

**ISOLASI, PENAPISAN, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENGURAI
TOTAL AMMONIA NITROGEN (TAN) DARI SENTRA BUDIDAYA
IKAN NILA DI DANAU RANAU, LAMPUNG BARAT**

SKRIPSI

Oleh

**SHAREN KHOIRUNISA SEPTIANA
NPM 2014111042**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**ISOLASI, PENAPISAN, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENGURAI
TOTAL AMMONIA NITROGEN (TAN) DARI SENTRA BUDIDAYA
IKAN NILA DI DANAU RANAU, LAMPUNG BARAT**

Oleh

SHAREN KHOIRUNISA SEPTIANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ISOLASI, PENAPISAN, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PENGURAI TOTAL AMMONIA NITROGEN (TAN) DARI SENTRA BUDIDAYA IKAN NILA DI DANAU RANAU, LAMPUNG BARAT

Oleh

SHAREN KHOIRUNISA SEPTIANA

Limbah kegiatan budidaya yang berasal dari feses, sisa metabolisme, dan sisa pakan dapat memicu peningkatan amonia yang bersifat toksik dan bisa menyebabkan kematian massal pada ikan budidaya. Pemanfaatan bakteri bioremediasi lokal diharapkan dapat menurunkan kandungan *total ammonia nitrogen* (TAN) pada perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, menapis dan mengidentifikasi bakteri pengurai TAN sebagai kandidat probiotik dari Danau Ranau, Lampung Barat. Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dengan mengambil sampel dari sedimen Danau Ranau selanjutnya dilakukan isolasi bakteri dari sedimen tersebut, dipilih sesuai kemampuan tertinggi dalam mendegradasi TAN dengan *sprektofotometer*, mengidentifikasi bakteri secara morfologi, biokimia dan molekuler dengan marker 16S rDNA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sepuluh isolat bakteri dari sedimen yang tumbuh pada media TSA. Dari sepuluh isolat tersebut dipilih satu isolat yang memiliki aktivitas paling tinggi, yaitu BSeR.8 dengan menurunkan TAN mencapai 90%. Berdasarkan hasil dari isolasi bakteri, uji morfologi, uji biokimia, dan analisis sekuens 16S rDNA bahwa isolat BSeR.8 merupakan bakteri *Enterococcus gallinarum* dengan kemiripan mencapai 99.60%. Bakteri *E. gallinarum* BSeR.8 memiliki potensi sebagai kandidat probiotik.

Kata kunci: 16S rDNA, *Enterococcus gallinarum*, Probiotik, *Total Ammonia Nitrogen* (TAN).

ABSTRACT

ISOLATION, SCREENING, AND IDENTIFICATION OF TOTAL AMMONIA NITROGEN (TAN) DECOMPOSITORY BACTERIA FROM THE CENTER OF NILE TILAPIA FISH CULTIVATION IN LAKE RANAU, WEST LAMPUNG

By

SHAREN KHOIRUNISA SEPTIANA

Aquaculture waste activities originating from feces, metabolic waste, and leftover feed can trigger an increase in toxic ammonia and can cause mass mortality in farmed fish. The use of local bioremediation bacteria is expected to reduce the *total ammonia nitrogen* (TAN) content in the water. This study aims to isolate, screen and identify TAN decomposing bacteria as probiotic candidates from Lake Ranau, West Lampung. This study is an exploratory study by taking samples from Lake Ranau sediments, then isolating bacteria from the sediment, sorting according to the highest ability to degrade TAN using a *sprektofotometer*, identifying bacteria morphologically, biochemically and molecularly with 16S rDNA markers. The results of the study showed that there were ten bacterial isolates from sediment that grew on TSA media. Of the ten isolates, one isolate was selected with the highest activity, namely BSeR.8, which reduced TAN by 90%. Based on the results of bacterial isolation, morphological tests, biochemical tests, and 16S rDNA sequence analysis, the BSeR.8 isolate was an *Enterococcus gallinarum* bacterium with a similarity of 99.60%. The *E. gallinarum* BSeR.8 bacterium has potential as a probiotic candidate.

Keywords: 16S rDNA, *Enterococcus gallinarum*, Probiotic, *Total Ammonia Nitrogen* (TAN).

Judul Sripsi

: ISOLASI, PENAPISAN, DAN IDENTIFIKASI
BAKTERI PENGURAI TOTAL AMMONIA
NITROGEN (TAN) DARI SENTRA
BUDIDAYA IKAN NILA DI DANAU RANAU,
LAMPUNG BARAT

Nama Mahasiswa

: Sharen Khoirunisa Septiana

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2014111042

Program Studi

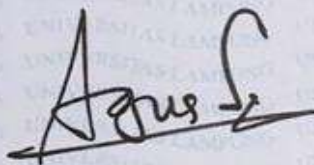
: Budidaya Perairan

Fakultas

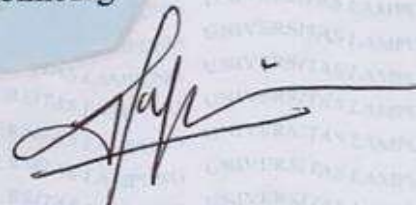
: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

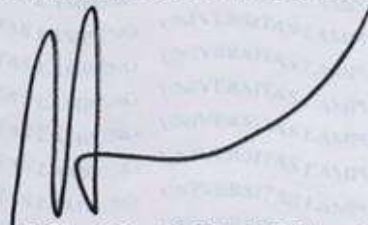


Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.
NIP. 198408052009121003



Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.
NIP. 199001282019032018

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan



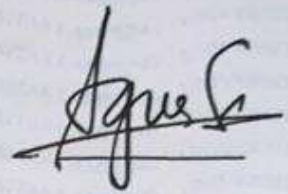
Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

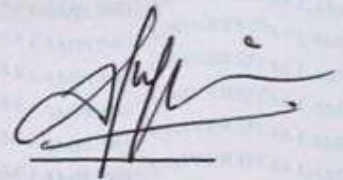
Ketua

: **Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.**



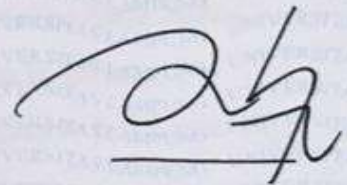
Sekretaris

: **Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi : **30 Juli 2025**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **"Isolasi, Penapisan, dan Identifikasi Bakteri Pengurai Total Ammonia Nitrogen (TAN) dari Sentra Budidaya Ikan Nila di Danau Ranau, Lampung Barat"** tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 3 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan



Sharen Khoirunisa Septiana
NPM. 2014111042

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Sharen Khoirunisa Septiana. Lahir di Bandar Lampung pada tanggal 5 September 2002. Anak kedua dari pasangan Bapak Suhartono (Alm) dan Ibu Renny Septiningsih. Menempuh pendidikan di TK Amalia pada tahun 2007-2008, lalu melanjutkan pendidikan dasar di SDN 3 Perumnas Way Kandis Bandar Lampung pada tahun 2008-2014, di lanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMP Al-Azhar 3 Bandar Lampung pada tahun 2014-2017, dan pendidikan menengah atas di SMAN 15 Bandar Lampung pada tahun 2017-2020.

Pada tahun 2020 melanjutkan pendidikan kejenjang strata-1 (S1) sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti organisasi (HIMAPIK) sebagai anggota di Bidang Pengembangan Minat dan Bakat (PMB) dan pernah menjadi bendahara pelaksana di acara *Fisheries and Marine Cup* (FMC) pada tahun 2022.

Pada tahun 2022 melaksanakan magang/PKL di Balai Benih Ikan (BBI) Metro, lalu mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2023 di Desa Sukamaju, Kecamatan Lumbok Seminung, Kabupaten Lampung Barat, kemudian mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) di PT. Central Proteina Prima Tbk, Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan pada bulan Juli-Agustus 2023, dan pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Teknologi Produksi Pakan Hidup dan Bionatural Produksi Kelautan pada tahun 2023. Pada Maret-Desember 2024 melaksanakan penelitian yang merupakan tugas akhir yang berjudul “Isolasi, Penapisan, dan Identifikasi Bakteri Pengurai *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) dari Sentra Budidaya Ikan Nila Di Danau Ranau, Lampung Barat”.

