk dilak karena sudah berjuang bersama hingga kita sampai dititik ini, bersama sedari seminar proposal hingga sidang sarjana. Terima kasih karena sudah saling menguatkan dalam menjalani proses penelitian, terlebih lagi kita menjalani semuanya baik sedih, senang, dan berbagai cobaan ketika kita di Bogor. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Percaya akan hal baik dan kesuksesan yang sudah menunggu didepan dan jangan abaikan setiap kesempatan yang ada.. SEMANGAT!!!!

15. Semua yang terlibat, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua yang terlibat dalam proses perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir. Mohon maaf tidak disebutkan satu persatu, tetapi penulis akan selalu mengingat jasa dan kebaikan kalian. Semoga kita segera dipertemukan dalam versi terbaik kita, dan penulis harap kebaikan kalian tidak akan pernah hilang.

16. **Hardy Ilmi Madjid**, saya persembahkan tulisan ini untuk anda..

Terima kasih sudah kebersamaan masa perkuliahan saya sedari Agustus 2019 - Juni 2023, waktu tersebut bukanlah waktu yang singkat, tetapi sampai detik saya mengetik tulisan ini waktu tersebut terasa begitu cepat berlalu dan memiliki kenangan yang tidak akan hilang.

Terima kasih saya ucapkan untuk anda karena sudah menjadi rumah yang hangat selama saya menjalani masa perkuliahan, mendengar segala keluh kesah, sedih maupun senang. Terima kasih karena sudah menjadi orang hebat dan memiliki kemauan yang sangat tinggi sehingga saya ikut tergiring kedalam ambisi tersebut. Hardy sudah melibatkan saya disetiap langkahnya serta membawa saya mengenal dan bertemu orang-orang hebat, berdiskusi bersama orang pintar, serta saya diajarkan segala hal apalagi tentang politik hehehe.

Terima kasih karena mampu berjalan bersama, walaupun banyak sekali rintangan yang saya ataupun anda lewati,. Teruslah menjadi pribadi yang kuat tanpa melupakan kasih sayang, menjadi pribadi yang gigih tanpa merugikan orang-orang. Dalam tulisan ini banyak sekali kata “Terima kasih”, tetapi itulah yang bisa saya berikan untuk anda atas segala pengorbanan dan pertolongan yang sangat berharga.

Ketika saya di skripsi anda berada pada nomor ke-8 yang memiliki artinya tersendiri, maka dari itu saya menuliskan anda pada nomor yang paling akhir dan memiliki arti sebagai **penutup**, tidak ada yang bertambah dan ketika ini hilang maka tulisan ini tidak sempurna karena kehilangan bagian penutupnya (tapi ini bukan tentang skripsi).

Mohon maaf sebesar-besarnya saya ucapkan atas segala kesalahan yang pernah saya lakukan, menangis dalam hal kecil yang mungkin membuat anda terganggu, mengeluh dan marah ketika saya mendapatkan sesuatu yang tidak sesuai dengan keinginan saya. Pada akhirnya kita sampai pada titik ini, titik dimana kita berhasil meraih gelar sarjana dengan kondisi yang tidak berubah sedari awal. Terbanglah lebih tinggi be, tapi jangan lupa pulang.

“Sebentar lagi kita akan pergi, berjalan pada keinginan masing-masing, tetapi aku harap kita tidak pernah menjadi masing-masing dan asing”

Ur love, Anggraini Aulia Rahma.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Keragaman Genetik Mangrove Asal Pulau Payung Sumatera Selatan Berbasis Penanda SRAP (*Sequence Related Amplified Polymorphism*)**” dan dilaksanakan di Laboratorium Biologi Molekular BB Biogen - Cimanggu, kota Bogor, Jawa Barat.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana (S1) dalam bidang Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya. Skripsi ini dapat diselesaikan tidak terlepas dari bantuan semua pihak yang memberikan waktunya, ide-ide, saran dan masukan kepada penulis selama melakukan bimbingan dan penulisan skripsi.

Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada :

1. Ibu Dr. Fauziah, S.Pi selaku dosen pembimbing I
2. Ibu Dr. Fatimah, S.P., M.Si selaku dosen pembimbing II
3. Bapak Dr. Melki, S.Pi., M.Si selaku dosen penguji I
4. Bapak Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc selaku dosen penguji II

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan kesalahan dalam skripsi ini, baik dari materi, penulisan, maupun teknik penyajiannya. Oleh sebab itu, segala bentuk kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diperlukan untuk kesempurnaan skripsi kedepannya. Penulis harap skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca maupun penulis sendiri. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan dari segala pihak.

