

**HUBUNGAN KEKERABATAN BAKTERI DARI PERAIRAN MUARA  
SUNGAI MUSI SECARA MOLEKULER MENGGUNAKAN METODE  
RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)**

**SKRIPSI**

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



**OLEH :**

**M. ZALFA RAMADHIAN**

**08051181924011**

**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
INDERALAYA**

**2023**

**HUBUNGAN KEKERABATAN BAKTERI DARI PERAIRAN MUARA  
SUNGAI MUSI SECARA MOLEKULER MENGGUNAKAN METODE  
RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**M. ZALFA RAMADHIAN**

**08051181924011**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**HUBUNGAN KEKERABATAN BAKTERI DARI PERAIRAN MUARA  
SUNGAI MUSI SECARA MOLEKULER MENGGUNAKAN METODE  
RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**M. ZALFA RAMADHAN  
08051181924011**

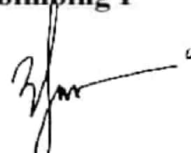
**Indralaya, 07 Agustus 2023**

**Pembimbing II**



**Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si  
NIP. 197704122005021001**

**Pembimbing I**



**Dr. Melki, S.Pi., M.Si  
NIP. 198005252002121004**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**

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



**Tanggal Pengesahan : 07 Agustus 2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : M. Zalfa Ramadhian

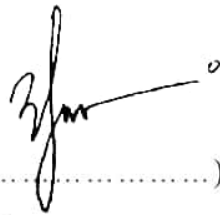
NIM : 08051181924011

Judul : Hubungan Kekerbatan Bakteri dari Perairan Muara Sungai Musi Secara Molekuler Menggunakan Metode RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)


**Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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. Melki, S.Pi., M.Si  
NIP. 198005252002121004

  
(.....)

Anggota : Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si  
NIP. 197704122005021001

  
(.....)

Anggota : Gusti Diansyah, S. Pi., M. Sc  
NIP. 198108052005011002

  
(.....)

Anggota : Dr. Hartoni, S. Pi., M. Si  
NIP. 197906212003121002

  
(.....)

Ditetapkan di : Indralaya

Tanggal : 07 Agustus 2023

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **M. Zalfa Ramadhian, 08051181924011** menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya 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 penulis lain, baik yang dipublikasikan ataupun tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah/Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Indralaya, 07 Agustus 2023



**M. Zalfa Ramadhian**  
**NIM. 08051181924011**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Zalfa Ramadhian  
NIM : 08051181924011  
Jurusan : Ilmu Kelautan  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

demikian 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 :

**Hubungan Kekerabatan Bakteri dari Perairan Muara Sungai Musi Secara Molekuler Menggunakan Metode RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya. 07 Agustus 2023



**M. Zalfa Ramadhian**  
**NIM. 08051181924011**

## ABSTRAK

**M. ZALFA RAMADHAN. 08051181924011. Hubungan Kekerabatan Bakteri dari Perairan Muara Sungai Musi Secara Molekuler Menggunakan Metode RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). (Pembimbing: Dr. Melki, S.Pi., M.Si dan Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si)**

Dinamika perubahan lingkungan muara yang cepat diduga dapat membentuk karakter bakteri yang baru dan lebih beragam. Karakter-karakter tersebut dapat diamati secara molekuler dengan marka molekuler RAPD. Marka RAPD digunakan karena simpel, dan mudah dilakukan, serta memberi hasil yang cepat untuk mengetahui informasi keragaman genetik antar bakteri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman genetik bakteri berdasarkan penanda molekuler RAPD dan hubungannya terhadap parameter kualitas perairan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Badan riset dan inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, Bogor, Jawa Barat, pada bulan September 2022 – Februari 2023. Pengolahan sampel diawali dengan pemyutan media, pengenceran bertingkat, isolasi bakteri, purifikasi bakteri, ekstraksi/isolasi DNA sampel bakteri, amplifikasi, elektroforesis dan analisa data keragaman genetik. Pengamatan molekuler dilakukan dengan menentukan pita polimorfik. Data dianalisis menggunakan analisis cluster dengan nilai koefisien kemiripan. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari sampel air dan sedimen, kekerabatan bakteri paling dekat terdapat pada bakteri sampel sedimen dengan nilai koefisien 0 - 0,40 atau nilai similaritasnya berkisar 0 - 40% dan pada bakteri sampel air memiliki nilai koefisien berkisar 0 - 0,22 atau nilai similaritasnya berkisar 0 - 22% yang menandakan bahwa kekerabatan yang terjalin antara bakteri sampel air dan sedimen masih tergolong jauh. Bakteri dapat dikatakan memiliki kekerabatan yang dekat jika memiliki nilai koefisien lebih dari 0,6. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam bidang mikrobiologi molekuler.

**Kata kunci: Bakteri, Molekuler, Marka RAPD, Hubungan Kekerabatan**

**Pembimbing II**



**Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si**  
NIP. 197704122005021001

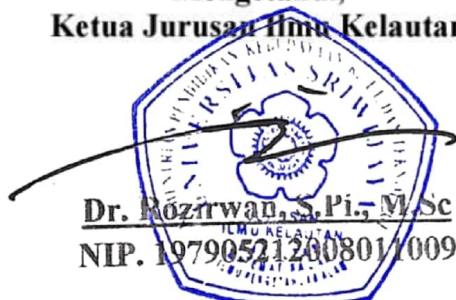
**Indralaya, 07 Agustus 2023**

**Pembimbing I**



**Dr. Melki, S.Pi., M.Si**  
NIP. 198005252002121004

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**



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

## ABSTRACT

**M. ZALFA RAMADHAN. 08051181924011. Molecular Relationship of Bacteria from the Musi River Estuary Using RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) Method. (Supervisors: Dr. Melki, S.Pi., M.Si and Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si)**

The dynamics of rapid changes in the estuarine environment are believed to potentially give rise to new and more diverse bacterial characteristics. These characteristics can be observed at the molecular level using RAPD molecular markers. RAPD markers are employed due to their simplicity and ease of implementation, as well as their ability to yield rapid results for assessing genetic diversity among bacteria. The objective of this research is to determine the genetic diversity of bacteria based on RAPD molecular markers and their correlation with water quality parameters. The study was conducted at the Laboratory of the Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, Bogor, West Java, from September 2022 to February 2023. Sample processing began with media preparation, stepwise dilution, bacterial isolation, bacterial purification, extraction/isolation of bacterial DNA samples, amplification, electrophoresis, and analysis of genetic diversity data. Molecular observations were carried out by identifying polymorphic bands. Data were analyzed using cluster analysis with similarity coefficient values. Based on the results obtained from water and sediment samples, the closest bacterial relationship was found in sediment samples, with a coefficient value of 0 - 0.40 or a similarity value ranging from 0 - 40%. In contrast, bacterial samples from water exhibited a coefficient value ranging from 0 - 0.22, or a similarity value ranging from 0 - 22%, indicating a relatively distant relationship between bacteria in water and sediment samples. Bacteria can be considered to have a close relationship if their coefficient value is greater than 0.6. The findings of this study are expected to be useful in the field of molecular microbiology.