Untuk orang tua tercinta, Bapak Suhartono (Alm) dan Ibu Renny Septiningsih
serta kakak Hanny yang tiada henti selalu mendoakan yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Isolasi, Penapisan, dan Identifikasi Bakteri Pengurai *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) dari Sentra Budidaya Ikan Nila di Danau Ranau, Lampung Barat” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P., selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekertaris;
5. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc., selaku Dosen Penguji;
6. Yeni Elisdiana. S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Kedua orang tua, Bapak Suhartono (Alm) dan Ibu Renny Septiningsih serta nenek Siti Wasilah dan kakak Sharen Khotifah Hanny;

Bandar Lampung, Oktober 2025

Sharen Khoirunisa Septiana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pikir.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Nila.....	5
2.2 Habitat	6
2.3 Probiotik	6
2.4 <i>Total Ammonia Nitrogen</i> (TAN)	7
2.5 Sedimen	8
2.6 Identifikasi Bakteri	9
2.7 Bakteri Pendegradasi <i>Total Ammonia Nitrogen</i> (TAN)	9
III. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat.....	12
3.1.1 Waktu Penelitian.....	12
3.1.2 Tempat Penelitian	12
3.2 Bahan dan Alat	12
3.2.1 Bahan.....	12
3.2.2 Alat	13
3.3 Rancangan Penelitian.....	15
3.4 Prosedur Penelitian	15
3.4.1 Sterilisasi	15
3.4.2 Pembuatan Media Umum.....	16
3.4.2.1 Media <i>Tryptic Soy Agar</i> (TSA)	16
3.4.2.2 Media <i>Sulfide Indole Motility</i> (SIM)	16
3.4.2.3 Media Nitrifikasi Cair	16
3.4.3 Pengambilan Sampel	16
3.4.4 Isolasi Bakteri	17
3.4.4.1 Pemurnian Bakteri	17

3.4.5 Penapisan Bakteri Pendegradasi <i>Total Ammonia Nitrogen</i> ..	17
3.4.6 Karakterisasi Morfologi.	17
3.4.7 Uji Pewarnaan Gram	18
3.4.8 Uji Biokimia	18
3.4.8.1 Uji Motilitas	18
3.4.8.2 Uji Katalase	18
3.4.8.3 Uji O/F (Oksidatif/fermentatif)	19
3.4.9 Identifikasi Bakteri Secara Molekuler.....	19
3.5 Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Hasil	21
4.1.1 Isolasi Bakteri	21
4.1.2 Penapisan Bakteri Pendegradasi <i>Total Ammonia Nitrogen</i> ..	21
4.1.3 Identifikasi Bakteri	23
4.1.3.1 Karakterisasi Morfologi	23
4.1.3.2 Uji Biokimia.....	24
4.1.3.3 Identifikasi Bakteri Secara Molekuler	25
4.2 Pembahasan	25
V. SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan.....	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan	12
2. Alat	13
3. Degradasi nilai TAN	22
4. Morfologi koloni bakteri dari berbagai isolat BSeR dengan metode pengamatan makroskopis	23
5. Morfologi sel bakteri dari berbagai isolat BSeR dengan metode pewarnaan Gram	23
6. Uji biokimia dari berbagai isolat BSeR	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	4
2. Morfologi ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	5
3. Peta lokasi	15
4. Degradasi nilai TAN	21
5. Pewarnaan Gram	24
6. Analisis BLAST 16S rDNA dan pohon filogenik	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi penelitian	37
2. Format FASTA	38
3. Penjajaran sekuens parsial 16S rDNA	40
4. Hasil pengamatan makroskopis isolat bakteri	42
5. Hasil pengamatan mikroskopis isolat bakteri	43
6. Uji katalase	44
7. Uji oksidatif/fermentatif	44
8. Uji motilitas	44

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan budidaya perikanan di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan, terutama dari sistem budidaya yang diterapkan. Salah satu sistem budidaya yang telah dikembangkan yaitu, budidaya ikan secara intensif dalam keramba jaring apung (KJA) menjadi metode budidaya yang paling produktif saat ini. Penerapan metode keramba jaring apung (KJA) memiliki kelebihan diantaranya padat penebaran benih yang tinggi, pengendalian gangguan predator relatif lebih mudah, dan dapat dipindahkan ke lokasi lain (Selvia, 2021). Budidaya ikan dengan metode keramba jaring apung (KJA) saat ini banyak ditemui, salah satunya di Danau Ranau, Kabupaten Lampung Barat, dengan mayoritas spesies yang banyak dibudidayakan adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Wibowo et al., 2021).

Pada sistem budidaya intensif, pakan buatan menjadi satu-satunya sumber pakan bagi organisme yang dipelihara. Organisme akuatik umumnya membutuhkan protein yang cukup tinggi dalam pakannya. Organisme akuatik hanya dapat meretensi protein sekitar 20-25% dan selebihnya akan terbuang dan terakumulasi ke air. Metabolisme protein oleh organisme akuatik umumnya menghasilkan amonia sebagai hasil ekskresinya (Ekasari, 2009).

Amonia di perairan berada dalam bentuk amonia (NH_3) dan ammonium (NH_4^+) yang disebut *total ammonia nitrogen* (TAN). Kedua bentuk tersebut bersifat toksik, tetapi bentuk amonia lebih beracun karena ion amonia tidak bermuatan dan larut dalam lemak, maka membran biologis lebih mudah dilintasi dibandingkan ion amonium yang mempunyai muatan dan terhidrasi. Pada sistem budidaya dari berbagai kualitas air, amonia menjadi faktor kedua setelah oksigen

terlarut. Jika konsentrasi oksigen terlarut rendah dapat diatasi dengan menggunakan aerasi, namun jika konsentrasi amonia yang tinggi dapat bermasalah, pada konsentrasi yang tinggi ini amonia bersifat toksik dapat menyebabkan penurunan pasokan oksigen dalam jumlah yang besar dan dapat terjadi perubahan yang tidak diinginkan dalam ekosistem perairan (Wahyuningsih & Gitarama, 2020).

Tingginya amonia dapat menunjukkan bahwa perairan tersebut sudah tercemar dan tidak cocok bagi kehidupan organisme akuatik. Amonia merupakan gas yang beracun bagi ikan budidaya, dimana jika konsentrasinya lebih tinggi dari 3 mg/l dapat menyebabkan kematian pada ikan (Putri & Hartati, 2017). Peristiwa kematian massal pada ikan budidaya dilakukan dengan pemanfaatan bakteri bioremediasi, yang diharapkan dapat ditemukan isolat bakteri dan efektif mendegradasi *total ammonia nitrogen* (TAN) dari sentra budidaya ikan nila di Danau Ranau.

Berdasarkan pada penelitian Anggraini et al. (2023) telah ditemukan empat isolat bakteri pendegradasi amonia di Sungai Batang Ayumi Padangsidempuan yaitu, *Nitrosomonas*, *Nitrococcus*, *Nitrospina* dan *Nitrococcus*. Menurut Susanti et al. (2014) terdapat tiga isolat terbaik yang mampu menurunkan kandungan TAN pada hari ke-2 sampai hari ke-4, yaitu *Campylobacter* (0,10 mg/L), *Listeria*, dan *Nitrosococcus* (0,06 mg/L), ketiga bakteri tersebut adalah bakteri autotrof dari golongan kemoautotrof. Identifikasi bakteri ini merupakan langkah awal dari rangkaian penelitian eksplorasi dan pemanfaatan *indigenous* di suatu daerah (Mahmudah et al., 2016). Eksplorasi dan identifikasi bakteri bioremediasi yang dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengenal potensi dan keberagaman bakteri bioremediasi dari sedimen di wilayah Indonesia. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan isolasi, penapisan, dan identifikasi bakteri *indigenous* di Danau Ranau, Lampung Barat yang belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya.