Indralaya, 31 Mei 2023



Anggraini Aulia Rahma

NIM. 08051281924040

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	III
LEMBAR PENGESAHAN	IV
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	V
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	VI
ABSTRAK	VII
<i>ABSTRACT</i>	VIII
RINGKASAN	IX
LEMBAR PERSEMBAHAN	X
KATA PENGANTAR	XVI
DAFTAR ISI	XVII
DAFTAR GAMBAR	XX
DAFTAR TABEL	XXI
I PENDAHULUAN	22
1.1 Latar Belakang	22
1.2 Rumusan Masalah	24
1.3 Tujuan	26
1.4 Manfaat	26
II TINJAUAN PUSTAKA	27
2.1 Mangrove	27
2.1.1 Definisi Mangrove	27
2.1.2 Habitat Mangrove	28
2.1.3 Zonasi Mangrove	28
2.2 Klasifikasi Mangrove	29
2.2.1 <i>Rhizophora apiculata</i>	29
2.2.2 <i>Avicennia alba</i>	30
2.2.3 <i>Avicennia marina</i>	31
2.2.4 <i>Avicennia officinalis</i>	32
2.2.5 <i>Kandelia candel</i>	33
2.3 Keragaman Genetik	34

2.4 Hubungan kekerabatan tumbuhan	35
2.5 SRAP (<i>Sequence Related Amplified Polymorphism</i>)	36
III METODOLOGI	38
3.1 Waktu dan Tempat	38
3.2 Alat dan Bahan	39
3.3 Metode Penelitian	40
3.3.1 Pengambilan Daun di Lapangan	40
3.3.2 Preparasi Daun (Eskasalam, 2019)	41
3.3.3 Isolasi DNA	41
3.3.4 Kuantifikasi DNA	41
3.3.5 Elektroforesis DNA genom (Sambrook dan Russel, 2001)	42
3.3.5.1 Pembuatan agarose 1%	42
3.3.5.2 Elektroforesis	42
3.3.5.3 Visualisasi dan dokumentasi	42
3.3.6 Analisis molekuler	42
3.3.6.1 Amplifikasi DNA	42
3.3.6.2 <i>Skринing</i> primer SRAP	43
3.3.6.3 Proses PCR	43
3.3.6.4 Pembuatan agarose 2%	44
3.3.6.5 Elektroforesis	44
3.3.6.6 Visualisasi dan dokumentasi	44
3.3.7 Analisis Data	44
3.3.7.1 Keragaman genetik	44
3.3.7.2 Dendogram	45
3.3.7.3 Matriks kesamaan genetik	45
3.3.7.4 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	45
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian	46
4.2 Ekstraksi DNA mangrove <i>R. apiculata</i> , <i>A. alba</i> , <i>A. marina</i> , <i>A. officinalis</i> dan <i>K. candel</i>	47
4.3 Amplifikasi Pita DNA divisualisasi menggunakan UV transilluminator .	50

4.4 Keragaman genetik mangrove <i>R. apiculata</i> , <i>A. alba</i> , <i>A. marina</i> , <i>A. officinalis</i> dan <i>K. candel</i>	51
4.5 Hubungan kekerabatan mangrove <i>R. apiculata</i> , <i>A. alba</i> , <i>A. marina</i> , <i>A. officinalis</i> dan <i>K. candel</i>	53
4.5.1 Pohon Filogenetik	54
4.5.2 Matriks kesamaan genetic	57
4.5.3 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	60
V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	70
Lampiran 1. Pengolahan daun mangrove di laboratorium BB Biogen	71
Lampiran 2. Hasil amplifikasi DNA dengan 10 marka SRAP	74
Lampiran 3. Pengenceran DNA	76
Lampiran 4. Hasil analisis nilai r atau <i>goodness of fit</i>	76
Lampiran 5. Kriteria <i>goodness of fit</i>	76
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 . Kerangka Penelitian	25
2 . <i>R. apiculata</i> (a) Tampak depan (b) Tampak belakang	29
3 . <i>A. alba</i> (a) Tampak depan (b) Tampak belakang	30
4 . <i>A. marina</i> (a) Tampak depan (b) Tampak belakang	31
5 . <i>A. officinalis</i> (a) tampak depan (b) tampak belakang	32
6 . <i>K. candel</i> (a) Tampak depan (b) Tampak Belakang	33
7 . Peta Pengambilan Daun Mangrove	38
8 . Prosedur Penelitian	40
9 . Pulau Payung, Banyuasin, Sumatera Selatan	46
10 . Pellet DNA hasil isolasi	47
11 . Hasil visualisasi DNA genom dengan gel agarose 1%	49
12 . Hasil visualisasi amplifikasi DNA mangrove menggunakan primer Me1 Em9, gel agarose 2%	51
13 . Pohon filogenetik mangrove menggunakan primer SRAP yang dikonstruksi dengan metode UPGMA dalam <i>software</i> NTSYS 2.1	56
14 . Analisis PCA mangrove asal Pulau Payung, Banyuasin	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 . Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan daun dilapangan	39
2 . Alat dan bahan yang digunakan dalam pengolahan daun dilaboratorium .	39
3 . Primer SRAP dan sekuen	43
4 . Titik Lokasi Pengambilan Daun Mangrove dan Jarak Stasiun	47
5 . Perhitungan pengenceran DNA dan nilai kemurnian DNA hasil isolasi ...	48
6 . Karakterisasi 10 marka SRAP berdasarkan genotipe mangrove <i>R.</i> <i>apiculata, A. alba, A. Marina, A. officinalis, K. candel</i>	52
7 . Matriks kesamaan genetik pada 31 aksesi mangrove	59
8 . Perhitungan pengenceran DNA hasil nanodrop	76
9 . Hasil analisis nilai <i>goodness of fit</i>	76
10 . Kriteria <i>goodness of fit</i> berdasarkan nilai korelasi	76

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangrove merupakan hutan yang tumbuh di wilayah perairan payau dan terpengaruh oleh pasang surut air laut. Tanah di daerah ini cenderung memiliki kondisi anaerobik dan sering terjadi di pantai yang ditutupi lumpur serta mengalami akumulasi bahan organik yang tinggi (Afriyani *et al.*, 2017). Mangrove merupakan komunitas tumbuhan pantai yang dominan di wilayah tropis dan sub-tropis, terdiri dari berbagai jenis pohon yang mampu hidup dan berkembang di daerah pantai berlumpur dengan pasang surut.

Hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem alam yang penting dan terdapat di wilayah pantai, bersama dengan lingkungan hidup terumbu karang dan lamun, mangrove memiliki beragam peran yang dapat dikategorikan sebagai peran ekologi dan ekonomi (Efriyeldi *et al.* 2021). Sebagai sumber daya alam tropis, hutan mangrove memberikan manfaat ganda yang meliputi aspek sosial, ekonomi, dan ekologi. (Poedjierahajoe *et al.* 2017). Menurut Ritohardoyo dan Ardi (2014) fungsi hutan mangrove secara ekologis yaitu sebagai pelindung kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil, mengurangi terjadinya abrasi pantai dan intrusi air laut, mempertahankan keberadaan spesies hewan laut dan vegetasi, dan dapat berfungsi sebagai penyangga sedimentasi.

Pulau Payung merupakan kawasan hutan lindung menurut SK Menhut No.866/Menhut-II/2014. Menurut Agustan (2020) secara geografis, Pulau Payung berada di dekat mulut Sungai Musi dan secara administratif terletak di Kecamatan Banyuasin II, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Keberadaan mangrove Pulau Payung di sekitar muara Sungai Musi, berada di alur pelayaran sehingga mangrove tersebut mudah dijangkau. Menurut Sarno *et al.* (2020) Jenis mangrove di pulau payung sungsang terdapat 13 jenis yang dikelompokkan sebagai jenis mangrove minor, mayor dan asosiasi, dari 13 spesies mangrove yang dapat ditemukan di sana, terdapat mangrove mayor yaitu *Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Avicennia officinalis* dan *Kandelia candel*

Mangrove *R. apiculata* adalah salah satu jenis mangrove mayor yang sering tumbuh subur didaerah muara sungai pada habitat vegetasi seperti tanah berlumpur, halus, dalam dan tergenang pada saat pasang normal dengan

ketinggian yang dapat mencapai 15 meter, memiliki akar tunjang, dan daunnya tumbuh secara tunggal dan bersilangan. Bentuk daunnya berupa elips yang menyempit, dengan panjang mencapai 9 hingga 18 cm (Syahrial, 2019). Menurut Mustika *et al.* (2014) Buah *R. apiculata* berbentuk bulat panjang dengan diameter 1,3-1,7 cm, keping buah berwarna hijau sampai coklat. Mahkota bunga memiliki empat kelopak berwarna putih, kelopaknya terdiri dari empat daun berwarna hijau kekuningan yang pada bagian luar memiliki warna hijau yang kemerahan.

A. alba merupakan mangrove mayor yang dominan di sepanjang daerah tepi sungai. Sistem akar mangrove ini kompleks, memiliki empat tipe akar yang berbeda, yaitu pneumatofor, akar kabel, akar makanan, dan akar penancap (Roddassan dan Pongpan, 2012). *Avicennia sp* biasanya ditemukan di lokasi yang jauh dari daerah dengan tingkat salinitas tinggi, karena jenis mangrove ini tidak toleran terhadap kadar garam yang tinggi. Diameter batang *A. alba* dapat mencapai 40 cm dengan tinggi pohon mencapai 4 meter (Ito *et al.* 2000). Menurut Handayani (2018) daun *A. alba* memiliki permukaan halus, bagian atas hijau mengkilat, bawahnya pucat, memiliki bentuk daun lanset, elips dan ujung daun meruncin, buah nya berbentuk seperti kerucut.

Api-api putih, atau disebut juga *A.marina*, merupakan salah satu jenis mangrove utama yang termasuk dalam kelompok mangrove mayor yang mampu hidup di daerah kering serta toleran terhadap salinitas yang sangat tinggi (Halidah, 2014). *A. officinalis* memiliki ekstrak daun tanaman mangrove yang kaya antioksidan, dan dapat tumbuh di daerah yang terletak di bagian pinggir daratan rawa mangrove, khususnya di sepanjang sungai yang dipengaruhi pasang surut dan mulut sungai (Hasibuan dan Sumartini, 2020).

K. candel adalah spesies mangrove mayor yang secara global populasi mangrove jenis *K. candel* cenderung langka (Noor *et al.* 2012). Menurut Rugayah *et al.* (2017) *K. candel* termasuk langka di Indonesia karena hanya tumbuh di kawasan mangrove Sumatera dan Kalimantan bagian barat dengan data yang menunjukkan luasan habitat (AOO) yang diketahui kurang dari 2.000 km² dengan jumlah lokasi ±10. *K.candel* adalah mangrove yang dapat ditemukan di zona pesisir pantai dan tumbuh dengan baik di tanah berjenis gambut, rawa air tawar, maupun air payau. (Sarno *et al.* 2020).

IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) yang merupakan organisasi internasional yang didedikasikan untuk konservasi sumber daya alam menyatakan bahwasannya jenis *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel* yang terdapat dipulung payung menurut Sarno *et al.* (2020) masuk kedalam kategori LC (*Least Concern*) yang artinya spesies tersebut beresiko rendah ketika telah dievaluasi, tetapi tidak masuk ke dalam kategori manapun dan tidak memenuhi kriteria kritis (CR), genting atau terancam (EN), rentan (VU), atau terancam punah (NT).

Kekayaan keragaman genetik merupakan bahan dasar untuk memperbaiki berbagai karakter tanaman, proses untuk mendesain primer-primer untuk *Polymerase Chain Reaction* (PCR) berdasarkan sekuen DNA untuk suatu gen kandidat pada suatu varietas yang ada, kemudian alel disekuen dan dibandingkan untuk menentukan perbedaan polimorfismenya (Utami *et al.* 2020).

Metode marka molekuler yang digunakan adalah *Sequence Related Amplified Polymorphism* (SRAP). Metode SRAP adalah sebuah pendekatan yang simpel dan efektif yang digunakan untuk pembuatan peta genetik, penandaan gen, serta analisis sidik jari genetik (Eskasalam, 2019). Zhao *et al.* (2009) menyatakan SRAP adalah sistem yang sederhana, tingkat *throughput* yang wajar dan memudahkan isolasi untuk sekuensing. Penggunaan SRAP terbukti sangat efektif dalam analisis keragaman genetik (Shaye *et al.* 2018). Kelemahan SRAP yaitu hasil lokus polimorfik masih cukup rendah atau sedikit (Makmur, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Minimnya ahli taksonomi yang tersedia dan masih sangat banyaknya keragaman tanaman Indonesia yang belum teridentifikasi. Identifikasi tanaman secara morfologi atau taksonomi sulit dilakukan khususnya untuk tanaman tropis seperti *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel*. Individu-individu dari spesies yang sama dapat bervariasi secara morfologi menurut umur dan kondisi pertumbuhannya, sehingga tanaman yang berkerabat dekat secara morfologi tidak berbeda. Oleh karena itu pengembangan metode SRAP untuk menganalisis keragaman genetik penting dilakukan.

Identifikasi secara morfologi dan molekuler adalah dua hal yang berbeda, identifikasi secara morfologi hanya melihat suatu tumbuhan secara fisik atau

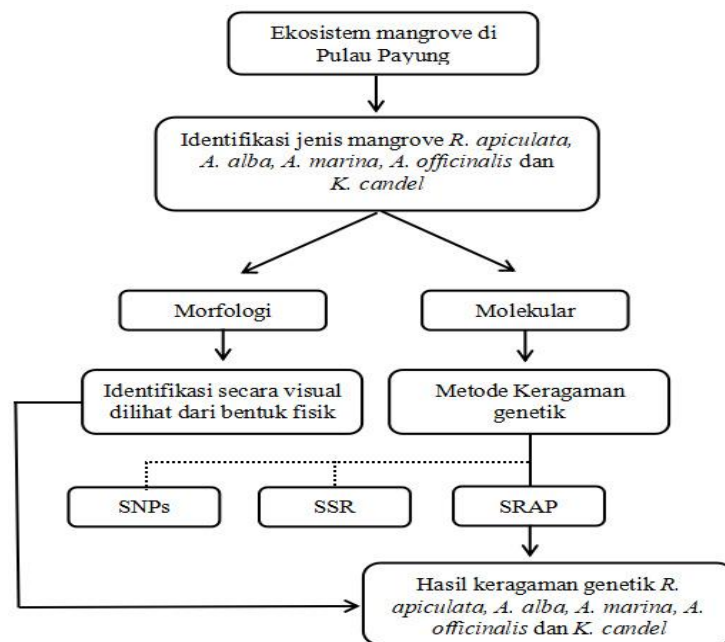
hanya dari luar saja, tetapi identifikasi secara molekular memiliki tingkat keakuratan yang tinggi, maka dari itu butuh dilakukan penelitian keragaman genetik mangrove secara molekular menggunakan metode SRAP agar diketahui hasil keragaman genetik pada mangrove dengan hasil yang jelas serta akurat.

Tumbuhan mangrove memiliki banyak jenis dan spesies yang melimpah, sehingga seringkali terjadi kesamaan dalam nama lokal untuk spesies yang sebenarnya berbeda. Hal ini disebabkan oleh keragaman bahasa dan budaya di Indonesia, meskipun secara morfologi tanaman tersebut memiliki perbedaan yang signifikan (Pangestika *et al.* 2015). Meskipun karakterisasi melalui pendekatan morfologi umumnya digunakan, pendekatan ini memiliki beberapa kelemahan, salah satunya faktor lingkungan yang sering mempengaruhi penampilan karakter, dan kemungkinan terdapat spesies yang serupa atau disebut *sibling species*.

Berdasarkan uraian tersebut, beberapa permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana keragaman genetik mangrove *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel* asal Pulau Payung Sumatera Selatan ?
2. Bagaimana hubungan kekerabatan pada mangrove *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel* asal Pulau Payung Sumatera Selatan ?