**Keyword: *Bacterial, Molecular, RAPD Markers, Genetic Relationships***

**Supervisor II**



**Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si**  
NIP. 197704122005021001

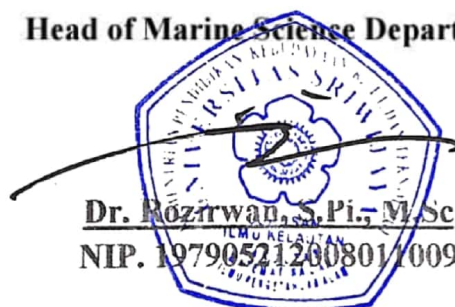
**Indralaya, 07 August 2023**

**Supervisor I**



**Dr. Melki, S.Pi., M.Si**  
NIP. 198005252002121004

**Head of Marine Science Department**



**Dr. Rozriwan, S.Pi., M.Sc**  
NIP. 197905212608011009



## RINGKASAN

**M. ZALFA RAMADHAN. 08051181924011. Hubungan Kekerabatan Bakteri dari Perairan Muara Sungai Musi Secara Molekuler Menggunakan Metode RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). (Pembimbing: Dr. Melki, S.Pi., M.Si dan Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si)**

Muara sungai Musi merupakan salah satu muara yang berasal dari sungai terbesar di Provinsi Sumatera Selatan, sungai Musi membentang sejauh 670 km. muara sungai Musi mendapatkan masukan air dari tiga buah sungai yaitu Sungai Lalan, Sungai Bungin dan Sungai Banyuasin. Intensitas kegiatan yang tinggi di sepanjang aliran sungai akan memberikan bahan organik yang berlebih dapat membantu pembentukan pertumbuhan, perkembangan, dan keanekaragaman mikroorganisme di muara.

keanekaragaman mikroorganisme dapat dipelajari dengan mengamati profil keragaman genetik menggunakan marka molekuler. Marka molekuler dapat memberikan hasil yang lebih akurat dalam mengkarakterisasi karena analisis yang dilakukan menggunakan deoxiribo nucleid acid sebagai material genetik. Marka molekuler RAPD biasa untuk mendeteksi polimorfisme DNA, sehingga digunakan sebagai penanda genetik dalam menentukan hubungan kekerabatan.

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis hubungan kekerabatan antar bakteri dari muara sungai Musi. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 sampai Februari 2023. Sampel diambil dari muara sungai Musi dan diolah di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, Jawa Barat. Pengolahan sampel diawali dengan pembersihan media, pengenceran bertingkat, isolasi bakteri, purifikasi bakteri, ekstraksi/isolasi DNA sampel bakteri, amplifikasi, elektroforesis dan analisa data keragaman genetik.

Hasil penelitian yang didapatkan dari sampel air dan sedimen, kekerabatan bakteri paling dekat terdapat pada bakteri sampel sedimen dengan nilai koefisien 0 - 0,40. Sedangkan, pada bakteri sampel air memiliki nilai koefisien berkisar 0 - 0,22 yang menandakan bahwa kekerabatan yang terjalin antara bakteri sampel air dan sedimen masih tergolong jauh. Karena, bakteri dapat dikatakan memiliki kekerabatan yang dekat jika memiliki nilai koefisien lebih dari 0,6. Hubungan kualitas perairan terhadap keanekaragaman bakteri dipengaruhi bahan organik.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Penuh rasa syukur, tulus, dan ikhlas, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Allah Swt atas berkat-Nya saya dapat menyelesaikan perjalanan panjang pada skripsi penelitian ini. Selain itu saya ingin berterima kasih terhadap semua yang telah membantu selama pembuatan skripsi ini, yaitu :

### **1. M. Zalfa Ramadhian**

Terima kasih, diri ku, atas perjuangan tak henti-henti dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini. Terima kasih untuk mau setiap malam begadang. Terima kasih untuk setiap kesalahan dan kegagalan. Terima kasih diri ku, telah memberikan yang terbaik dari dirimu. Skripsi ini adalah bukti betapa besar potensi dan kemampuan yang kau miliki. Jadikan momen ini sebagai pijakan untuk terus tumbuh dan berkembang dalam mencapai impian lainnya.

### **2. Ayah & Ibu**

Terima kasih **ayah dan ibu** tercinta atas segala cinta, doa, dan dukungan yang telah kalian berikan. kata-kata tidak mampu menggambarkan betapa berharganya peran kalian dalam kesuksesan penelitian ini. Doa dan semangat kalian senantiasa menjadi penyemangat di setiap tantangan yang harus dihadapi. Kalian telah menjadi pondasi utama dalam menyelesaikan skripsi ini.

### **3. Keluarga besar**

Terima kasih yang tak terhingga kepada keluarga tercinta atas dukungan dan doa yang telah kalian berikan dalam perjalanan penyelesaian skripsi penelitian ini. Tanpa kehadiran kalian, pencapaian ini tidak akan menjadi mungkin. Terima kasih untuk segalanya. Semoga **Allah SWT** selalu memberikan berkah-Nya kepada kalian, melindungi kalian dalam setiap langkah kehidupan.

### **4. Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji**

Untuk Bapak **Dr. Melki, S.Pi., M.Si** sebagai dosen pembimbing I dan Bapak **Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si** sebagai dosen pembimbing II, dan **Ibu Dr. Fatimah, S.Pi., M.Si** sebagai pembimbing dalam melakukan RAPD saya mengucapkan

banyak terima kasih atas segala ilmu, kebaikan, motivasi, arahan, dan kepercayaannya sehingga saya dapat menyelesaikan masa studi saya.

Untuk Bapak **Gusti Diansyah, S. Pi., M. Sc** sebagai dosen penguji I dan Bapak **Dr. Hartoni, S. Pi., M. Si** sebagai dosen penguji II, saya juga mengucapkan banyak terima kasih atas ilmunya, dan juga telah memberikan masukan dan saran dimulai dari seminar proposal sampai sidang akhir.

#### **5. Seluruh Dosen dan Staff TU Jurusan Ilmu Kelautan, FMIPA, UNSRI**

Terima kasih kepada bapak dan ibu dosen atas semua kebaikan dalam mendidik, membimbing dan memberikan ilmunya selama saya berkuliah di Jurusan Ilmu Kelautan. Terima kasih kepada Pak **Marsai** dan Pak **Minarto** selaku staff Jurusan Ilmu Kelautan atas bantuan dalam mengurus berkas dan administrasi selama masa perkuliahan.

#### **6. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)**

Terima kasih kepada seluruh pihak di **Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)**, terima kasih atas izin dan dukungannya selama penelitian ini. Kesempatan ini sangat berarti bagi penulis untuk menyelesaikan pendidikan skripsi. Terima kasih atas sarana dan prasarana yang diberikan.

#### **7. Keluarga Besar RGTDP, BRIN**

Terima kasih kepada kakak dan abang selama zalfa penelitian di laboratorium genomik, terutama pada sister-sister yaitu: **sister Siwsi, sister Chindy, Sister Sheila, sister Ana, sister Alda, sister Rizna, sister Aisyah dan sister bungsu Febri**. Terima kasih saya ucapkan pada **Big Bro bang Zubaidi** dan **Pak Herman AKA HERBOY**. Terima kasih atas bantuan, bimbingan, Pengalaman dan kenangan yang berharga selama **Zalfa** ada di laboratorim. Kenangan paling berkesan ialah saat jadi tumbal kesalahan dan kehilangan sesuatu di lab, Motor **Febri** mogok sampai di step **bang Zubaidi** dan hampir kena tumbur di jalan raya, mabar Mobile legend bersama **bang Zubaidi dan pak HERBOY** setelah ngelab, Piket keramat bareng **Kak Chindy** tiap Selasa, dan obrolan manis tiap minggu secara virtual.