1.2 Tujuan Penelitian

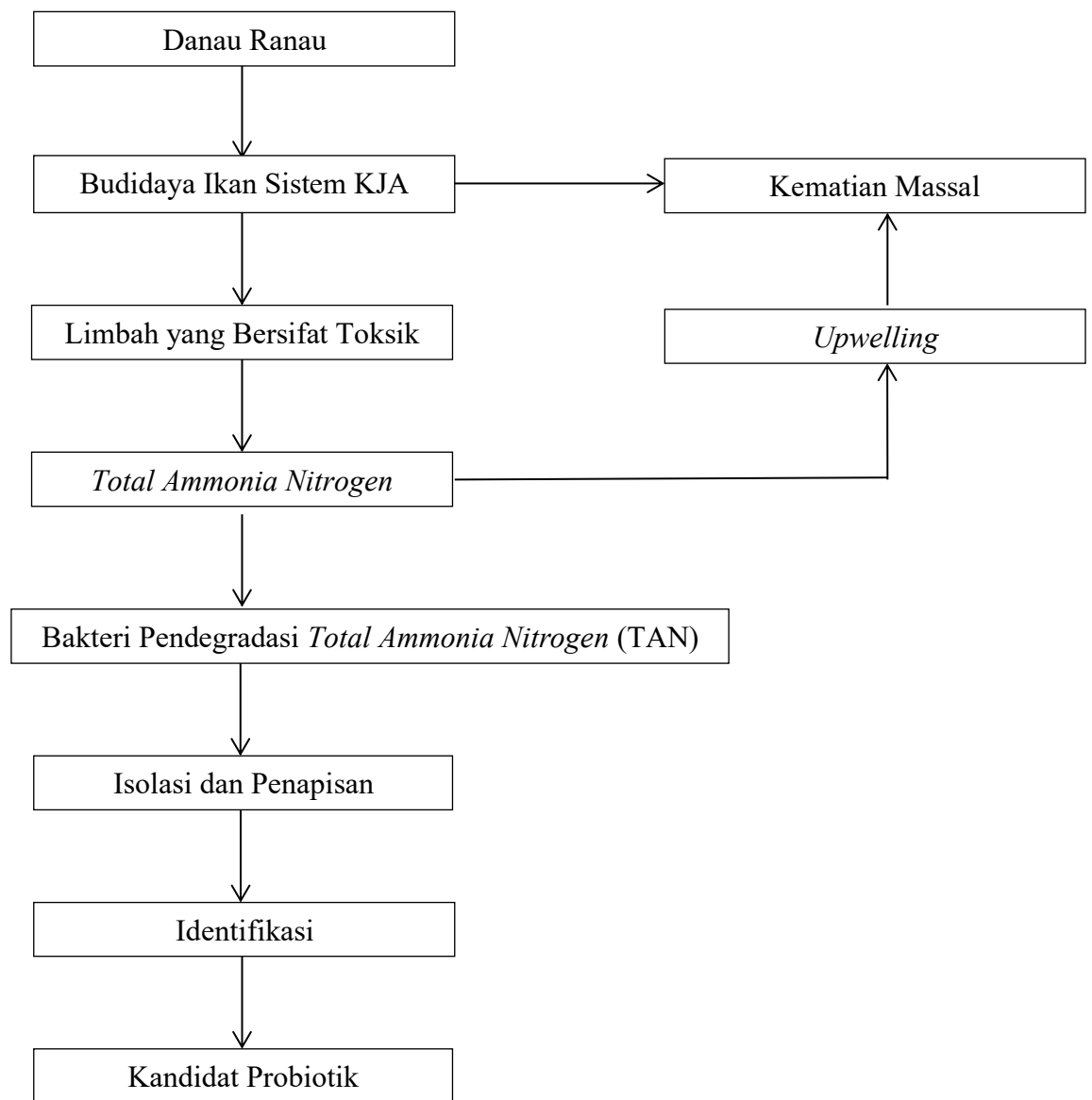
Tujuan dari penelitian ini untuk mengisolasi, menapiskan dan mengidentifikasi bakteri pengurai *total ammonia nitrogen* (TAN) sebagai kandidat probiotik dari Danau Ranau, Lampung Barat.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah bagi mahasiswa dan masyarakat pembudidaya mengenai bakteri bioremediasi yang berasal dari sedimen yang dapat dijadikan sebagai agen bioremediasi lingkungan sehingga produksi budidaya di perairan dapat berkelanjutan.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Masyarakat sekitar Danau Ranau memanfaatkan danau untuk kegiatan budidaya dengan metode keramba jaring apung (KJA). Jenis ikan yang dibudidayakan di KJA tersebut ialah ikan nila, mas, dan mujair. Dari sisa metabolisme organisme (feses), dan sisa pakan yang tidak termakan ini menjadi faktor penyebab tingginya limbah budidaya yang bersifat toksik bagi ikan, seperti amonia dan bahkan bisa terjadinya kematian massal pada ikan. Salah satu cara untuk menurunkan amonia yaitu dengan cara mencari bakteri pendegradasi *total ammonia nitrogen* (TAN) yang diambil dari sedimen di Danau Ranau sebagai kandidat probiotik, karena sedimen mengandung populasi mikroorganisme yang melimpah dengan keanekaragaman yang tinggi. Untuk mengetahui bakteri pendegradasi *total ammonia nitrogen* (TAN), maka dilakukan beberapa tahap uji pada penelitian ini, yaitu isolasi, penapisan dan identifikasi bakteri. Kerangka pikir penelitian terdapat pada Gambar 1.



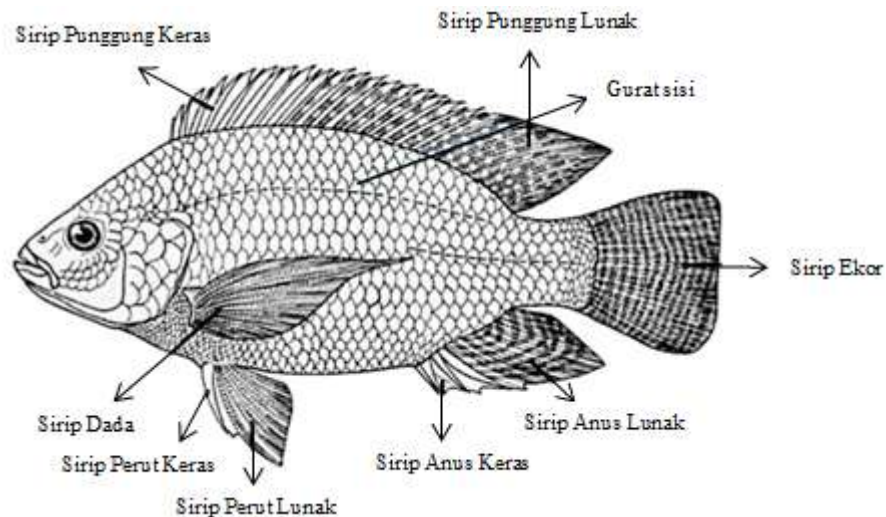
Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Nila

Menurut Saanin (1984) klasifikasi ikan nila adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Kelas : Osteichtyes
Ordo : Percomorphii
Famili : Cichlidae
Genus : *Oreochromis*
Spesies : *Oreochromis niloticus*



Gambar 2. Morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Sumber : (Nurhidaya, 2016)

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mempunyai bentuk tubuh bulat pipih, pada sirip punggung terdapat garis lurus memanjang. Ikan nila memiliki lima sirip, yaitu sirip punggung (keras dan lunak), sirip dada, sirip perut (keras dan lunak), sirip anus (keras dan lunak), dan sirip ekor. Pada bagian sirip punggungnya me-

manjang dari bagian atas tutup insang sampai bagian atas sirip ekor, dengan sirip ekor berwarna hitam. Terdapat sepasang sirip dada dan sirip perut yang berukuran kecil, sirip anus berbentuk panjang, serta sirip ekor berbentuk pinggiran yang tegak (Cahyanti & Awalina, 2022) yang dapat dilihat pada Gambar 2.

2.2 Habitat

Kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap variasi lingkungan menjadikan spesies ikan *Oreochromis niloticus* atau yang dikenal sebagai ikan nila, mampu bertahan di berbagai kondisi perairan. Jenis ikan ini dapat dipelihara baik di kolam berukuran dangkal serta sempit maupun di perairan yang dalam dan luas, termasuk sungai berarus tenang, area persawahan, rawa, danau, waduk, tambak air payau, bahkan di jaring apung di laut. Fleksibilitas habitat tersebut juga didukung oleh ketahanannya terhadap kadar oksigen yang rendah serta perubahan suhu dan salinitas. Oleh karena itu, ikan nila dapat dibudidayakan di dataran rendah dengan air payau hingga dataran tinggi yang bersuhu relatif dingin. Namun, tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhannya tetap sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu air, kadar oksigen terlarut, tingkat keasaman (pH), dan pola pemberian pakan (Cahyanti & Awalina, 2022).

Secara fisiologis, kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan ikan nila berada di antara 14°-38°C. Ketika suhu air turun di bawah 14°C atau meningkat melebihi 38°C, proses pertumbuhan akan terhambat. Jika suhu ekstrem mencapai 6°C atau lebih dari 42°C, ikan dapat beresiko tinggi mengalami kematian (Elyana, 2011).

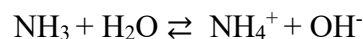
2.3 Probiotik

Peranan bakteri baik yang dikenal sebagai probiotik terletak pada kemampuannya menciptakan keseimbangan mikroorganisme di lingkungan. Melalui pengendalian pertumbuhan serta jumlah mikroba patogen, kondisi perairan menjadi lebih optimal bagi perkembangan mikroba bermanfaat dan mendominasi ekosistem. Dominasi ini berkontribusi pada terciptanya habitat yang stabil dan mendukung keberlangsungan organisme lain di sekitarnya (Hariani & Purnomo, 2017).

Penerapan probiotik di lingkungan perairan tidak hanya berfungsi menjaga kualitas air, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan ketahanan tubuh ikan terhadap penyakit. Mekanisme kerjanya mencakup peningkatan fungsi pencernaan serta konversi zat beracun seperti amonia dan nitrit menjadi bentuk yang tidak berbahaya melalui proses biologis yang disebut nitrifikasi. Kondisi ini berdampak positif pada peningkatan laju pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, serta produktivitas ikan (Primashita et al., 2017). Menurut Irianto (2006), peran probiotik dalam budidaya dapat meningkatkan sistem imun pada ikan, terutama imun nonspesifik seluler berupa peningkatan jumlah makrofag ginjal dan kemampuan aktivitas fagositosis.

2.4 *Total Ammonia Nitrogen (TAN)*

Amonia (NH_3) dan ammonium (NH_4^+) menjadi dua bentuk *Total Ammonia Nitrogen (TAN)* yang terdapat di perairan. Jumlah kedua bentuk tersebut secara bersama-sama membentuk *total ammonia nitrogen (TAN)* (Nikhlani et al., 2022). Dalam perairan alami, amonia berada dalam wujud gas yang secara dinamis membentuk keseimbangan dengan ion amonium, terutama pada tekanan serta suhu normal. Di lingkungan budidaya ikan, zat ini mengalami transformasi biologis melalui proses *nitrifikasi*, yaitu mekanisme alami yang berlangsung dalam dua tahap. Pada tahap pertama, genus bakteri *Nitrosomonas* mengoksidasi amonia menjadi nitrit (NO_2^-). Tahap berikutnya, nitrit diubah menjadi nitrat (NO_3^-) oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua proses tersebut umumnya terjadi di lapisan permukaan sedimen, pada akar tanaman air, maupun struktur padat di sekitar kolam (Wahyuningsih & Gitarama, 2020). Berikut reaksi kesetimbangan pada sebuah larutannya:



Pada reaksi kimia dalam sistem ini bergantung pada tingkat keasaman (pH) air. Ketika pH berada di bawah 6, reaksi lebih condong menghasilkan ion amonium (NH_4^+) yang relatif aman bagi organisme di air. Namun, pada pH di atas 6, keseimbangan kimia beralih ke pembentukan gas amonia (NH_3) yang bersifat toksik (Firdus & Muchlisin, 2010).

