

**PENAPISAN DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI PENGOKSIDASI SULFUR
DARI DANAU RANAU LAMPUNG BARAT UNTUK MENDUKUNG
BUDI DAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

SKRIPSI

Oleh

**TATA PUSPITA DEWI
NPM 2054111010**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PENAPISAN DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI PENGOKSIDASI SULFUR
DARI DANAU RANAU LAMPUNG BARAT UNTUK MENDUKUNG
BUDI DAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)**

Oleh

TATA PUSPITA DEWI

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2025**

ABSTRACT

SCREENING AND TESTING THE ACTIVITY OF SULFUR-OXIDING BACTERIA FROM LAKE RANAU LAMPUNG WEST TO SUPPORT THE CULTIVATION OF TILA (*Oreochromis niloticus*)

By

TATA PUSPITA DEWI

One of the problems in aquaculture in Lake Ranau was the mass mortality of fish caused by upwelling and annual natural phenomena. This research was aimed to isolate and identify sulfur bacteria from Lake Ranau to support the cultivation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The research method used an explorative approach, including bacterial isolation, identification, sulfur ion production test, sulfur oxidation test, morphological test, biochemical test, and bacterial identification based on 16S rDNA. The results of the sulfur ion production test showed that isolate BSR.9 produced the highest amount of ions at 12.47 ± 1.26 mg/ml. In addition, in the sulfur oxidation test, isolate BSR.9 showed the highest sulfur oxidizing ability of 16.39 ± 0.75 mM sulfur/ml compared to the other isolates. Based on the results of bacterial isolation, morphological tests, biochemical tests, and 16S rDNA analysis, isolate BSR.9 was identified as *Macrococcoides caseolyticum*, which was a type of mesophilic bacterium. *Macrococcoides caseolyticum* had the potential to oxidize sulfur.

Keywords: Sulfur Bacteria, Lake Ranau, Sulfur Oxidation, Screening, Probiotic

ABSTRAK

PENAPISAN DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI PENGOKSIDASI SULFUR DARI DANAU RANAU LAMPUNG BARAT UNTUK MENDUKUNG BUDI DAYA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

Oleh

TATA PUSPITA DEWI

Salah satu permasalahan dalam budi daya ikan di Danau Ranau adalah kematian ikan secara massal yang disebabkan oleh *upwelling* dan gejala alam tahunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri sulfur dari Danau Ranau untuk mendukung budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Metode penelitian ini menggunakan metode eksploratif, meliputi isolasi bakteri, identifikasi, uji produksi ion sulfur, uji oksidasi sulfur, uji morfologi, uji biokimia, dan identifikasi bakteri berdasarkan 16S rDNA. Hasil penelitian dari uji produksi ion sulfur menunjukkan bahwa isolat BSR.9 menghasilkan jumlah ion tertinggi sebesar $12,47 \pm 1,26$ mg/ml. Selain itu, pada uji oksidasi sulfur isolat BSR.9 menunjukkan kemampuan mengoksidasi sulfur tertinggi sebesar $16,39 \pm 0,75$ mM sulfur/ml dibandingkan dengan isolat lainnya. Berdasarkan hasil dari isolasi bakteri, uji morfologi, uji biokimia, dan analisis 16S rDNA, isolat BSR.9 teridentifikasi sebagai bakteri *Macrococoides caseolyticum* yang merupakan jenis bakteri mesofilik. Bakteri *Macrococoides caseolyticum* memiliki potensi untuk mengoksidasi sulfur.

Kata kunci: Bakteri Sulfur, Danau Ranau, Oksidasi Sulfur, Penapisan, Probiotik.

Judul Skripsi

: PENAPISAN DAN UJI AKTIVITAS BAKTERI
PENGOKSIDASI SULFUR DARI DANAU
RANAU LAMPUNG BARAT UNTUK
MENDUKUNG BUDI DAYA IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus*)

Nama Mahasiswa

: **Tata Puspita Dewi**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2054111010

Program Studi

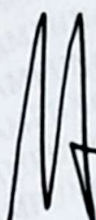
: Budidaya Perairan

Fakultas

: Pertanian

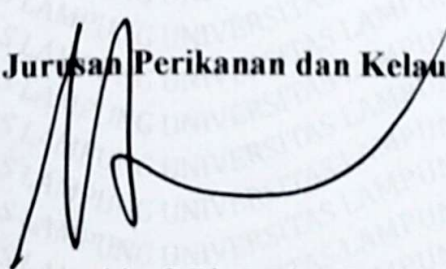
Menyetujui

1. Komisi Pembimbing


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


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

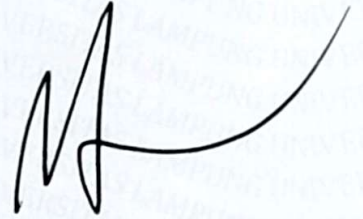
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

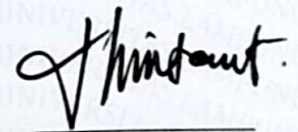
Ketua : Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.