#### **8. Staff Laboratorium RGTDP, BRIN**

Terima kasih **Zalfa** ucapkan kepada **Bu Ai, Bu Nur, dr. Ela, Bu Arizah, Mba Thika, Mba Icha, Mba Kiki, dan Pak Herman**. Terima kasih atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama di Laboratorium.

#### **9. Keluarga besar Bioekologi kelautan**

Terimakasih atas kesempatannya menjadi keluarga besar asisten Lab **BIOEKOLOGI LAUT**. Terima kasih atas waktunya selama menjadi rekan kerja terutama pada **Bang Redho, Bang Muh, Kak Nadila, Rakan, Ade, Nabila, Wulan, Debora, Purwa, AF, Anisa, Raja, Yusuf, Kinan, Kipe, Byan, Angeline, Ester, Syarif**. Terima kasih yang tak terhingga kepada seluruh rekan kerja di lab atas dukungan, kerjasama, dan bantuan yang kalian berikan selama bekerja di lab.

#### **10. Teman Sejawat**

**Haikal, Grata, Fatika, Sari, Veronica, Kerin, Reisha, Sabila, Made, Rakan, Raihan, Pramadipa, Afzal, Reza** dan teman seperjuangan yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih yang tak terhingga kepada teman seperjuangan tercinta atas dukungan dalam perjalanan menyelesaikan perkuliahan ini. Terima kasih, teman teman, atas segala hal yang telah kalian lakukan. Momen-momen indah, tawa, dan dukungan moral yang kita bagi bersama-sama selama kuliah ini akan selalu menjadi kenangan berharga dalam perjalanan hidup saya. Semoga kesuksesan selalu menyertai kalian dalam setiap langkah hidup. Teruslah berjuang dan jangan pernah berhenti bermimpi. Sampai jumpa di perjalanan berikutnya.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat, hidayah dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi “Hubungan Kekerbatan Bakteri dari Perairan Muara Sungai Musi Secara Molekuler Menggunakan Metode RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata I (S1) pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Dr. Melki, S.Pi., M.Si**, Bapak **Dr. A. Zaenal Mustofa, M.Si**, dan Ibu **Dr. Fatimah, S.Pi., M.Si** sebagai pembimbing yang memberikan banyak masukan, arahan dan saran serta meluangkan waktunya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Kepada seluruh pihak di **Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)**, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas izin dan dukungannya dalam penelitian ini. Kesempatan ini sangat berarti bagi penulis untuk menyelesaikan pendidikan Strata I. Terima kasih atas sarana dan prasarana yang diberikan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh sebab itu, penulis berharap agar pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah referensi bagi pembaca dan mahasiswa Ilmu Kelautan pada khususnya.

Indralaya. 07 Agustus 2023



**M. Zalfa Ramadhian**  
**NIM. 08051181924011**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Sungai Musi.....	6
2.1.1 Muara Sungai Musi.....	7
2.2 Bakteri.....	8
2.2.1 Biodiversitas Bakteri pada Muara.....	8
2.2.2 Karakteristik Morfologi Bakteri.....	9
2.3 Biologi Molekuler.....	10
2.3.1 Keanekaragaman genetik.....	11
2.3.2 DNA (Deoxyribonucleic acid).....	12
2.3.3 RAPD ( <i>Random Amplification of Polymorphic DNA</i> ).....	12
2.4 Hubungan Kekerabatan.....	14
2.3.4 Analisis Filogenetika.....	14
<b>III METODOLOGI</b> .....	<b>15</b>
3.1 Waktu dan tempat.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1 Pengambilan sampel.....	20

3.3.2 Pengukuran parameter lingkungan .....	20
3.3.3 Prosedur RAPD .....	25
3.4 Analisa data .....	29
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Kondisi Umum Muara Sungai Musi .....	31
4.2 Parameter Kualitas Perairan pada Perairan Muara Sungai Musi .....	32
4.2.1 Suhu .....	32
4.2.2 Oksigen .....	33
4.2.3 pH .....	34
4.2.4 Salinitas .....	35
4.2.5 Amonia .....	36
4.2.6 Nitrat .....	37
4.2.7 Nitrit .....	38
4.3 Isolasi bakteri .....	39
4.4 Isolasi DNA .....	43
4.5 Amplifikasi dan visualisasi DNA .....	46
4.7 Analisis RAPD ( <i>Random Amplification of Polymorphic DNA</i> ) .....	48
4.7.1 Jarak Kekerabatan .....	48
4.7.2 Konstruksi Filogenetik .....	51
4.7.2 Perbandingan Nilai Kekerabatan Bakteri Air dan Sedimen .....	59
4.8 PCA ( <i>Principal Component Analysis</i> ) .....	60
4.8.1 Bakteri Air .....	60
4.8.2 Bakteri Sedimen .....	62
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>76</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Titik Koordinat Stasiun Pengambilan Sampel .....	15
Tabel 2. Alat yang digunakan di lapangan .....	16
Tabel 3. Alat di Laboratorium .....	16
Tabel 4. Bahan di Lapangan .....	18
Tabel 5. Bahan di Laboratorium .....	18
Tabel 6. Hasil Karakteristik Morfologi koloni Bakteri pada sampel air .....	40
Tabel 7. Hasil Karakteristik Morfologi koloni Bakteri pada sampel Sedimen .....	41
Tabel 8. Hasil isolasi DNA bakteri sampel air .....	43
Tabel 9. Hasil isolasi DNA bakteri sampel Sedimen .....	44
Tabel 10. Nilai similaritas kultur bakteri air dengan metode RAPD .....	49
Tabel 11. Nilai similaritas kultur bakteri sedimen dengan metode RAPD .....	50



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian.....	4
Gambar 2. Muara Sungai Musi Sungai Musi.....	7
Gambar 3. Morfologi bakteri.....	9
Gambar 4. Peta Lokasi penelitian.....	15
Gambar 5. Skema Penelitian di Laboratorium Prosedur RAPD.....	25
Gambar 6. Kondisi umum Muara Sungai Musi.....	31
Gambar 7. Suhu.....	32
Gambar 8. Oksigen Terlarut (DO).....	33
Gambar 9. pH.....	34
Gambar 10. Salinitas.....	35
Gambar 11. Amonia total.....	36
Gambar 12. Nitrat.....	37
Gambar 13. Nirit.....	38
Gambar 14. Hasil Penanaman Bakteri.....	39
Gambar 15. Elektroforesis Hasil Amplifikasi DNA Bakteri Kultur.....	46
Gambar 16. Dendogram 15 Isolat Bakteri Air Menggunakan NtSYSpc.....	53
Gambar 17. Dendogram 15 Isolat Bakteri Air Menggunakan OriginPro.....	54
Gambar 18. Dendogram 29 Isolat Bakteri Sedimen Menggunakan NtSYS.....	57
Gambar 19. Dendogram 29 Isolat Bakteri Sedimen Menggunakan OriginPro.....	58
Gambar 20. <i>Principal Component Analysis</i> Bakteri air.....	60
Gambar 21. <i>Principal Component Analysis</i> Bakteri air.....	62

# I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Muara sungai Musi merupakan salah satu muara yang berasal dari sungai terbesar di Provinsi Sumatera Selatan, sungai Musi membentang sejauh 670 km dan melewati dua provinsi yaitu Provinsi Bengkulu dan Sumatera Selatan (Putri dan Melki, 2020). Dalam pemanfaatannya sungai Musi memiliki banyak ragam kegiatan yang dapat dijumpai di sepanjang aliran sungai, mulai dari kegiatan pertanian dan perkebunan pada daerah hulu, kegiatan penambangan emas, pasir dibagian tengah serta aktivitas industri, pelabuhan, transportasi dan pemukiman yang memadati kawasan hilir sungai Musi (Husnah *et al.* 2007).