Dalam kolam eutrofik, kadar amonia non-ionik (NH_3) cenderung berfluktuasi sepanjang hari diakibatkan aktivitas fotosintesis dan respirasi organisme air. Pada pagi hari, nilai pH biasanya rendah sehingga TAN lebih banyak berbentuk ion amonium (NH_4^+). Sedangkan ketika sore, pH meningkat hingga sekitar 9,0–9,5, menyebabkan proporsi (NH_3) bertambah. Kondisi ini membuat ikan beresiko mengalami keracunan sementara karena peningkatan kadar (NH_3) di lingkungan (Hargreaves & Kucuk, 2001). Faktor suhu juga memengaruhi kestabilan amonia di perairan. Ketika suhu meningkat pada musim panas, aktivitas bakteri serta proses nitrifikasi berlangsung lebih cepat sehingga kadar amonia menurun. Sementara, saat suhu menurun pada musim hujan, proses biologis ini melambat dan menyebabkan peningkatan akumulasi amonia di air (Hargreaves & Tucker, 2004).

Menurut Adibrata et al. (2021), paparan amonia yang tinggi terbukti membahayakan fisiologi ikan, terutama jika terjadi perubahan suhu mendadak. Lingkungan dengan kadar amonia berlebih dapat menimbulkan stres, menurunkan nafsu makan, melemahkan daya tahan tubuh, serta memperlambat pertumbuhan. Dalam kondisi ekstrem, gangguan pada kemampuan darah mengikat oksigen dapat memicu kematian.

2.5 Sedimen

Pembentukan material sedimen berawal dari proses interaksi yang terjadi antara lapisan udara (atmosfer) dan sistem perairan (hidrosfer) di permukaan kerak bumi. Hasil interaksi tersebut kemudian mengalami pengendapan yang disertai proses pelapukan alami. Akibat dari proses tersebut, partikel sedimen biasanya mengandung berbagai unsur hara penting yang berasal dari bahan organik maupun mineral. Lapisan ini juga dikenal sebagai salah satu habitat yang sangat kaya akan mikroorganisme, baik dari segi jumlah maupun keragamannya. Tanah dan sedimen dianggap sebagai ekosistem mikroba paling kompleks di bumi, karena di dalamnya terdapat berbagai kelompok fisiologis seperti homoasetonogen, metanogen, aerob fakultatif, mikroorganisme aerob, pereduksi sulfur, pereduksi sulfat, denitrifikasi, pereduksi besi, hingga kelompok fermentatif. Di danau atau kolam dangkal, sering ditemukan seperti bakteri *Nitrosomonas*, *Nitrococcus* pada permukaan sedimen (Jumiarni, 2010).

Menurut Silvia et al. (2014), lapisan sedimen juga berperan sebagai sumber utama nutrisi bagi ekosistem perairan. Kandungan unsur hara makro dan mikro di dalamnya umumnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan air di lapisan atas, yang cenderung lebih rendah nutrisinya. Berdasarkan penelitian Untuba et al. (2022), ditemukan dalam sedimen di Danau Limboto mengandung unsur hara mikro seperti kalium dan kalsium.

2.6 Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri merupakan langkah awal dari rangkaian penelitian eksplorasi dan pemanfaatan *indigenous* di suatu daerah. Identifikasi dapat dilakukan secara konvensional melalui karakterisasi biokimia dan makroskopis sel bakteri, hingga berbasis molekuler (Mahmudah et al., 2016).

Uji biokimia merupakan salah satu jenis uji identifikasi bakteri yang umum dilakukan. Uji ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisiologis koloni bakteri hasil isolasi (Rifai, 2021). Selain identifikasi secara fisiologis, uji biokimia juga bila dirasa membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dan kurang akurat maka pendekatan molekuler dengan metode gen 16S rDNA. Identifikasi biasanya melibatkan ekstraksi DNA genomik, amplifikasi gen 16S rDNA menggunakan primer universal, dan dilanjutkan dengan proses sekuensing. Hasil sekuens kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan database sekuens publik seperti NCBI BLAST untuk menentukan kedekatan filogenetik dan identifikasi mikroorganisme (Chakravorty et al., 2007). Identifikasi dapat dijadikan sebagai alternatif karena memiliki keakuratan yang tinggi dan juga tidak memakan waktu lama dalam pengidentifikasian (Akihary & Kolondam, 2020).

2.7 Bakteri Pendegradasi *Total Ammonia Nitrogen* (TAN)

Kemampuan penguraian amonia di lingkungan perairan bergantung pada aktivitas mikroorganisme aerob yang membutuhkan oksigen sebagai pendukung metabolisme utamanya. Bakteri yang berperan dalam proses ini dikenal sebagai bakteri pendegradasi amonia, dan pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta kadar senyawa organik dalam air limbah. Aktivitas degradasi op-

timal biasanya terjadi pada rentang suhu 25–35°C, sedangkan peningkatan suhu hingga 50°C menyebabkan proses penguraian berhenti. Pada suhu rendah sekitar 5°C, pertumbuhan bakteri juga terhenti. Jenis mikroorganisme yang termasuk dalam kelompok ini antara lain berasal dari genus *Nitrospina*, *Nitrosospira*, *Nitrosolobus*, serta *Nitrosomonas* (Nainggolan et al., 2015).

Reduksi amonia dapat berlangsung melalui reaksi metabolisme yang melibatkan bakteri alami (*indigenous bacteria*). Proses ini dikenal sebagai nitrifikasi, yaitu reaksi biologis yang umumnya terjadi di lingkungan dengan kandungan oksigen cukup. Nitrifikasi terdiri atas dua tahapan dimana tahap pertama adalah oksidasi amonia menjadi nitrit (NO_2^-) oleh kelompok *Ammonia Oxidizing Bacteria* (AOB) seperti *Nitrosomonas*, dan tahap kedua adalah oksidasi nitrit menjadi nitrat (NO_3^-) oleh *Nitrite Oxidizing Bacteria* (NOB) seperti *Nitrobacter*. Proses ini identik dengan kondisi aerob, reaksi serupa dapat berlangsung dalam keadaan rendah oksigen atau anaerob melalui keterlibatan bakteri *anaerobic ammonia oxidizing* (Anammox), baik bakteri nitrifikasi aerob maupun anammox termasuk dalam golongan bakteri autotropik yang mampu memanfaatkan senyawa anorganik sebagai sumber karbon dan nitrogen untuk membangun sel baru. Energi untuk sintesis ini diperoleh dari proses oksidasi amonia. Sebaliknya, bakteri heterotropik memerlukan bahan organik sebagai sumber energi dan pembentuk protoplasma. Bakteri autotropik lebih dominan di alam, proses nitrifikasi juga dapat dilakukan oleh bakteri heterotropik (*Arthrobacter*) dan jamur (*Aspergillus*) (Putri, 2021).

Proses reduksi nitrat dan nitrit menjadi gas nitrogen (N_2) atau nitrogen oksida (N_2O) ketika oksigen terlarut sangat rendah disebut sebagai denitrifikasi. Gas hasil akhir ini bersifat inert dan mudah terlepas ke udara. Proses tersebut dilakukan oleh bakteri heterotrof fakultatif seperti *Achromobacter*, *Bacillus*, *Spirillum*, *Denitrobacillus*, *Pseudomonas*, dan *Micrococcus*. Dalam pengolahan nitrogen, denitrifikasi merupakan tahap kedua setelah nitrifikasi, di mana nitrat dikonversi menjadi gas nitrogen pada kondisi anoksik (tanpa oksigen) (Putri, 2021).

Keberadaan bakteri heterotrof pada sistem budidaya perairan memegang peranan penting dalam proses dekomposisi dan mineralisasi sisa pakan maupun kotoran ikan. Menurut Aftabuddin et al. (2013), penambahan *Bacillus megaterium* pada limbah perikanan mampu mempercepat pembentukan bioflok, memperbaiki

kualitas air, menurunkan kadar TAN, serta menciptakan sistem akuakultur yang lebih efisien dan berkelanjutan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Desember 2024.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan pengambilan sampel di Danau Ranau, Lampung Barat. Pengujian Sekuens 16S rDNA dilakukan dengan mengirim sampel ke PT. Indolab Utama, Cengkareng, Jakarta Barat.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan penelitian

No	Bahan	Konsentrasi	Merk	Fungsi kegunaan
1	Aquades	10 L	-	Sebagai pelarut, untuk sterilisasi di autoklaf.
2	Alkohol	70%	Onemed	Mensterilisasi alat.
3	Masker	50 pcs	Sensi	Melindungi wajah dan mencegah kontaminasi.
4	Sarung tangan medis	50 pcs	Onemed	Melindungi tangan dan mencegah kontaminasi.
5	<i>Tissue</i>	250 sheet	Jolly	Membersihkan alat.
6	Plastik <i>wrap</i>	-	Klinpak	Membungkus tepian cawan Petri dan tabung