Kerangka pikiran penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1



Gambar 1. Kerangka Penelitian

1.3 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis keragaman genetik mangrove *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel* dengan menggunakan metode *Sequence Related Amplified Polymorphism* (SRAP).
2. Menganalisis hubungan kekerabatan mangrove *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel* menggunakan metode *Sequence Related Amplified Polymorphism* (SRAP) yang terdapat di Pulau Payung, Sumatera Selatan

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keragaman genetik dan hubungan kekerabatan *R. apiculata*, *A. alba*, *A. marina*, *A. officinalis* dan *K. candel*

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmigid HM. 2012. Efficiency of random amplified polymorphic DNA (RAPD) and inter-simple sequence repeats (ISSR) markers for genotype fingerprinting and genetic diversity studies in Canola (*Brassica napus*). *Biotech* Vol. 11(24): 6409-6419.
- Acquaah G. 2012. *Principles of plant genetics and breeding (2nd ed.)*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Adhiyanto C, Hendarmin L, Puspitaningrum R. 2020. *Pengenalan dasar teknik bio-molekuler*. Yogyakarta : Deepublish
- Agustina NI, Waluyo B. 2017. Keragaman karakter morfo-agronomi dan keanekaragaman galur- galur cabai besar (*Capsicum annuum L.*). *Agro* Vol. 4(2): 120 – 130.
- Afriyani A, Fauziyah, Mazidah, Wijayanti R. 2017. Keanekaragaman vegetasi hutan mangrove di Pulau Payung Sungsang Banyuasin Sumatera Selatan. *Lahan Suboptimal* Vol. 6(2): 113 - 119
- Agustan R. 2020. Pemetaan sebaran mangrove menggunakan unmanned aerial vehicle (UAV) di Pulau Payung Kecamatan Banyuasin II Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya: Inderalaya
- Andriani T, Irawan MI. 2017. Application of unweighted pair group methods with arithmetic average (UPGMA) for identification of kinship types and spreading of ebola virus through establishment of phylogenetic tree. *International conferences on mathematics* Vol. 1(1): 1 - 7
- Apriliyanti NF, Seotopo L, Respatijarti. 2016. Keragaman genetik pada generasi F3 cabai (*Capsicum annuum L.*). *Produksi tanaman* Vol. 4(3): 209 - 217
- Bani PW, Daryono BS, Purnomo. 2017. Penanda molekuler inter simple sequence repeat untuk menentukan ketahanan tanaman jagung terhadap penyakit bulai. *Fitopatologi Indonesia* Vol. 13(4): 127 - 135
- Das SS, Sur SD, Ghosh P. 2013. Optimization of DNA isolation and RAPD-PCR protocol of *acanthus volubilis wall* a rare mangrove plant from Indian Sundarban, for conservation concern. *Experimental Biology* Vol. 3(6): 33 - 38
- Desjardins P, Conklin D. 2010. Nanodrop microvolume quantitation of nucleic acids. *JoVE* Vol.45(1): 1-4.

- Dewanata PA, Mushlih M. 2021. Perbedaan uji kemurnian DNA menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan spektrofotometer nanodrop pada pasien diabetes melitus tipe 2. *Innovation studies* Vol. 15(1): 1 - 10
- Duke N, Kathiresan K, Salmo SG, Fernando ES, Peras JR, Sukardjo S, Miyagi T. 2010. *Avicennia alba*. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T178830A7620385.en>, diakses pada 01 Juli 2022
- Duke N, Kathiresan K, Salmo SG, Fernando ES, Peras JR, Sukardjo S, Miyagi T. 2010. *Kandelia candel*. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T178857A7629021.en>, diakses pada 01 Juli 2022
- Duke N, Kathiresan K, Salmo SG, Fernando ES, Peras JR, Sukardjo S, Miyagi T. 2010. *Rhizophora apiculata*. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T31382A9623321.en>, diakses pada 01 Juli 2022
- Efriyeldi, Mulyadi A, Samiaji J. 2021. Pertumbuhan api-api (*Avicennia alba*) dan kelimpahan epifauna bentik di kawasan rehabilitasi mangrove desa Kedaburapat kabupaten Kepulauan Meranti. *Dinamika Lingkungan Indonesia* Vol. 8(2): 113 - 122
- Eskasalam SR. 2019. Analisis keragaman genetik sirih hijau (*Piper betle* L.) berbagai aksesori dengan marka *sequence related amplified polymorphism* (SRAP). *Skripsi*. Diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Fatchiyah. 2009. *Dasar-dasar teknik analisa biologi molekuler*. Jakarta : Erlangga
- Hairuddin R. 2013. Isolasi DNA dan amplifikasi (PCR) genom DNA kopi (coffee sp) melalui proses elektroforesis gel poliakrilamid. *Dinamika* Vol. 4(1): 43 - 48
- Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh jenis mangrove yang kaya manfaat. *EBONI* Vol. 11(1): 37 - 44
- Handayani S. 2018. Identifikasi jenis tanaman mangrove sebagai bahan pangan alternatif di Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Teknologi Pangan* Vol. 12(2): 33 - 46
- Hasibuan NE, Sumartini. 2020. Potensi ekstrak daun mangrove rhizophora mucronata dan avicennia officinalis sebagai bahan pembuatan serbuk effervescent. *Fishery Science and Innovation* Vol. 4(2): 74 - 82
- Hidayati NZ, Saptadi D, Soetopo L. 2016. Analisis hubungan kekerabatan 20 spesies anggrek dendrobium berdasarkan karakter morfologi. *Produksi tanaman* Vol. 4(4): 291 - 297