Intensitas kegiatan yang tinggi di sepanjang aliran sungai akan memberikan bahan organik yang berlebih terhadap ekosistem di perairan muara sungai Musi. Namun, sumbangan bahan organik ini dapat membantu pembentukan pertumbuhan, perkembangan, dan keanekaragaman mikroorganisme di muara (Ulqodry, 2008). Hal ini diperkuat oleh pernyataan Liao *et al.* (2018), yang menyatakan kalau bahan organik pada suatu wilayah akan meningkatkan jumlah unsur hara seperti nitrogen tersedia, serta jumlah dan keragaman mikroorganisme.

Bakteri yang biasanya ditemukan pada muara merupakan bakteri yang memiliki gram negative dan keanekaragaman bakteri yang beragam. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Yulma *et al.* (2018) pada perairan muara yang tinggi akan bahan organik ditemukan sebanyak 9 (sembilan) genus bakteri yang berbeda terdiri dari *Bacillus* sp., *Corynebacterium* sp., *Listeria* sp., *Enterobacteria* sp., *Pseudomonas* sp., *Aeromonas* sp., *Micrococcus* sp., *Staphylococcus* sp., dan *Actinobacillus* sp.

Keanekaragaman bakteri dapat dipelajari dengan karakterisasi morfologi, fisiologi dan biokimiawi. Namun, proses karakterisasi ini terbatas dalam mengungkap keanekaragaman bakteri karena hanya melihat karakter fenotipnya saja. Seiring dengan kemajuan ilmu biologi molekular, keanekaragaman mikroorganisme dapat dipelajari dengan mengamati profil keragaman genetik menggunakan marka molekuler. Marka molekuler dapat memberikan hasil yang

lebih akurat dalam mengkarakterisasi (Jesus, 2013) sebab analisis yang digunakan memakai deoxiribo nucleid acid sebagai informasi genetik (Dwiatmini, 2003).

Marka molekuler digunakan untuk melihat kekerabatan dari suatu individu dengan individu lainnya berdasarkan spesies ataupun kekerabatan antar spesies. Perkembangan berbagai jenis marka molekuler yang sering digunakan antara lain yaitu isoenzim, RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphisms*), SSR (*Simple Sequence Repeat*), AFLP (*amplified fragment length polymorphism*), dan RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) (Fitriani, 2019). Selain bisa dipakai untuk mengkarakterisasi suatu individu bakteri, pendekatan secara molekuler juga bisa digunakan dalam mengidentifikasi susunan genom (Hapsari, 2015), menganalisa taksonomi dan evolusi (Janssens, 2016), menganalisa keanekaragaman *genetic*, dan analisa filogenetika (Uma, 2006), dan analisis hubungan similaritas ke beberapa jenis makhluk hidup (Ashraf, 2014).

Saat ini, *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) telah menjadi salah satu marka atau penanda molekuler yang sering dipakai dalam mengamati keanekaragaman serta pengelompokan organisme (Kundu, 2018). RAPD menurut Khatri (2009) adalah teknik amplifikasi DNA yang berdasarkan PCR (*Polymerase Chain Reaction*), dengan menggunakan primer tunggal, RAPD dipakai untuk mendeteksi variasi sekuens nukleotida polimorfisme DNA (Shivashankar, 2013).

Hasil yang didapat dari analisis RAPD ialah hubungan kekerabatan. Hubungan kekerabatan dalam populasi menurut Karsinah (2002) memiliki arti yang penting dalam pengembangan susunan genetik yang diperlukan untuk pemanfaatan individu atau spesies. Tingkat kekerabatan individu dalam populasi juga dapat menggambarkan status keberadaan spesies tersebut di alam. Populasi dengan keragaman genetik yang tinggi mempunyai peluang hidup yang lebih baik karena mempunyai kemampuan yang lebih baik untuk beradaptasi dengan lingkungannya (Crowder, 2000).

Dharmayanti (2011) menyampaikan bahwa analisa filogenetik adalah metode yang biasa dipakai untuk mencari tahu keanekaragaman suatu spesies melalui pembuatan konstruksi hubungan kekerabatan. Analisis filogenetik dapat memberi informasi awal tentang bagaimana suatu organisme berevolusi, yang kemudian direpresentasikan dalam sistem percabangan (pohon filogenetik).

Karakter serupa akan menjadi dasar untuk analisis hubungan yang diamati antar spesies.