No	Bahan	Konsentrasi	Merk	Fungsi kegunaan
7	Plastik tahan panas	28 sheet	Bell	Membungkus alat dan bahan saat sterilisasi.
8	Kain kasa	10 roll	Onemed	Menutup tabung reaksi dan <i>erlenmeyer</i> .
9	Kapas	25 g	Onemed	Menutup tabung reaksi dan <i>erlenmeyer</i> .
10	<i>Alumunium foil</i>	-	Klinpak	Membungkus alat.
11	Parafilm	-	-	Merekatkan sampel
12	Kertas label	7 sheet	Champion	Menandakan sampel.
13	Karet gelang	100 g	Roman	Mengikat sampel.
14	Sampel sedimen	-	-	Sebagai sampel penelitian.
15	Kamera	-	-	Dokumentasi.
16	Spritus	600 ml	KD	Sebagai bahan bakar, pembakar alkohol.
17	PBS	20 ml	-	Sebagai pelarut sampel.
18	Media TSA	-	Merck	Media untuk menumbuhkan bakteri.
19	Media SIM	-	Merck	Media untuk menumbuhkan bakteri.
20	Media O/F	-	Merck	Sebagai uji bakteri oksidasi atau fermentasi.
21	Media TSB	-	Merck	Media untuk menumbuhkan bakteri.
22	Media nitrifikasi cair	1 L	-	Media untuk mendegradasi TAN.
23	H ₂ O ₂	3%	Onemed	Sebagai uji katalase.
24	Kertas saring	-	<i>Whatman</i>	Menyaring bakteri.
25	Minyak imersi	-	Indoreagen	Memperjelas objek.
26	<i>Crystal violet</i>	-	Indoreagen	Pewarnaan gram.
27	Lugol	-	Indoreagen	Pewarnaan gram.
28	Safranin	-	Indoreagen	Pewarnaan gram.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat penelitian

No	Alat	Konsentrasi	Merk	Fungsi Kegunaan
1	Autoklaf	Volume 24 L	Gea YX-18 LDJ	Mensterilisasi alat dan bahan.
2	Bunsen	Ketebalan 3-4 mm	-	Mensterilisasi dalam <i>laminar air flow</i> .
3	Cawan petri	-	Iwaki Pyrex	Wadah media tumbuh.
4	<i>Hot plate</i>	Volume 200 ml	SH-2	Memanaskan larutan.

No	Alat	Konsentrasi	Merk	Fungsi kegunaan
5	<i>Magnetic stirrer</i>	Ukuran 4 cm	-	Menghomogenkan larutan.
6	<i>Vortex</i>	200-2500 rpm	Stuart SA8	Mencampur larutan dalam tabung corning.
7	Tabung erlenmeyer	Volume 500 ml	Onemed	Wadah untuk larutan.
8	<i>Spreader</i>	-	-	Meratakan bakteri di media.
9	<i>Shaker</i>	-	Orgon	Mencegah penggumpalan bakteri.
10	Inkubator	360x280x 360 mm	Biobase BJPX	Sebagai tempat inkubasi mikroba.
11	<i>Spektrofotometer</i>	-	-	Mengukur daya absorbansi.
12	Jarum ose	-	HHH jerman	Menginokulasi mikroba.
13	<i>Laminar air flow</i>	-	Airtech	Sebagai meja kerja steril.
14	Tabung reaksi	Volume 15 ml	Iwaki Pyrex	Wadah media tumbuh isolat dan bakteri.
15	Rak tabung	Bahan kayu	-	Sebagai tempat meletakkan tabung.
16	Jas lab	-	-	Alat pelindung dan menjaga tubuh tetap steril.
17	<i>Log book</i>	-	-	Mencatat kegiatan harian.
18	<i>Coolbox</i>	-	-	Sebagai alat penyimpanan sampel.
19	Timbangan digital	Ketelitian 0,01	Lion Start	Menimbang media.
20	Pipet tetes	Volume 3 ml	Sojikyō	Mengambil larutan.
21	<i>Coolpack</i>	-	-	Sebagai alat pendingin pada <i>coolbox</i> .
22	pH meter	-	-	Mengukur kadar keasaman dalam air.
23	Alat tulis	-	-	Mencatat pengamatan.
24	Mikroskop	-	<i>Leica</i>	Mengamati bakteri.
25	Mikro pipet	Ukuran 0,5- 10 µl	Delep	Mengambil dan memindahkan larutan.
26	Blue tip	-	Onemed	Mengambil larutan.
27	Spatula	-	-	Mengambil bahan bentuk serbuk.
28	Tabung <i>corning</i>	Volume 15 ml	Onemed	Menampung sampel.
29	Ekman grab	-	-	Mengambil sampel.
30	<i>Object glass</i>	-	Onemed	Meletakkan sampel yang akan diamati di mikroskop.
31	<i>Cover glass</i>	-	Onemed	Menutup sampel di <i>object glass</i> .

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini berjenis eksploratif, yaitu dilakukan isolasi, penapisan, dan identifikasi bakteri bioremediasi. Sampel yang digunakan berasal dari sedimen di Danau Ranau, Lampung Barat. Pengambilan sampel sedimen dilakukan disetiap titik diambil 3 sampel dengan 2 pengulangan. Peta lokasi pengambilan sampel disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta lokasi

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi

Sterilisasi dilakukan dengan cara alat-alat dicuci dengan detergen, dibilas dengan air, dikeringkan, dibungkus dengan menggunakan kertas, dan disterilisasi di autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 15 psi (*Pound per Square Inch*) selama 15 menit. Untuk alat yang tidak tahan terhadap panas tinggi cukup disterilisasi dengan alkohol 70%.

3.4.2 Pembuatan Media Umum

3.4.2.1 Media *Tryptic Soy Agar* (TSA)

Pembuatan media *Tryptic Soy Agar* (TSA) dilakukan dengan cara, 400 ml aquades steril, dimasukkan 16 g TSA. Bahan tersebut ditempatkan dalam erlenmeyer, lalu dipanaskan diatas *hotplate* yang dilengkapi dengan pengaduk *stirrer* sampai mendidih, kemudian disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Campuran yang masih hangat tersebut (suhu 60-70°C) selanjutnya dituang ke dalam cawan petri steril dan didinginkan. Kemudian campuran dikeringkan dalam inkubator pada suhu 37°C dengan posisi cawan petri terbuka dan terbalik. Setelah 24 jam, media tersebut dapat digunakan.

3.4.2.2 Media *Sulfide Indole Motility* (SIM)

Media *Sulfide Indole Motility* (SIM) sebanyak 30 g dilarutkan dengan 1 L aquades, dipanaskan hingga melarut, setelah itu dimasukkan ke tabung reaksi sebanyak 10 mL, disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C.

3.4.2.3 Media Nitrifikasi Cair

Media nitrifikasi cair ialah sebagai berikut: KH_2PO_4 (13,5 g/L), K_2HPO_4 (0,7 g/L), $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,1 g/L), $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,18 g/L), NH_4Cl (0,1 g/L), EDTA (0,2 g/L), Na_2CO_3 (0,5 g/L), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,18 g/L) untuk 1000 ml aquades.

3.4.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di Danau Ranau, Lampung Barat pada Maret 2024. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan cara mengambil sampel sedimen menggunakan *Ekman grab* diambil pada bagian dasar, lalu dimasukkan ke dalam botol *falcon*, kemudian diberi label. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam *coolbox*.

3.4.4 Isolasi Bakteri

Isolasi dilakukan dengan cara, sampel sedimen ditambahkan PBS dengan perbandingan 2:1 (ml/l) dan dihomogenkan dengan *vortex*. Selanjutnya untuk inokulasi ke dalam media TSA diambil sebanyak 50 dan 100 μ l. Kemudian diratakan dengan menggunakan *spreader*, lalu diinkubasi selama 48 jam.

3.4.4.1 Pemurnian Bakteri

Bakteri isolat yang sudah berumur 48 jam, diambil dengan menggunakan jarum ose steril. Pemurnian dilakukan pada media TSA dengan metode cawan gores. Koloni yang diambil yaitu koloni tunggal yang memiliki perbedaan dari koloni lain.

3.4.5 Penapisan Bakteri Pendegradasi *Total Ammonia Nitrogen* (TAN)

Proses kultur dilakukan dengan menumbuhkan isolat hasil seleksi pada media cair *Tryptic Soy Broth* (TSB) setelah sebelumnya diperoleh dari media miring *Tryptic Soy Agar* (TSA). Sebanyak 4 ml suspensi bakteri dari media TSB kemudian diinokulasikan ke dalam 100 ml media cair khusus untuk proses nitrifikasi yang ditempatkan dalam labu Erlenmeyer berkapasitas 250 ml. Kemudian digoyangkan (*shaker*) selama 72 jam dengan kecepatan 80 rpm. Analisis kadar TAN dilakukan dengan terlebih dahulu disaring menggunakan kertas saring steril *Whatman Cellulose Nitrate* (WCN). Hasil penyaringan dianalisis dengan metode *phenate* dan diukur dengan *spektrofotometer* pada panjang gelombang 625 nm. Pengukuran kandungan TAN dilakukan dengan perlakuan kontrol dan media nitrifikasi cair dalam jangka waktu 0 dan 4 hari. Hal ini dilakukan untuk mengetahui isolat dan waktu yang terbaik dalam menurunkan kadar TAN.

3.4.6 Karakterisasi Morfologi

Karakteristik bakteri secara makroskopis dilakukan dengan diamati morfologinya, seperti bentuk koloni, warna koloni, dan tepi koloni dari bagian atas.