- Hilmi E, Sari LK, Amron, Cahyo TN, Siregar AS. 2021. Mangrove cluster as adaption pattern of mangrove ecosystem in segara anakan lagoon. *Earth and environmental science* 746
- Huang LK, Jiang XY, Huang QT, Xiao YF, Chen ZH, Zhang XQ, Miao JM. 2014. Genetic diversity and relationships in cultivars of *Lolium multiflorum* Lam using sequence related amplified polymorphism markers. *Genetics and molecular research* Vol. 13(4): 10142 - 10149
- Istiqomah CRP, Pancasakti H, Kusdiyantini E. 2016. Keragaman genetik jahe (*Zingiber officinales roscoe*) menggunakan teknik penanda molekuler *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). *Biologi* Vol. 5(2): 87- 97
- Ito C, Sinya K, Yuichi K, Hugh TW, Tan, Hiroshi F. 2000. Chemical Constituents of *Avicennia alba* Isolation and Structural Elucidation of New Naphthoquinones and Their Analogues. *Chem Pharm Bull* Vol. 48(3): 339 - 343.
- Istiqomah CRP, Pancasakti H, Kusdiyantini E. 2016. Keragaman genetik jahe menggunakan teknik penanda molekuler *random amplified polymorphic DNA* (RAPD). *Biologi* Vol. 5(2): 87 - 97
- Jiang Y, Liu JP. 2011. Evaluation of genetic diversity in *Piper* spp using RAPD and SRAP markers. *GMR* Vol. 10(4): 2934 - 2943.
- Kaewpongumpai S, Poeaim S, Vanijajiva O. 2016. Sequence-related polymorphism (SRAP) analysis for studying characterization of *Bouea macrophylla*. *Biodiversitas* Vol. 17(1): 539 - 543
- Karimah. 2017. Peran ekosistem hutan mangrove sebagai habitat untuk organisme laut. *Biologi tropis* Vol. 17(2): 51 - 58
- Keyfi F, Beiki H. 2012. Exploitation of random amplified polymorphic DNA (RAPD) and sequence-related amplified polymorphism (SRAP) markers for genetic diversity of saffron collection. *Med Plants Res* Vol. 6(14): 2761-2768
- Khaery A, Kusmana C, Setiawan Y. 2016. Strategi pengelolaan ekosistem mangrove di Desa Passare Apua Kecamatan Lantari Jaya Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. *Silvikultur Tropika* Vol. 7(1):38-44.
- Khasanah H, Waluyo B. 2018. Pendugaan jarak genetik berdasarkan karakter agromorfologi genotip jarak kepyar hasil penerapan kolkisin generasi ke-4. *Agricultural Science* Vol. 3(2): 116 - 123
- Kim KS, Yeo JS, Choi CB. 2002. Genetic diversity of north-east Asian cattle based on microsatellite data. *Animal Genetics* Vol. 33(3): 201-204

- Kolinug KH, Langi MA, Ratag SP, Nurmawan W. 2015. Zonasi tumbuhan utama penyusun mangrove berdasarkan tingkat salinitas air laut di Desa Teling Kecamatan Tombariri. *Ilmu Kehutanan* Vol.1(1): 1-10.
- Komalasari K. 2009. Pengaruh perbandingan volume darah dan lisis buffer serta kecepatan sentrifugasi terhadap kualitas produk DNA pada sapi friesian holstein (Fh). Institut Pertanian Bogor. *Skripsi*. Departemen Ilmu Produksi Dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor
- Li JF. 2015. A fast neighbor joining. *Genet mol res* Vol. 14(3): 8733 - 8743
- Liu K, Muse SV. 2005. *Power Marker: An Integrated Analysis Environment For Genetic Marker Analysis*. Bioinformatics Research Center of North Carolina State University : Raleigh.
- Makmur K. 2019. Tingkat polimorfisme penanda RAPD dan SRAP dalam mendeteksi keragaman *Ocimum*. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia*, Gowa: 20 Agustus 2019. Hal. 74 - 77
- Martono B, Syafaruddin. 2018. Analisis keragaman genetik 21 genotip teh [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] berdasarkan penanda RAPD. *Tanaman industri dan penyegar* Vol. 5(2): 77 - 86
- Murtiyaningsih H. 2017. Isolasi DNA genom dan identifikasi kekerabatan genetik nanas menggunakan RAPD (random amplified polimorphic DNA). *Agritrop* Vol. 15(1): 84 - 93
- Mustika DI, Rusdiana O, Sukendro A. 2014. Pertumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) di persemaian mangrove Desa Muara Teluk Naga, Tangerang, Banten. *Bonorowo Wetlands* Vol. 4(2): 108 - 116
- Mustofa Z, I Made B, Gamar BNS. 2013. Variasi genetik jagung (zea mays L) berdasarkan karakter fenotipik tongkol jagung yang dibudidaya di desa Jono Oge. *EJIB BIOL* Vol. 2(3): 33 - 41
- Nadhifah A, Suratman, Pitoyo A. 2016. Kekerabatan genetik ciplukan (*Physalis angulata* L.) di wilayah eks-Karesidenan Surakarta berdasarkan karakter morfologis, palinologis dan pola pita isozim. *Tumbuhan Obat Indonesia* Vol. 9(1): 1 - 10.
- Nei M, Li WH. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Vol. 76(10): 5269 - 5273.
- Noor RY, Khazali M, Suryadiputra INN. 2012. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor : PHKA/WI-IP