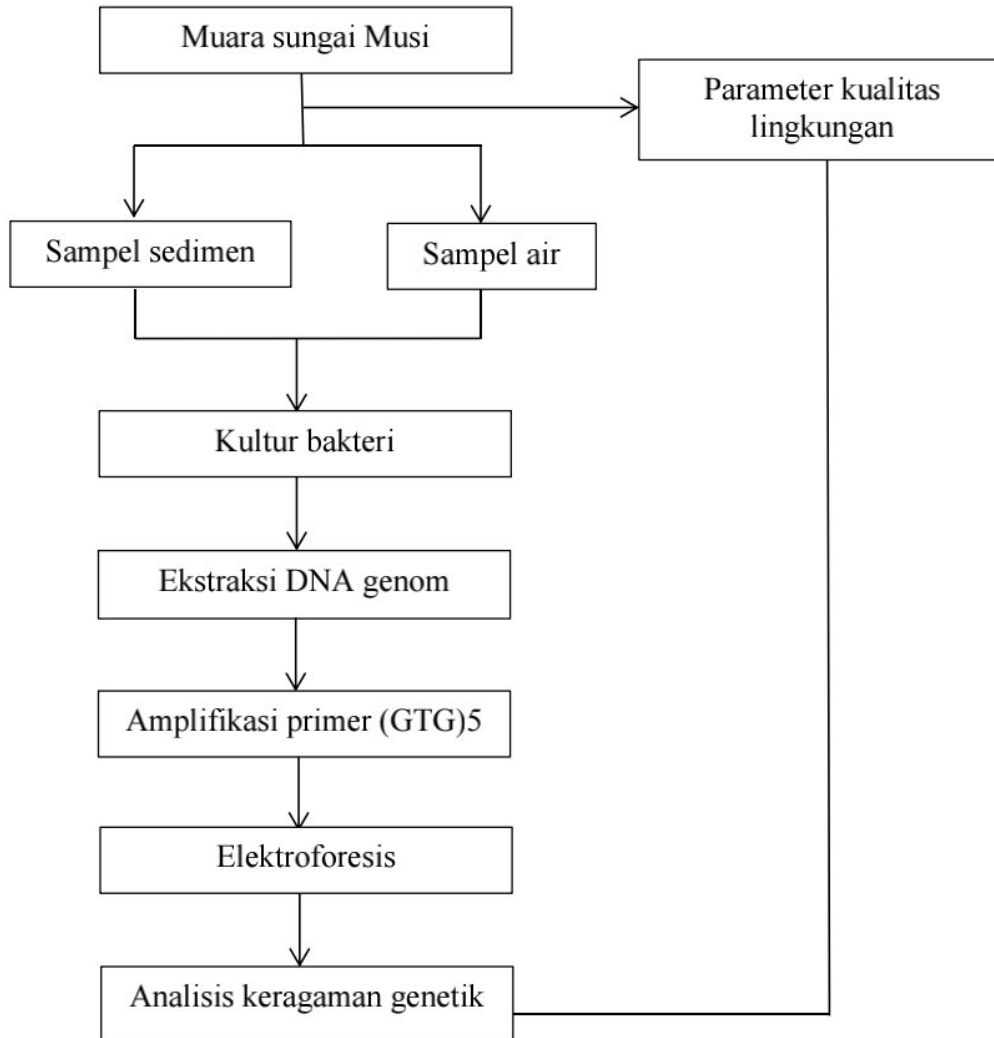
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian yang berfokus pada perairan muara sungai Musi untuk mengetahui hubungan kekerabatan pada bakteri menggunakan marka molekuler RAPD dan hubungannya terhadap parameter fisika-kimia. Alasan penggunaan marka RAPD untuk penelitian ini adalah karena RAPD memiliki sifat yang simpel, dan mudah dilakukan, serta memberi hasil yang cepat, menghasilkan polimorfisme DNA, dan kemudian mudah mendapatkan primer acak yang dibutuhkan untuk menganalisa genom dari bermacam-macam individu organisme (Langga *et al.* 2012). Ini disebabkan oleh fakta bahwa metode analisa RAPD tidak membutuhkan informasi sebelumnya tentang sekuens DNA suatu organisme yang sedang diteliti dan juga tidak membutuhkan probe DNA spesifik (Pharmawati, 2009).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Muara sungai Musi menjadi salah satu tempat yang berpotensi akan kelimpahan dan keanekaragaman bakteri. Hal ini dikarenakan banyaknya akan aktivitas manusia seperti transportasi, pertanian, perkebunan, serta pemukiman masyarakat hingga kegiatan industri terjadi di hilir sungai yang membuat muara sungai Musi kaya akan bahan organik (Putri *et al.* 2019). Namun, Penelitian yang telah dilakukan hanya masih sedikit yang mengkaji mengenai hubungan kekerabatan bakteri. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi keanekaragaman genetik secara molekuler menggunakan marka molekuler seperti RAPD untuk mengetahui hubungan kekerabatan bakteri yang diperoleh secara spesifik dan hubungannya terhadap parameter fisika-kimia muara sungai Musi. Berdasarkan permasalahan tersebut didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keanekaragaman genetik yang terjadi pada bakteri di perairan muara sungai Musi?
2. Bagaimana hubungan antara parameter kualitas lingkungan terhadap bakteri yang terdapat pada perairan muara sungai Musi?

Kerangka pemikiran dari penelitian secara sederhana disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 1.



Keterangan :

\_\_\_\_\_ : Kajian Penelitian

-----: Batas kajian Penelitian

Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis keragaman genetik antara bakteri yang terdapat pada perairan muara sungai Musi, Sumatera selatan.
2. Menganalisis hubungan antara parameter kualitas lingkungan terhadap keragaman genetik bakteri yang terdapat pada perairan muara sungai Musi, Sumatera selatan.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui keragaman genetik dan keragaman bakteri yang terdapat pada perairan muara sungai Musi, Sumatera selatan.
2. Dapat menjadi acuan penelitian tentang hubungan keragaman bakteri yang selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 06-6989.9-2004. Cara uji Nitrit (NO<sub>2</sub> \_N) secara spektrofotometri. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2005. SNI 06-6989.30-2005. Cara uji kadar Amonia dengan spektrofotometer secara fenat. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 06-6989.59-2004. Metoda pengambilan contoh air limbah. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Adnyana GAB, Gunam IBW, Anggreni AA. 2016. Penentuan Suhu dan Sumber Karbon Terbaik pada Pertumbuhan Isolat SBJ8 dalam Biodesulfurisasi Dibenzotiofena. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. Vol. 4 (4) : 43–48
- Agustin R. 2018. Kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada air kolam renang di Kota Bandar Lampung [Skripsi]. Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung
- Ali BA, Huang TH, Salem HH, Xie XD. 2006. Influence of Thermal Cycler day to day Reproducibility of Random Amplified Polymorphic DNA Fingerprints. *Jurnal Biotechnology*. Vol. 5(1): 324-329
- APHA, 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater, edisi ke 20th*. Washington: American Public Health Association (APHA)
- Ashraf K, Ahmad A, Chaudhary A, Mujeeb M, Ahmad S, Amir M, Mallick N. 2014. Genetic diversity analysis of Zingiber Officinale Roscoe by RAPD collected from subcontinent of India. *Saudi Journal of Biol Sci*. Vol. 21(2):159-65
- Asrianti Basri. 2021. Isolasi dan identifikasi molekuler bakteri endofit tanaman sarang semut (*Myrmecodia pendans*). [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
- Azizah, A. 2009. Perbandingan Pola Pita Amplifikasi Dna Daun, Bunga Kelapa Sawit Normal dan Abnormal. [Thesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Cappuccino JG, Sherman N. 2014. *Microbiology: a Laboratory Manual*. United State of America: Pearson
- Chahal M, 2016. Information Retrieval using Dice Similarity Coefficient , *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, Vol. 6(6):72-75

- Crowder LV. 1990. *Genetika Tumbuhan, penerjemah Lilik Kusdiarti*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Darwiati, A. 2008. Keragaman dan Konservasi Genetik Tanaman Hutan Resisten Hama Penyakit. *Mitra Hutan Tanaman*. Vol. 3 (1): 43-50.
- Dewanti AW, Pratiwi E, Nuraini Y. 2016. Viabilitas dan aktivitas enzim fosfatase serta produksi asamorganik bakteri pelarut fosfat pada beberapa suhu simpan. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan* vol.3(1): 311-318
- Dharmayanti NLPI. 2011. Filogenetika Molekuler: Metode Taksonomi Organisme Berdasarkan Sejarah Evolusi. *WARTAZOA*. Vol. 21(1):1-10.
- Dwiatmini KNA, Mattjik H, Aswidinnoor, Toruan M, Hort J. 2003. Analisis Pengelompokan dan Hubungan Kekerbatan Spesies Anggrek Phalaenopsis Berdasarkan Kunci Determinasi Fenotipik dan Marka Molekuler RAPD. *Jurnal Hortikultura*. Vol. 13 (1): 16-27
- Effendi H. 2003. *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Cetakan Kelima*. Yogyakarta: Kanisius.
- Emirhadi, Suganda. 2009. Pengelolaan lingkungan dan kondisi masyarakat. *Makara Sosial Humaniora* Vol. 13 (2):143-153
- Fajar I, Perwira IY, Ernawati NM. 2022. Pengaruh Derajat Keasaman (pH) terhadap Pertumbuhan Bakteri Toleran Kromium Heksavalen dari Sedimen Mangrove di Muara Tukad Mati, Bali. *Current Trends in Aquatic Science* Vol. 1 (1) : 1-6
- Fatchiyah, Arumingtyas EL, Widyarti S, Rahayu S. 2011. *Biologi Molekular, Prinsip Dasar Analisis*. Jakarta : Erlangga
- Fitriani. 2019. Analisis Keragaman Genetik Delapan Jenis Bambu Berdasarkan Penanda RAPD (Random Amplified Polymorphic). [Skripsi]. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin
- Gazali M, Widada A. 2021. Analisis kualitas dan perumusan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Bangkahulu Bengkulu. *Nursing and Public Health*. Vol. 9 (1): 55-57
- Gholizadeh MH, Melesse AM, Reddi L. 2016. A comprehensive review on water quality parameters estimation using remote sensing techniques. *Jurnal Sensors* Vol. 16(8): 1298
- Greenwood D, Barer M, Slack R, Irving W. 2012. *Medical Microbiology (Eighteenth)*. London : Churchill Livingstone