3.4.7 Uji Pewarnaan Gram

Karakteristik bakteri secara mikroskopis dilakukan dengan cara, kultur isolat yang berumur 18-24 jam diambil dengan jarum ose, lalu digoreskan pada preparat. Setelah itu, 2-3 tetes larutan kristal violet ditetaskan, dan biarkan selama ± 3 menit, kemudian larutan kristal violet dibuang. Selanjutnya, ditetaskan larutan lugol 1 tetes dan diamkan selama ± 1 menit. Preparat kemudian dibilas dengan alkohol 96% hingga bersih. Terakhir, preparat ditetesi safranin dan biarkan selama ± 2 menit, lalu bilas dengan air mengalir dan dikeringkan. Diamati di bawah mikroskop. Apabila terlihat berwarna ungu, maka bakteri tersebut merupakan bakteri gram positif, dan jika terlihat berwarna merah, maka bakteri tersebut merupakan bakteri gram negatif.

3.4.8 Uji Biokimia

3.4.8.1 Uji Motilitas

Uji motilitas dilakukan dengan cara, satu ose bakteri diambil dan ditanam secara tegak lurus di tengah media *Sulfide Indole Motility* (SIM). Kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Uji positif ditandai dengan pertumbuhan bakteri yang menyebar, sehingga bakteri dinyatakan bergerak (motil), sedangkan jika pertumbuhan bakteri tidak menyebar dan hanya berupa satu garis, maka bakteri dinyatakan tidak bergerak (non motil).

3.4.8.2 Uji Katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri yang mampu menghasilkan enzim katalase. Pengujian dilakukan dengan cara, kaca objek ditetesi 1 tetes H₂O₂ 3%, kemudian koloni bakteri ditambahkan dan diamati secara langsung. Hasil dinyatakan positif jika enzim katalase ditandai dengan terbentuknya gelembung udara dan negatif jika tidak terdapat gelembung udara.

3.4.8.3 Uji O/F (Oksidatif/Fermentatif)

Uji O/F dilakukan untuk mengetahui bakteri dapat memfermentasikan karbohidrat pada kondisi anaerob. Pada masing-masing isolat, bakteri diinokulasi ke dalam media oksidatif/fermentatif sebanyak 5 ml di 2 tabung reaksi. Satu ose bakteri ditusukkan ke dalam masing-masing media. Pada tabung pertama, media ditutupi dengan 1 ml minyak parafin, sedangkan tabung kedua tidak ditutupi dengan minyak parafin. Selanjutnya bakteri diinkubasi selama 24-48 jam dan diamati perubahan warnanya. Apabila terjadi perubahan warna dari hijau menjadi kuning pada kedua media (parafin maupun tanpa parafin), hal ini menunjukkan bahwa bakteri tersebut bersifat oksidatif dan fermentatif. Jika perubahan warna menjadi kuning hanya pada tabung yang diberi minyak parafin, maka bakteri tersebut bersifat fermentatif. Sebaliknya jika terjadi perubahan warna kuning hanya pada tabung yang tidak diberi minyak parafin, maka bakteri tersebut bersifat oksidatif.

3.4.9 Identifikasi Bakteri Secara Molekuler

Analisis identitas genetik dilakukan melalui pendekatan molekuler berdasarkan sekuens gen 16S rDNA. Tahapan awal meliputi isolasi DNA genom dari koloni bakteri terpilih, yang kemudian diamplifikasi menggunakan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Sebanyak 1 μ L DNA hasil isolasi dicampurkan ke dalam larutan reaksi yang terdiri atas 18,5 μ L *Molecular Water* (MW), 2,5 μ L buffer B 10X dengan Mg^{2+} , 1 μ L dNTPs, masing-masing 1 μ L primer *forward* dan *reverse*, serta 0,2 μ L enzim *Taq polymerase*. Proses amplifikasi dilakukan dalam mesin PCR dengan tahapan: denaturasi pada suhu 94°C selama 45 detik, *annealing* pada 61°C selama 45 detik, dan *extension* pada 72°C selama 2 menit, diakhiri dengan tahap pemanjangan akhir selama 10 menit pada suhu 72°C. Hasil amplifikasi kemudian diuji menggunakan elektroforesis gel agarosa 1% pada tegangan 110 volt selama 25 menit untuk memastikan keberadaan pita DNA. Pola pita yang dihasilkan dibandingkan dengan *DNA marker* sebagai pembanding. Fragmen DNA hasil PCR yang sesuai kemudian dimurnikan menggunakan *DNA Fragment Extraction Kit*, ditambahkan larutan buffer, dan dilanjutkan dengan proses sekuensing. Hasil pembacaan sekuens dibandingkan dengan data sekuens

DNA bakteri lain yang tersimpan dalam basis data *GenBank* menggunakan perangkat lunak *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) pada laman <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (Nursyam & Prihanto, 2018).

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

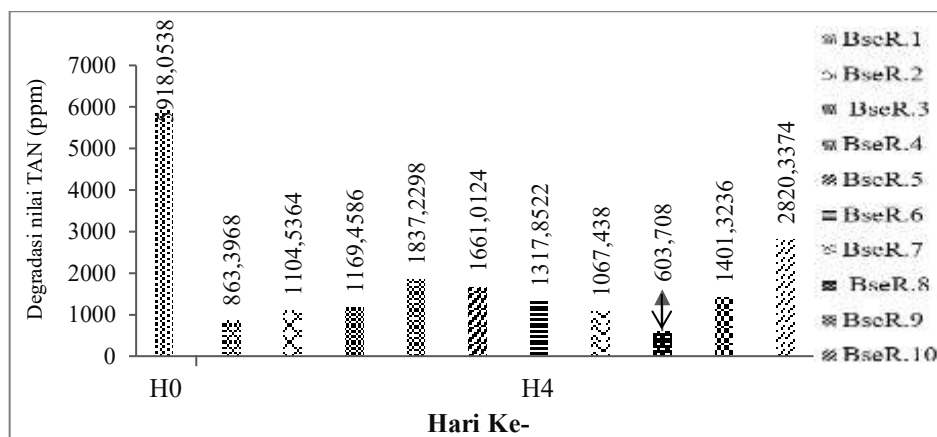
4.1. Hasil

4.1.1 Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dari sedimen Danau Ranau diperoleh 10 isolat bakteri dengan kode BSeR.1, BSeR.2, BSeR.3, BSeR.4, BSeR.5, BSeR.6, BSeR.7, BSeR.8, BSeR.9, dan BSeR.10. Isolat bakteri selanjutnya diidentifikasi dengan identifikasi bakteri, uji penapisan bakteri pendegradasi *total ammonia nitrogen* (TAN), uji biokimia, dan uji molekuler.

4.1.2 Penapisan Bakteri Pendegradasi *Total Ammonia Nitrogen* (TAN)

Isolat yang tumbuh pada media nitrifikasi cair selanjutnya diuji aktivitasnya dalam mendegradasi TAN, di dapat 10 isolat bakteri yang dapat menurunkan kandungan TAN Gambar 4.



Gambar 4. Degradasi nilai TAN

Keterangan : H0 : Pengujian TAN hari ke0, H4 : Pengujian TAN hari ke4

Tabel 3. Degradasi nilai TAN

Kode Isolat	Nilai TAN		
	H0 (ppm)	H4 (ppm)	Persentase penurunan (%)
BSeR.1	5918,0538	863,3968	85%
BSeR.2	5918,0538	1104,5364	81%
BSeR.3	5918,0538	1169,4586	80%
BSeR.4	5918,0538	1837,2298	69%
BSeR.5	5918,0538	1661,0124	72%
BSeR.6	5918,0538	1317,8522	78%
BSeR.7	5918,0538	1067,438	82%
BSeR.8	5918,0538	603,708	90%
BSeR.9	5918,0538	1401,3236	76%
BSeR.10	5918,0538	2820,3374	52%

Keterangan : persentase penurunan (%) = $\frac{H_0 - H_4}{H_0} \times 100$

Pada awal pengujian (H0), seluruh isolat menunjukkan kadar TAN awal yang seragam, yaitu sebesar 5918,0538 ppm. Setelah hari ke4 (H4), terjadi penurunan TAN dengan variasi efektivitas pada masing-masing isolat. Penurunan terkecil ditunjukkan oleh isolat BSeR.10 sebesar 2820,3374 ppm (52%), diikuti oleh BSeR.4 sebesar 1837,2298 ppm (69%), BSeR.5 sebesar 1661,0124 ppm (72%), BSeR.9 sebesar 1401,3236 ppm (76%), BSeR.6 sebesar 1317,8522 ppm (78%), BSeR.3 sebesar 1169,4586 ppm (80%), BSeR.2 sebesar 1104,5364 ppm (81%), BSeR.7 sebesar 1067,438 ppm (82%), dan BSeR.1 sebesar 863,3968 ppm (85%). Penurunan terbesar terjadi pada isolat BSeR.8 sebesar 603,708 ppm (90%). Dengan demikian, isolat BSeR.8 merupakan isolat paling efektif dalam menurunkan TAN, sedangkan BSeR.10 menunjukkan efektivitas paling rendah yang dapat dilihat pada Tabel 3.