- Nparks.gov.sg, “Web NParks Flora & Fauna”, 20 Agustus 2021. <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/6/5/6540>. diakses pada 24 maret 2023
- Pangestika Y, Budiharjo A, Kusumaningrum HP. 2015. Analisis filogenetik *Curcuma zedoaria* (temu putih) berdasarkan gen internal transcribed spacer (ITS). *Biologi* Vol. 4(4): 8 - 13
- Philiani I, Saputra L, Harvianto L, Muzaki AA. 2016. Pemetaan vegetasi hutan mangrove menggunakan metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) di desa Arakan, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. *Science and Technology* Vol.1(2): 210 - 213
- Poedjirahajoe E, Marsono D, Wardhani FK. 2017. Penggunaan principal component analysis dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di pantai utara Pematang. *Ilmu Kehutanan* Vol. 10(2): 29 - 42
- Poerba YS, Martanti D. 2008. Keragaman genetik berdasarkan marka random amplified polymorphic DNA pada *amorphophallus muelleri* blume di Jawa, *Biodiversitas* Vol. 9(4): 245 - 249
- Polihito AM, Latjompoh M, Kandowanko NY. 2022. Hubungan kekerabatan fenetik lima anggota familia araceae. *BIOSFER* Vol. 7(2): 128 - 133
- Popping B, Amigo CD, Hoenicke K. 2010. *Molecular Biological and Immunological Techniques and Applications for Food Chemists*. New Jersey (US): John Wiley & Sons Inc.
- Prasgi HC, Pratama DSB, Kapitarauw AGPC, Kasmiyati S. 2022. Analisis hubungan kekerabatan fenetik varietas portulaca oleracea dan portulaca grandiflora di desa grogol kelurahan dukuh kota salatiga. *MIPA* Vol. 11(1): 6 - 11
- Rahayu SE, Handayani S. 2010. Keragaman genetik pandan asal Jawa Barat berdasarkan penanda inter simple sequence repeat. *Makara Sains* Vol. 14(2):158 - 162
- Rahmawati, Hasanuddin, Nurmaliah C. 2016. Hubungan kekerabatan fenetik tujuh anggota familia apocynaceae. *Ilmu mahasiswa pendidikan biologi* Vol. 1(1): 1 - 9
- Raudhah FC. 2021. Variasi genetik dan kekerabatan kosambi (*Schleichera oleosa* Merr.) di Malang Raya berdasarkan sekuen marka molekuler gen rbcL. *Skripsi*. Fakultas sains dan teknologi universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

- Risliawati A, Riyanti EI, Lestari P, Utami DW, Silitonga TS. 2015. Development of SSR marker set to identify fourty two Indonesian soybean varieties. *AgroBiogen* Vol. 11(2): 49–58
- Ritohardoyo S, Ardi GB. 2014. Arahan kebijakan pengelolaan hutan mangrove kasus pesisir kecamatan Teluk Pakedai kabupaten Kuburaya provinsi Kalimantan Barat. *Geografi* Vol. 11(1): 43 - 57
- Riwayati. 2014. Manfaat dan fungsi hutan mangrove bagi kehidupan. *Keluarga sehat sejahtera* Vol. 12(24): 17 - 23
- Robarts DW, Wolfe AD. 2014. Sequence related amplified polymorphism (SRAP) markers a potential resource for studies in plant molecular biology. *Application in plant sciences* Vol. 2(7): 1 - 13
- Rodtassan C, Pongparn S. 2012. Quantitative Analysis Of The Root System Of *Avicennia Alba* Based On The Pipe Model Theory. *Science Asia* Vol. 38(1): 414- 418.
- Rohlf FJ. 1998. NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.02. *Applied Biostatistics Inc.*
- Rugayah, Erlinawati I, Salamah A. 2018. Genetic diversity analysis of daluga using sequence related amplified polymorphism in siau, sangihe and talaud island, north sulawesi, indonesia. *Biodiversitas* Vol. 19(6): 2374 - 2380
- Rugayah, Kusumadewi S, Yulita, Arifiani D, Rustiami H, Girmansyah D. 2017. *Tumbuhan langka Indonesia : 50 jenis tumbuhan terancam punah*. Jakarta : LIPI Press
- Sambrook J, Russel T. 2001. *Molecular cloning (a labotary manual)*. New York : Spring Harbor Laboratory Press
- Saprudin, Halidah. 2012. Potensi dan nilai manfaat jasa lingkungan hutan mangrove di kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Penelitian hutan dan konservasi alam* Vol. 9(3): 213 - 219
- Sarno, Marisa H, Army FS. 2020. Struktur *Kandelia candel* (L.) druce di Pulau Payung Sungsang, Banyuasin, Sumatera Selatan. *Penelitian Kehutanan* Vol. 14(1): 37 - 47
- Sayekti U, Widyastuti U, Toruan M. 2015. Keragaman genetik kelapa sawit asal angola menggunakan marka SSR. *Agronomi indonesia* Vol. 43(2): 140 - 146