- Gunawan T, Kushadiwijayanto AA, Nurrahman YA, Muliadi, Risko. 2021. Studi Karakteristik Arus Pasang Surut Muara Sungai Mempawah. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. Vol. 4 (3):92-100
- Hadiati S, Prihatini R, Mansyah E. 2018. Identifikasi Molekuler dan Analisis Kekerabatan Aksesori Nenas Menggunakan Marka RAPD Menunjang Perakitan Varietas Unggul Baru. *Jurnal Hort*. Vol. 28 (1): 1-12
- Hamuna, Rosye HR. Tanjung, Suwito, Hendra K. Maury. 2018. Konsentrasi Amoniak, Nitrat dan Fosfat di Perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *Jurnal EnviroScienteeae* Vol. 14 (1):8-15
- Handayani NI, Moenir M, Setianingsih NI, Malik RA. 2016. Isolasi bakteri heterotrofik anaerobik pada pengolahan air limbah industri tekstil. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. Vol.7(1): 39-46
- Hapsari, Lia, Wahyudi D, Azrianingsih R, Arumingtyas EL. 2015. Genome identification of bananas (*Musa L.*) from East Java Indonesia assessed with PCR-RFLP of the internal transcribed spacers nuclear ribosomal DNA. *International Journal of Biosciences*. Vol. 7 (3): 42-52.
- Harahap S. 2015. Pencemaran perairan akibat kadar amoniak yang tinggi dari limbah cair industry tempe. *Jurnal perikanan dan kelautan* Vol. 20 (2): 38-48
- Haris N, Hajrial A, Nurita TM, Agus P. 2003. Kemiripan genetik klon karet (*Hevea brasiliensis Muell Arg.*) berdasarkan metode amplified *fragment length polymorphisms* (AFLP). *Jurnal Menara Perkebunan*. Vol. 71 (1) : 1-15
- Hidayat T, Pancoro A. 2016. Ulasan Kajian filogenetika molekuler dan peranannya dalam menyediakan informasi dasar untuk meningkatkan kualitas sumber genetik anggrek. *Jurnal AgroBiogen*. Vol. 4(1): 35-40
- Holderman MV, Queljoe ED, Rondonuwu SB. 2017. Identifikasi bakteri pada pegangan eskalator di salah satu pusat perbelanjaan di kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains* Vol. 17(1) :13-19
- Husnah, Prianto E, dan Aida SN. 2007. Kualitas perairan sungai Musi bagian hilir ditinjau dari karakteristik fisika-kimia dan struktur komunitas makrozoobenthos. *Jurnal Lit. Perikan. Ind*. Vol. 13 (3): 167-177
- Ikhsan MK, Rudiyantri S, Ain C. 2020. Hubungan antara Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Waduk Jatibarang Semarang. *Jurnal Maquares* Vol.9 (1):23 -30

- Janssens SB, Vandeloek F, De Langhe E, Verstraete B, Smets E, Vandenhoutte I, Swennen R. 2016. Evolutionary dynamics and biogeography of Musaceae reveal a correlation between the diversification of the banana family and the geological and climatic history of Southeast Asia. *Journal of New Phytol.* Vol. 210 (4) : 1453-65
- Jayan JP, Rajeev RR, Rajendran S. 2009. Morphological analyser for malayalam-a comparison of different approaches. *International Journal of Computer Science and Information Technology.* Vol. 2 (2) : 155-160
- Jesus S, Oliveira S, Amorim CF, Ferreira JM, Campos D, Silva DG, Figureira A. 2013. Genetic diversity and population structure of musa accesions in ex-situ conservation. *Journal of BMC Plant Biol.* Vol. 13 (41) :1-22
- Jhonatan F, Setyawati TR, Linda R. 2016. Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Rombok Banangar Kabupaten Landak Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont.* Vol. 5 (1) : 39-45
- Karsinah, Sudarsono, Setyobudi L, Aswidionnoor H. 2002. Keanekaragaman genetik plasma nutfah jeruk berdasarkan analisis Penanda RAPD. *Jurnal Bioteknologi Pertanian.* Vol. 7 (1) : 8-16
- Kanti A, Ilyas M, Nurkanto A, Sulistiyani TR, Meliah S. 2018. *Panduan pengelolaan koleksi mikroorganisme Indonesian Culture collection (InaCC).* Jakarta : LIPI Press
- Konopka A. 2009. What is microbial community ecology?. *ISME J.* Vol. 3:1223–1230
- Krulwich TA, Sachs G. 2011. *Molecular aspects of bacterial pH sensing and homeostasis.* *Nat Rev Microbiol.* Vol. 9 : 330-343.
- Kundu, Prasenjit, Fatik K, Bauri, Sutanu M. 2018. Genetic diversity study of some banana genotypes collected from various parts of India through RAPD analysis. *African Journal of Agricultural Research.* Vol. 13 (5) : 248-257
- Kusumastuti D. 2013. Pengaruh fluktuasi salinitas terhadap nitrifikasi oleh bakteri yang diambil pada Muara Sungai Banjir Kanal Timur. *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol. 2(1):1-8
- Langga IF, Restu M, Kuswinanti T. 2012. Optimalisasi Suhu dan Lama Inkubasi Dalam Ekstraksi DNA Tanaman Bitti (*Vitex cofassus Reinw*) Serta Analisis Keragaman Genetik dengan Teknik RAPD-PCR. *Jurnal Sains & Teknologi,* Vol. 12 (3) : 265 – 276

- Lemey P, Salemi M, Vandamme AM. 2009. *The phylogenetic handbook: practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing*. Cambridge: Cambridge University Press
- Liao F, Yang L, Li Q. 2019. Effect of Biochar on Growth, Photosynthetic Characteristics and Nutrient Distribution in Sugarcane. *Journal of Sugar Tech.* Vol. 21: 289–295
- Luo X, Xiang X, Huang G, Song X, Wang P, Fu K. 2019. Bacterial Abundance and Physicochemical Characteristics of Water and Sediment Associated with Hydroelectric Dam on the Lancang River China. *Int J Environ Res Public Health.* Vol. 7(11) : 2031
- Madigan MT, Martinko JM, Dunlap PV, Clark DP. 2008. *Brock's Biology of Microorganisms (12th ed.)*. San Fransisco: Pearson Benjamin Cummin
- Mahrus IH, Widyorini N, Taufani WT. 2019. Analisis kelimpahan bakteri di perairan bermangrove dan tidak bermangrove di perairan Pantai Ujung Piring, Jepara. *JOURNAL OF MAQUARES.* Vol. 8(4) : 265-274
- Makmur MF, Larekeng SH, Restu M. 2020. Genetic diversity of eight types of bamboo based on random amplified polymorphic DNA (rapd) markers. *Plant Archives.* Vol. 20 :2333–2337.
- Malabarba LR, Malabarba MC. 2019. Phylogeny and classification of neotropical fish. *Jurnal Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish.* Vol 1(1):1-19
- Mamun AA, Zainudin Z. 2013. Sustainable river water quality management in Malaysia. *IJUM Engineering.* Vol. 14 (1): 29-42
- Matsumoto S, Watanabe K, Kiyota H, Tachibana M, Shimizu T, Watarai M. 2022. Distinction of Paramecium strains by a combination method of RAPD analysis and multiplex PCR. *Jurnal PONE.* Vol. 17(3):1-14
- Meiyerani J. 2022. Isolasi, identifikasi, dan uji kemampuan bakteri pendegradasi plastik menggunakan analisis gen 16S rRNA di perairan Sungai Musi Bagian Hilir Sumatera Selatan. [*Skripsi*]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
- MNLH. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut. Jakarta-Indonesia: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Mollah A, Ashan MA, Khatimah AH. 2022. Uji Kualitas dan Kuantitas DNA Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) pada Beberapa Kawasan di Sulawesi Selatan. *Jurnal Agritechno.* Vol. 15(01); 1–7