4.1.3 Identifikasi Bakteri

4.1.3.1 Karakterisasi Morfologi

Karakterisasi morfologi makroskopis meliputi warna, bentuk, tepi, dan elevasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Morfologi koloni bakteri dari berbagai isolat BSeR dengan metode pengamatan makroskopis

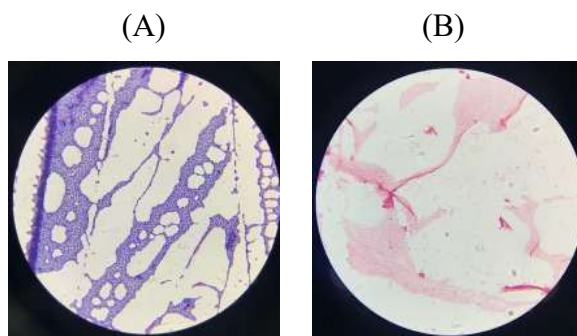
Kode isolat	Warna	Makroskopis		
		Bentuk	Tepi	Elevasi
BSeR.1	Krem	Bulat	Halus	Cembung
BSeR.2	Putih	Bulat	Halus	Cembung
BSeR.3	Krem	Bulat	Halus	Cembung
BSeR.4	Krem	Bulat	Halus	Cembung
BSeR.5	Krem	Bulat	Halus	Datar
BSeR.6	Krem	Tidak beraturan	Halus	Cembung
BSeR.7	Putih	Bulat	Halus	Datar
BSeR.8	Krem	Bulat	Halus	Datar
BSeR.9	Putih	Bulat	Halus	Datar
BSeR.10	Krem	Bulat	Halus	Cembung

Morfologi koloni pada 10 bakteri menunjukkan hasil yang berbeda pada masing-masing isolat. Warna koloni diperoleh 7 isolat berwarna krem dan 3 berwarna putih. Terdapat bentuk 9 isolat berbentuk bulat dan 1 isolat berbentuk tidak beraturan. Tepian yang dihasilkan menunjukkan tepian halus. Pada elevasi yang diperoleh terdapat 6 isolat cembung dan 4 datar dapat dilihat pada Tabel 4 dan Lampiran 4.

Tabel 5. Morfologi sel bakteri dari berbagai isolat BSeR dengan metode pewarnaan Gram

Kode isolate	Mikroskopis	
	Gram	Bentuk
BSeR.1	Positif	<i>Coccus</i>
BSeR.2	Positif	<i>Coccus</i>
BSeR.3	Positif	<i>Coccus</i>
BSeR.4	Negatif	<i>Coccus</i>
BSeR.5	Negatif	<i>Bacil</i>
BSeR.6	Positif	<i>Coccus</i>
BSeR.7	Positif	<i>Coccus</i>
BSeR.8	Positif	<i>Coccus</i>
BSeR.9	Positif	<i>Coccus</i>
BSeR.10	Positif	<i>Bacil</i>

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis yang dilakukan dengan menggunakan metode pewarnaan Gram menunjukkan bahwa terdapat 8 isolat bakteri bersifat gram positif dan 2 bersifat gram negatif, dengan 8 isolat yang berbentuk *coccus* dan 2 isolat yang berbentuk *bacil* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5.



Gambar 5. Pewarnaan Gram

Keterangan : (A) Isolat Gram Positif, dan (B) Isolat Gram Negatif

4.1.3.2 Uji Biokimia

Uji biokimia meliputi uji katalase, uji O/F, dan uji motilitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji biokimia dari berbagai isolat BSeR

Kode Isolat	Katalase	O/F	Motilitas
BSeR.1	+	F	Non motil
BSeR.2	+	Non sakarolitik	Non motil
BSeR.3	-	F	Motil
BSeR.4	+	O	Non motil
BSeR.5	-	F	Motil
BSeR.6	-	F	Motil
BSeR.7	+	O	Non motil
BSeR.8	-	F	Motil
BSeR.9	+	F	Motil
BSeR.10	-	O	Non motil

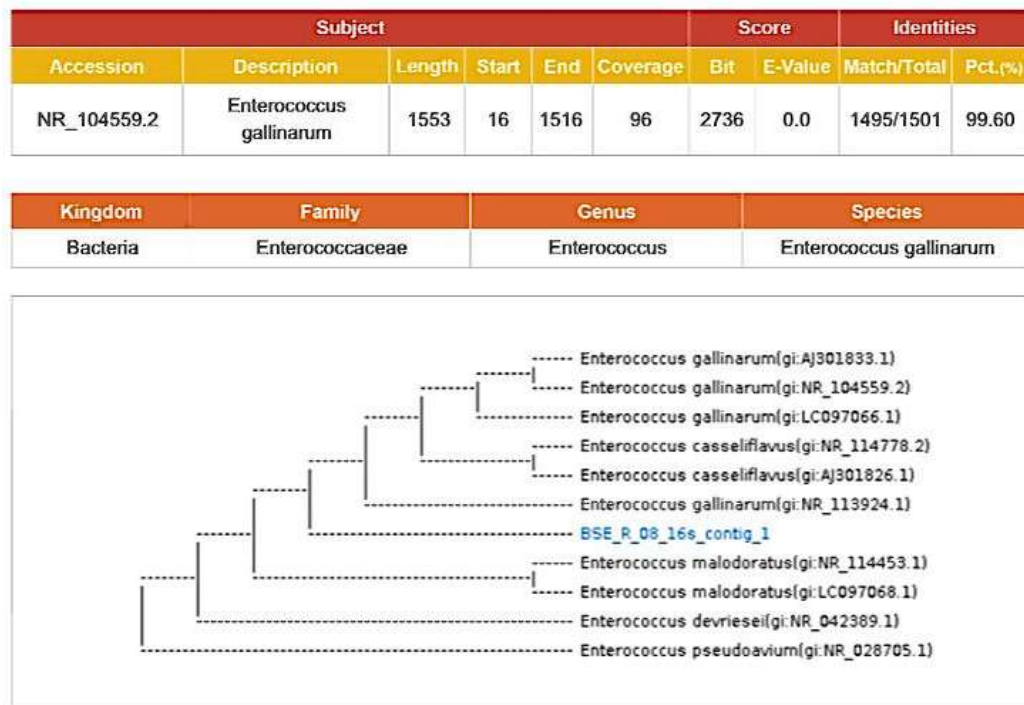
Keterangan: (+)= terdapat gelembung udara, (-)= tidak terdapat gelembung udara, F= fermentatif, dan O= oksidatif

Dari 10 isolat di temukan 5 isolat yang menunjukkan adanya buih atau gelembung setelah ditetesi H_2O_2 , sedangkan 5 isolat lainnya tidak menunjukkan reaksi tersebut. Pada uji oksidatif/fermentatif, 6 isolat bersifat fermentatif, 3 isolat bersifat oksidatif, dan 1 isolat tergolong non-sakarolitik. Sementara itu, pada uji

motilitas diperoleh hasil bahwa 5 isolat bersifat non-motil (tidak bergerak) dan 5 isolat lainnya bersifat motil (dapat bergerak) dapat dilihat pada Tabel 6.

4.1.3.3 Identifikasi Bakteri Secara Molekuler

Identifikasi isolat BSeR.8 dilakukan dengan metode 16S rDNA dan pohon filogenetik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Analisis BLAST 16S rDNA dan pohon filogenik

Analisis BLAST DNA target menunjukkan bahwa isolat BSeR.8 memperoleh *score* 2736 dan *match total* 1495/1501 (Pct. 99.60 %) merupakan bakteri *Enterococcus gallinarum*.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil isolasi, uji morfologi, uji biokimia, dan analisis sekuens 16S rDNA, diperoleh satu isolat bakteri berkode BSeR.8 yang memiliki kemampuan tertinggi dalam menurunkan kandungan *total amonia nitrogen* (TAN) hingga 90%. Isolat tersebut teridentifikasi sebagai *Enterococcus gallinarum* dan berpotensi sebagai kandidat probiotik.

5.2 Saran

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut pada isolat bakteri *Enterococcus gallinarum* BSeR.8 terkait patogenesitas pada ikan budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibrata, S., Gustomi, A., & Syarif, A. F. (2021). Pola pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) pada keramba jaring tancap kolam tanah dengan pemberian pakan berupa pellet di Desa Balunijuk, Bangka Belitung. *Jurnal IPTEK Terapan Perikanan dan Kelautan*, 2(3), 157-166. <http://dx.doi.org/10.15578/plgc.v2i3.10327>.
- Afianti, N. F. (2018). Potensi bakteri laut untuk bioremediasi. *Oseana*, 43(4), 18-27. <https://doi.org/10.14203/oseana.2018.Vol.43No.4.6>.
- Aftabuddin, S., Kashem, M. A., Kader, M. A., Sikder, M. N. A., & Hakim, M. A. (2013). Use of *Streptomyces fradiae* and *Bacillus megaterium* as probiotics in the experimental culture of tiger shrimp *Penaeus monodon* (Crustacea, Penaeidae). *Journal of the Bioflux Society*, 6(3), 253-267. <http://www.bioflux.com.ro/aac1>.
- Agustina, N., Asih, E. N. N., & Kartika, A. G. D. (2022). Jenis Gram dan morfologi koloni bakteri air baku garam. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.29303/jikls.v2i1.44>.
- Akihary, C. V., & Kolondam, B. J. (2020). Pemanfaatan gen 16S rRNA sebagai perangkat identifikasi bakteri untuk penelitian-penelitian di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 16-22. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.27405>.
- Arfiandi & Tumbol, R. A. (2020). Isolasi dan identifikasi bakteri patogen pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara Tahun 2019. *Jurnal Budidaya Perairan*, 8(1), 19-26. <https://doi.org/10.35800/bdp.8.1.2020.27229>.