- Senjaya SK. 2021. Genetic diversity of rhizophora apiculata blume in banggai kepulauan inferred from sequence-related amplified polymorphism (SRAP) marker. *Advances in engineering research* Vol. 211(1): 154 - 158
- Senoaji G, Hidayat MF. 2016. Peranan ekosistem mangrove di pesisir kota Bengkulu dalam mitigasi pemanasan global melalui penyimpanan karbon. *Manusia dan lingkungan* Vol. 23(3): 327 - 333
- Shakoor A, Zhao F, Zaib G, Li W, Lan X, Bozchaloyi SE. 2021. Morphometric analysis and sequence related amplified polymorphism determine genetic diversity in salvia species. *Notulae botanicae horti agrobotanici cluj- napoca* Vol. 49(1): 1 - 13
- Shaye NA, Migdadi H, Charbaji A, Alsayegh S, Daoud S, Al-Anazi W, Alghamdi S. 2018. Genetic variation among saudi tomato (solanum lycopersicum L.) landraces studied using SDS-page and SRAP markers. *Saudi J Biol Sci* Vol. 4(14): 1-9
- Sholihah SM. 2014. Hubungan kekerabatan beberapa kultivar pisang (Musa sp.) untuk sifat ketahanan terhadap penyakit berdasarkan resistance gene analog (RGA). *Skripsi*. Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim : Malang
- Storm C. 2021. Note on sequence-related amplified polymorphism as novel molecular marker. *Clinical chemistry and laboratory medicine* Vol. 4(10): 1 - 2
- Subari A, Razak A, Sumarmin R. 2021. Phylogenetic analysis of Rasbora spp. based on the mitochondrial DNA COI gene in Harapan Forest. *Biologi tropis* Vol. 21(1): 89 - 94
- Subositi D, Mujahid R. 2013. Karakterisasi genetik tempuyung berdasarkan penanda molekuler SRAP. *Biologi Indonesia* Vol. 9(2): 167 - 174
- Syahrial. 2019. Studi komparatif morfologi mangrove *Rhizophora apiculata* pada kawasan industri perminyakan dan kawasan non industri provinsi Riau. *MASPARI* Vol. 11(1): 31 - 40
- Terryana RT, Nugroho K, Rijzaani H, Lestari P. 2018. Karakterisasi keragaman genetik 27 genotipe cabai berdasarkan marka SSR (Simple Sequence Repeat). *Berita biologi* Vol. 17(2): 183 - 194
- Tobing ANL, Darmanti S, Hastuti ED, Izzati M. 2021. Struktur anatomi daun mangrove api-api putih [*avicennia marina*(forsk) vierh] dipantai Mangunharjo, Semarang. *Buletin anatomi dan fisiologi* Vol. 6(1): 96 - 103
- Ulqodry TZ, Sarno. 2017. *Buku Ajar Konservasi Mangrove*. Palembang. Unsri Press. 51.

- Utami DW, Septiningsih EM, Kadir TS, Fatimah, Yuriyah S. 2010. Pencarian alel untuk identifikasi gen ketahanan penyakit hawar daun bakteri, xa7 pada plasma nutfah padi lokasi Indonesia. *AgroBiogen* Vol. 6(1): 1 - 9
- Utomo B, Budiastuti S, Muryani C. 2017. Strategi pengelolaan hutan mangrove di Desa Tanggul Tlare Kecamatan Kedung Kabupaten Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Vol.15(2) : 117-123
- Wahyuni S, Siregar HM. 2020. Keragaman dan analisis kekerabatan 30 jenis begonia berdasarkan karakter morfologi. *Buletin kebun raya* Vol. 23(2): 91 - 103
- Wati HD, Ekawati I, Ratna P. 2022. Keragaman genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil jagung varietas lokal sumenep. *Cemara* Vol. 19(1): 85 - 94
- Yuliani Y, Yuniaty A, Susanto AH. 2017. Variasi sekuens dna yang diamplifikasi menggunakan primer atpb-rbcl pada beberapa kultivar kacang tanah. *Scripta Biologi* Vol. 4(1): 1 - 4
- Yulita KS, Ahmad F, Martanti D. 2014. Analisis keragaman genetik kentang hitam [*Plectranthus rotundifolius* (Poiret) Sprengel] berdasarkan marka ISSR dan RAPD. *Berita biologi* Vol. 13(2): 127 - 135
- Zein MS, Sulandari S. 2009. Investigasi asal usul ayam indonesia menggunakan sekuens hypervariable-1 d-loop DNA mitokondria. *Veteriner* Vol. 10(1): 41 - 49
- Zhao W, Fang R, Pan Y, Yang Y, Chung JW, Chung IM, Park YJ. 2009. Analysis of genetic relationship of mulberry (*Morus L.*) germ plasm using sequencerelated amplified polymorphism (SRAP) marker. *Afri J Biotech* Vol. 8(11): 2604 - 2610