- Mony. 2004. Analisis Kondisi Lingkungan Perairan Muara Sungai Cimandiri Teluk Pelabuhan Ratu Sukabumi Jawa Barat. [Skripsi]. Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor
- Muslihin M. 2019. *Buku ajar mata kuliah biologi molekuler“ aplikasi dasar di dunia kesehatan*. Sidoarjo : UMSIDA Press
- Mustafa H, Rachmawati I, Udin Y. 2016. Pengukuran Konsentrasi dan Kemurnian DNA Genom Nyamuk *Anopheles barbirostris*. *Jurnal Vektor Penyakit*, Vol. 10 (1): 7-10
- Mustopa AZ, Puspitasari IF, Fatimah, Triratna L, Kartina G. 2018. Genetic diversity of mastitis cow's milk bacteria based on RAPD-PCR. *BIODIVERSITAS*. Vol. 19 (5) : 1714-1721
- Ningsih RL. 2014. Bakteri pendegradasi selulosa dari serasah daun *Avicennia alba blume* di Kawasan Hutan Mangrove Peniti Kabupaten Pontianak. *Protobiont* Vol. 3 (1): 34-40
- Nur'aini S, Arnia SM, Siti M. 2019. Pengenalan Deoxyribonucleic Acid (DNA) dengan Marker-Based Augmented Reality. *Information Technology* Vol. 1 (2): 91-100
- Nurkanto A, Agusta A. 2015. Identifikasi molekular dan karakterisasi morfo-fisiologi actinomycetes penghasil senyawa antimikroba. *Jurnal Biologi Indonesia*. Vol. 11 (2) : 195-203
- Oktavianti R. 2020. Identifikasi dan uji kemampuan bakteri pendegradasi limbah mikroplastik di Muara Sungai Musi. [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
- Padmalatha k, Prasad MN. 2006. Optimazation of DNA Isolation and PCR protocol for RAPD Analysis of Selected Medicinal and Aromatic Plants of Conservation Concern from Penisular India. *African J. Biotech*. Vol. 5: 230 – 234
- Patty S, Huwae R, Djabar M, Nebuchadnezzar Akbar. 2021. Variasi musiman oksigen terlarut di perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. Vol. 4 (1) : 308-316
- Patty SI, Arfah H, Abdul MS. 2015. Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan ph kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* Vol.1(1):43-50
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia: Jakarta

- Pharmawati M. 2009. Optimalisasi Ekstraksi DNA dan PCR-RAPD pada *Grevillea* spp. (*Proteaceae*). *Jurnal Biologi*. Vol. 8(1): 12- 16
- Philippot L, Griffiths BS, Langenheder S. 2021 . Microbial Community Resilience across Ecosystems and Multiple Disturbances. *Microbiol Mol Biol Rev*. Vol. 85(2)
- Prana TK, Hartati NS. 2003. Identifikasi sidik jari DNA talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) Indonesia dengan teknik RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*):skrining primer dan optimalisasi kondisi PCR. Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. Cibinong. *Jurnal Natur Indonesia*. Vol. 5 (2) : 107-112
- Prastyowati A. 2020. Mengenal Karakteristik Virus SARS-CoV-2 Penyebab Penyakit COVID-19 Sebagai Dasar Upaya Untuk Pengembangan Obat Antivirus Dan Vaksin. *Jurnal BioTrends*. Vol. 11(1): 1–10
- Prastyowati A. 2020. Mengenal Karakteristik Virus SARS-CoV-2 Penyebab Penyakit COVID-19 Sebagai Dasar Upaya Untuk Pengembangan Obat Antivirus Dan Vaksin. *Jurnal BioTrends*. Vol. 11(1): 1–10
- Pratiwi P. 2012. Analisis variasi genetik beberapa populasi globba leucantha miq. di sumatera barat dengan *random amplified polymorphic DNA* (RAPD). [Thesis] Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Priadie B. 2012. Teknik bioremediasi sebagai alternatif dalam upaya pengendalian pencemaran air. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Vol.10 (1) : 38-48
- Putra M. Nitisupardjo, Widyorini N. 20114. Analisis hubungan bahan organik dengan total bakteri pada tambak udang intensif sistem semibioflok di BBPBAP Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. Vol. 3(3) : 121-129
- Putra AS. 2014. Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komerling). *Journal of Civil and Environmental Engineering*. Vol. 2 (3)
- Putri MK, Septinar H, Daulay RW. 2019. Analisis Pengaruh Pengelolaan Lingkungan terhadap Kondisi Masyarakat Hilir Sungai Musi. *Jurnal Geografi*. Vol. 16 (2):80-89
- Putri WEA, Melki. 2020. Kajian Kualitas Air Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* Vol. 6 (1): 36-42
- Putri WEA, Purwiyanto AIS, Fauziyah, Agustriani F, dan Suteja Y. 2019. Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan bod di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 11 (1):65-74

- Putriningtias A, Bahri S, Faisal MT, Harahap A. 2021.,Aceh Water quality in coastal area of Ujung Perling Island, Langsa City, Aceh. *Journal of Aquatic Resources and Fisheries Management*. Vol. 2 (2) : 95–99
- Ramadhan S, Patana P, Harahap ZA. 2014. Analisis kesesuaian dan daya dukung kawasan wisata Pantai Cermin Kabupaten Serdang Bedagai. *Aquacoastmarine* Vol. 5(4):31-44
- Rosahdi TD, Tafiani N , Hafsari AR. 2018. Identifikasi spesies isolat bakteri K2Br5 dari tanah karst dengan sistem kekerabatan melalui analisis urutan nukleotida gen 16s rRNA. *al-Kimiya* Vol. 5 (2):84-88
- Rossita AS, Munandar K, Komarayanti S. 2017. *Komparasi media NA pabrikan dengan NA modifikasi untuk media pertumbuhan bakteri*. Seminar Nasional Biologi, IPA dan Pembelajarannya. Malang : UM Jember
- Rosyidah M. 2018. Analisis pencemaran air sungai musi akibat aktivitas industri (Studi Kasus Kecamatan Kertapati Palembang). *Redoks* Vol. 3 (1): 23-25
- Ruwaida IP, Supriyadi, Parjanto. 2009. Variability Analysis of Sukun Durian Plant (*Durio zibethinus*) Based on RAPD Marker. *Jurnal Bioscience*, 1 (2): 84-91
- Said NI, Tresnawaty R. 2001. Penghilangan Amonia di dalam Air Baku Air Minum dengan Proses Biofilter Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol. 2(2): 3-13
- Samuel, Adjie S. 2008. Zonasi, karakteristik fisika-kimia air dan jenis-jenis ikan yang tertangkap di Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. Vol. 15 (1): 41-48
- Sembiring SM, Melki, Agustriani F. 2012. Kualitas perairan Muara Sungsang ditinjau dari konsentrasi bahan organik pada kondisi pasang surut. *Maspuri Journal* Vol 4 (2): 238-247
- Sembiring IM, Lollie AP, Putri, Hot S. Aplikasi Penanda Lima Primer RAPD (*Random Amplified Polimorphic DNA*) untuk Analisis Keragaman Genetik Andaliman(*Zanthoxylum acanthopodium DC*) Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi* . Vol.4. (1):1748 – 1755.
- Setiawan AA, Emilia I, Suheryanto. 2015. Kandungan merkuri total pada berbagai jenis ikan Cat fish di perairan Sungai Musi Kota Palembang Dosen Universitas PGRI. Vol. 1 (1): 1-5
- Sharma R, Santosh S, Sushil K. 2018. pair-wise combinations of rapd primers for diversity analysis with reference to protein and single primer rapd in soybean. *Annals of Agrarian Science*. Vol. 16 : 243-249