Anggraini, N., Rasyidah., & Mayasari, U. (2023). Isolasi dan karakterisasi bakteri pendegradasi ammonia di Sungai Batang Ayumi Padangsidempuan. *Biology Education Science & Technology*, 6(2), 120-126. <https://doi.org/10.30743/best.v6i2.7333>.

Anggraini, R., Aliza, D., & Mellisa, S. (2016). Identifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan uji mikrobiologi pada ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 270-286.

Cahyanti, Y. & Awalina, I. (2022). Studi literatur : pengaruh suhu terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 2(4), 226-238. <https://doi.org/10.36312/pjipst.v2i4.110>.

Chakravorty, S., Helb, D., Burday, M., Connell, N., & Alland, D. (2007). A detailed analysis of 16S ribosomal RNA gene segments for the diagnosis of pathogenic bacteria. *Journal of Mikrobiological Methods*, 69(2), 330-390. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2007.02.005>.

Ekasari, J. (2009). Teknologi Biotlok: teori dan aplikasi dalam perikanan budi daya sistem intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(2), 117-126. https://core.ac.uk/display/294990221?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1. <https://doi.org/10.19027/jai.8.117-126>.

Elyana, P. (2011). Pengaruh penambahan ampas kelapa hasil fermentasi *Aspergillus oryzae* dalam pakan komersial terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) (No Publikasi M0405010) [Skripsi, Universitas Sebelas Maret Surakarta]. Repository Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Firdaus, M., & Muchlisin, Z. A. (2010). Degradation rate of sludge and water quality of septic tanks (water closed) by using Starbio and freshwater catfish as biodegrator. *Jurnal Natural*, 10(1), 1-7. <https://jim.unsyiah.ac.id/Natural/article/view/1457>.

Hamida, F. (2015). Seleksi bakteri asam laktat sebagai kandidat probiotik ayam (No Publikasi 123456789/79249) [Skripsi, Institut Pertanian Bogor]. Repository Institut Pertanian Bogor.

- Hargreaves, J. A., & Kucuk, S. (2001). Effects of diel un-ionized ammonia fluctuation on juvenile hybrid striped bass, channel catfish, and blue tilapia. *Aquaculture*, 195(1-2), 163-181. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00543-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00543-3).
- Hargreaves, J. A., & Tucker, C. S. (2004). Managing ammonia in fish ponds. *Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center*, 4603, 8. https://aquaculture.ca.uky.edu/sites/aquaculture.ca.uky.edu/files/srac_4603_managing_ammonia_in_fish_ponds.
- Hariani, D., & Purnomo, T. (2017). Pemberian probiotik dalam pakan untuk budidaya ikan lele. *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 10(1), 31-35. <https://doi.org/10.36456/stigma.vol10.no1.a582>.
- Irianto, A., Hernawati, H., & Iriyanti, N. (2006). Pengaruh suplementasi probiotik a3-51 terhadap derajat imunitas *Oreochromis niloticus* didasarkan pada angka kuman pada ginjal setelah uji tantang dengan *Aeromonas hydrophila* dan *Aeromonas salmonicida achromogenes*. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 8(2), 144-152. <https://doi.org/10.22146/jfs.126>.
- Jumiarni, D. (2010). Isolasi dan identifikasi bakteri sedimen waduk. *Jurnal Exacta*, 8(1), 1-11.
- Mahmudah, R., Baharuddin, M., & Sappewali, S. (2016). Identifikasi isolasi bakteri termofilik dari Sumber Air Panas Lejja, Kabupaten Soppeng. *Al-Kimia*, 4(1), 31-42. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v4i1.1454>.
- Nainggolan, T. A., Khotimah, S., & Turnip, M. (2015). Bakteri pendegradasi ammonia limbah cair karet Pontianak Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 4(2), 69-76. <https://doi.org/10.26418/protobiont.v4i2.11758>.
- Nikhlani, A., Pagoray, H., & Sulistyawati, S. (2022). Bungkil kelapa sawit sebagai bahan baku alternatif pakan buatan untuk pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(2), 26-33. <https://doi.org/10.33059/jfmr.v6i2.5890>.
- Nursyam, H., & Prihanto, A. A. (2018). Identifikasi molekuler bakteri endofit mangrove *Rizhopora mucronata* penghasil gelatinase (MMP₂). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 143-147. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21537>.

- Primashita, A. H., Rahardja, B. S., & Prayogo, P. (2017). Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap laju pertumbuhan dan survival rate ikan lele (*Clarias* sp.). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.21776/ub.jas.2017.001.01.1>.
- Putri, G. F. T. (2021). Isolasi, Karakterisasi Bakteri Biofilm dari Tambak Dan Potensinya Dalam Degradasi Amonia (No Publikasi H041171506) [Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar]. Repository Universitas Hasanuddin Makassar.
- Putri, M. R. A., & Hartati, S. T. (2017). Kematian massal ikan dan sebaran parameter kualitas air di Teluk Jakarta. *Bawal widya riset perikanan tangkap*, 8(2), 77-90. <https://doi.org/10.15578/bawal.8.2.2016.77-90>.
- Rahmadian, C. A., Ismail., Abrar, M., Erina., Rastina., & Fahrimal, Y. (2018). Isolat dan idntifikasi bakteri *Pseudomonas sp* pada ikan asin di tempat Pelelangan Ikan Labuhanhaji Aceh Selatan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(4), 493-502. <https://doi.org/10.21157/jimvet.v2i4.9041>.
- Rahmi, F., Ridhana, F & Muzaifa, M. (2023). Karakterissi dan identifikasi bakteri asam laktat proteolitik asal ikan depik (*Rasbora tawarensis*) fermentasi. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(3), 529-536. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i3.15691>.
- Rifai, K. R. (2021). Uji indole sebagai kegiatan penjaminan mutu tambahan pada hasil pengujian coliform dalam sampel air mineral. *Indonesia Journal of Industrial Research*, 6(1), 1-6. <https://doi.org/10.36048/jtpii.v6i1.6670>.
- Saanin, H. (1984). *Taksonomi dan kunci identifikasi ikan*. Bina Cipta.
- Sayel, H., Bahafid, W., Joutey, N. T., Derraz, K., Benbrahim, K. F., Koraichi, S. I., & Ghachtouli, N. E. (2012). Cr (VI) reduction by *Enterococcus gallinarum* isolated from tannery waste-contaminated soil. *Annals of Microbiology*, 62(1), 1269-1277. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0261-7>
- Selvia, U. (2021). Analisis resiko usaha ikan mujair pola keramba jarring apung (KJA) di Kecamatan Warkuk Ranau Selatan Kabupaten Oku Selatan. *Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian*, 7(1), 37-43. <https://doi.org/10.54895/jsp.v1i1.360>.

- Setyaningrum, A., Mahatmi, H., & Widyastuti, S. K. (2023). Isolasi dan identifikasi *Enterococcus* dari fases Lutung Jawa (*Trachypitecus auratus*) di Javan Langur Center. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*, 12(1), 12-21. <https://doi.org/10.19087/imv.2023.12.1.12>
- Silvia, M., Tiwow, V. M., & Said, I. (2014). Distribusi unsure hara N dan P dalam sedimen di Ekosistem Lamun (*Seagrass*) di Wilayah Pesisir Desa Kabonga Besar Kabupaten Donggala. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(2), 57-65.
- Sorroza, L., Real, F., Acosta, F., Acosta, B., Deniz, S., Roman, L., Aamri, F. E., & Padilla, D. (2013). A probiotic of *Entrococcus gallinarum* against *Vibrio anguillarum* infection. *Fish Pathology*, 48(1), 9-12. <https://doi.org/10.3147/jsfp.48.9>.
- Supono. (2019). *Budidaya udang Vaname salinitas rendah, solusi untuk budidaya di lahan kritis*. Graha Ilmu.
- Susanti, E., Harpeni, E., Setyawan, A., & Putri, B. (2014). Penapisan bakteri pendegradasi total amonia nitrogen dari sedimen tambak tradisional udang windu (*Penaeus monodon*). *Aquasains*, 2(2), 145:148. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JPBP/article/view/276>.
- Ulfa, A., Suarsini, E., & Al Muhdhar, M. H. I. (2016). Isolasi dan uji sensitivirius merkuri pada bakteri dari limbah penambangan emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 793-799. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/5916>.
- Untuba, A., Isa, I., Kunusa, W. R., & Kilo, J. L. (2022). Analisis kandungan Calsium (Ca) Kalium (K) pada sedimen Danau Limboto menggunakan metode ASS. *Jambura Journal of Chemistry*, 4(2), 67-75. <https://doi.org/10.34312/jambchem.v4i2.14768>.
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112-125. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v5i2.929>.
- Wibowo, T. A., Untari, D. S., & Anwar, R. (2021). Tingkat penerimaan masyarakat terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) segar dengan habitat yang berbeda. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), 72-79. <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.1124>.

Yoswaty, D., Effendi, I., & Titani, M. R. (2020). *Enterococcus gallinarum*, a new antibiotic- producing bacterium against fish pathogenic bacteria, isolated from mangrove mud snake (*Cerberus rynchops*). *AACL Bioflux*, 13(6), 3769-3777. <http://www.bioflux.com.ro/aacl>.