- Shivashankar M. 2013. Detection of genetic diversity of commercial banana varieties using rapd markers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Vol. 2 (7) : 255-259
- Sholichah L. 2019. Karakterisasi genom kultivar pisang berdasarkan marka morfologi dan marka molekuler RAPD (*Random Amplified Polymorphic Dna*). [Skripsi]. Fakultas Teknologi dan Sains, Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim
- Sijapati J, Rana N, Rana P and Shrestha S. 2008. Optimization of RAPD-PCR Conditions for the Study of Genetic Diversity in Nepalese Isolates of *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Nepal Journal of Science and Technology*. Vol. 9: 91-97.
- Sogin ML, Morrison HG, Huber JA, Mark Welch D, Huse SM, Neal PR, Arrieta JM, Herndl GJ. 2006. Microbial diversity in the deep sea and the underexplored "rare biosphere". *Proc Natl Acad Sci U S A*. Vol. 103(32): 12115-20
- Sugianti Y, Astuti LP. 2018. Respon oksigen terlarut terhadap pencemaran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sumber daya ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 19 (20) :203-213
- Sukiman N. 2017. Isolasi dan identifikasi molekuler bakteri sedimen makroalga *Caulerpa racemosa* di perairan Puntondo Kabupaten Takalar. [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
- Sunandar D, Imron. 2010. Optimalisasi Templat DNA Gen Genom Udang Galah, *Macrobrachium rosenbergii* dalam Proses PCR – RAPD. [Prosiding] Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.
- Supriatna, Mahmudia M, Musaa M, Kusriani.2020. Hubungan ph dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*. Vol. 4 (3) : 368-374
- Sutiknowati LI. 2013. Mikroba parameter kualitas perairan P. Pari untuk upayapembesaran biota budidaya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 5(1): 204-218
- Syahrudin KM, Azrai M, Pabendon MB, Abid M, Nur A. 2021. Keragaman Genetik Koleksi Plasma Nutfah Jewawut *Sister Line* Dan Lokal Menggunakan Marka SSR. *Jurnal Kultivasi*. Vol. 20 (3) : 213-220
- Tecon R, Or D. 2017. Biophysical processes supporting the diversity of microbial life in soil. *FEMS Microbiol Rev*. Vol. 41(5):599-623.

- Tsikhudo P, Nnzeru R, Ntushelo K, Mudau F. 2013. Bacterial species identification getting easier. *African Journal Of Biotechnology* Vol. 12 (41) : 5975-5993
- Tyas DE, Widyorini N, Solichin A. 2018. Perbedaan Jumlah Bakteri Dalam Sedimen Pada Kawasan Bermangrove dan Tidak Bermangrove di Perairan Desa Bedono, Demak. *Jurnal Maquares* Vol 7(2) : 189-196
- Ulqodry T Z. 2008. Produktifitas Serasah Mangrove dan Potensi Kontribusi Unsur Hara Di Periran Mangrove Tanjung Api –Api Sumatera Selatan. [Tesis], Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Uma S, Siva SA, Saraswathi MS, Agam M, Durai P. 2006. Variation and intraspecific relationships in indian wild musa balbisiana (bb) population as evidenced by random amplified polymorphic DNA. *Journal of Genetic Resources and Crop Evolution*. Vol. 53 : 349-355
- Wahyuni N, Sidik AS, Nikhlani A. 2020. Pengaruh perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan *Skeletonema costatum*. *Jurnal Aquawarman* Vol. 6 (1): 36-47
- Wang Y, Sheng HF, He Y, Wu JY, Jiang YX, Tam NF, Zhou HW. 2012. Comparison of the levels of bacterial diversity in freshwater, intertidal wetland, and marine sediments by using millions of illumina tags. *Appl Environ Microbiol*. Vol. 78(23) : 8264-71
- Warman I. 2015. Uji kualitas air muara sungai lais untuk perikanan di Bengkulu Utara. *AGROQUA* .Vol. 13 (2): 24-29
- Widiadmoko W. 2013. *Pemantauan Kualitas Air Secara Fisika dan Kimia di Perairan Teluk Hurun*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung. Bandar Lampung : Politeknik Negeri Lampung.
- Windusari Y, Sari NP. 2015. Kualitas Perairan Sungai Musi Di Kota Palembang Sumatera Selatan. *Bioeskperimen*. Vol.1 (1):1-5
- Yarza HN, Ahda Y, Fifendi M. 2021. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Termofilik Penghasil Inulinase dari Sumber Air Panas. *Jurnal Bio-Site*. Vol. 6 (1):1-11
- Yudianto A. 2019. *Cell Free Fethal DNA Metode Non-Invasive Dalam Pemeriksaan Identifikasi*. Surabaya: Scopindo.
- Yulma, Salim G, Sampe Y. 2018. Analisis bahan organik nitrogen (n) dan fosfor (p) pada sedimen di kawasan konservasi mangrove dan bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Jurnal Borneo Sainstek*. Vol. 1 (2) : 75 82



- Yunita M, Hendrawan Y, Yulianingsih R. 2015. Analisis kuantitatif mikrobiologi pada makanan penerbangan (aerofood ACS) garuda indonesia berdasarkan TPC (*total plate count*) dengan metode *pour plate*. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol. 3(3): 237-248
- Yuwono, Triwibowo. 2005. *Biologi Molekuler*. Yogyakarta : UGM Press
- Zinger L, Amaral-Zettler LA, Fuhrman JA, Horner-Devine MC, Huse SM, Welch DB, Martiny JB, Sogin M, Boetius A, Ramette A. 2011. Global patterns of bacterial beta-diversity in seafloor and seawater ecosystems. *PLoS One*. Vol. 6(9)
- Zorz JK, Kozlowski JA, Stein LY, Strous M, Kleiner M. 2018. Comparative Proteomics of Three Species of Ammonia-Oxidizing Bacteria. *Front Microbiol*. Vol. 14(9) : 938
- Zulfahmi. 2013. Penanda DNA untuk Analisis Genetik Tanaman. *Jurnal Agroteknologi*. Vol. 3 (2): 41-52