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



Penguji
Bukan Pembimbing : Limin Santoso, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. J. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIB.196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi : 04 Agustus 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

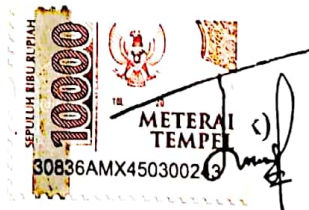
PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **“Penapisan dan Uji Aktivitas Bakteri Pengoksidasi Sulfur Dari Danau Ranau Lampung Barat Untuk Mendukung Budi Daya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)”** 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, 03 September 2025

Yang membuat pernyataan



Tata Puspita Dewi
NPM. 2054111010

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Tata Puspita Dewi. Lahir pada 23 Juni 2001 di Tangerang, Provinsi Banten. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Ngatiyo dan Ibu Lasma Dewi. Penulis menempuh pendidikan di TK Raudhatul Athfal 2006. Selanjutnya melanjutkan pendidikan di SD Negeri Talaga 2 Kabupaten Tangerang 2013, kemudian melanjutkan pendidikan di Madrasah Tsanawiyah Nurul Ilmi 2016, selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 18 Kabupaten Tangerang 2019 dan penulis juga pernah mengikuti pelatihan di BLK Salesian Don Bosco Kabupaten Tangerang 2019.

Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) di Program Studi Budi daya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Mandiri pada 2020. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung (Himapik) Bidang Komunikasi dan Informasi periode 2022. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Biokimia (2021), Kimia Dasar (2022), Bionatural Produk Kelautan (2023). Penulis pernah menjalani magang/PKL di Balai Benih Ikan Metro (2022). Selanjutnya penulis telah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Raya, Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat selama 40

hari, yaitu dari Januari – Februari 2023. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah dengan judul “Pemeriksaan Ektoparasit Pada Benih Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, Jawa Tengah” pada Juni – Juli 2023. Pada Maret – Desember 2024 penulis melaksanakan penelitian di Laboratorium K, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan judul “Penapisan Dan Uji Aktivitas Bakteri Pengoksidasi Sulfur Dari Danau Ranau Lampung Barat Untuk Mendukung Budi Daya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)”.

Untuk kedua orang tua tercinta, Ibu Lasma Dewi dan Bapak Ngatiyo, yang selalu memberikan doa yang tak pernah putus, nasihat dan dukungan kepada saya.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

Skripsi yang berjudul “*Penapisan dan Uji Aktivitas Bakteri Pengoksidasi Sulfur Dari Danau Ranau Lampung Barat Untuk Mendukung Budi Daya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)*” adalah salah satu syarat 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 FP Unila;
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan serta Dosen Pembimbing Utama;
3. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
4. Limin Santoso, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama;
5. Deny Sapto Chondro Utomo, S. Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Dr. Ranjit Kumar Nadella, Scientist. selaku Author rujukan penelitian;
7. Kedua orang tua, Ibu Lasma Dewi dan Bapak Ngatiyo.

Bandar Lampung, September 2025

Tata Puspita Dewi

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biologi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi.....	5
2.1.2 Morfologi.....	5
2.1.3 Habitat dan Kebiasaan Hidup	6
2.2 Sulfur.....	7
2.3 Mekanisme Oksidasi Sulfur untuk Bakteri Secara Biologis.....	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.1.1 Waktu Penelitian.....	11
3.1.2 Tempat Penelitian	11
3.2 Bahan dan Alat.....	11
3.2.1 Alat.....	11
3.2.2 Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	14
3.4 Prosedur Penelitian	15
3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	15
3.5 Pembuatan Media Umum.....	15
3.5.1 Pembuatan Media TSA (<i>Trystic Soy Agar</i>)	15
3.5.2 Pembuatan Media TSB (<i>Tryptic Soy Broth</i>).....	16
3.6 Pengambilan Sampel.....	16
3.7 Isolasi Bakteri	16
3.7.1 Pemurnian Bakteri	17
3.7.2 Identifikasi Morfologi.....	17

3.7.2.1 Identifikasi Bakteri Secara Makroskopis.....	17
3.7.2.2 Identifikasi Bakteri Secara Mikroskopis	17
3.8 Uji Biokimia.....	18
3.8.1 Uji Katalase	18
3.8.2 Uji Motilitas.....	18
3.8.3 Uji <i>Oksidative Fermentative</i> (O/F).....	18
3.9 Produksi Ion Sulfur	19
3.10 Uji Oksidasi Sulfur	19
3.11 Identifikasi Bakteri Berdasarkan Sekuen 16S rDNA.....	19
3.12 Analisis Data	19
VI. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Uji Produksi Sulfur	20
4.1.2 Uji Oksidasi Sulfur	21
4.1.3 Identifikasi Bakteri.....	21
4.1.3.1 Morfologi koloni BSR dengan uji makroskopis	21
4.1.3.2 Morfologi sel dari berbagai isolat BSR (Bakteri Sulfur Ranau)	22
4.1.4 Uji Biokimia.....	23
4.1.5 Identifikasi Bakteri Berdasarkan Sekuen 16S rDNA.....	24
4.2 Pembahasan.....	25
V. SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat yang digunakan	11
2. Bahan-bahan yang digunakan	13
3. Morfologi koloni dari berbagai bakteri BSR (Bakteri Sulfur Ranau)	21
4. Morfologi sel dari berbagai bakteri BSR (Bakteri Sulfur Ranau)	22
5. Uji biokimia isolat bakteri	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian	4
2. Morfologi Ikan Nila	6
3. Peta Lokasi sumber air panas Danau Ranau	15
4. Produksi ion sulfur dari berbagai isolat bakteri air panas Danau Ranau	20
5. Oksidasi sulfur dari berbagai isolat bakteri air panas Danau Ranau.....	21
6. Pewarnaan Gram positif & Gram negatif.....	23
7. Analisis 16S rDNA dalam pohon Filogenetik	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Pribadi	37
2. Format FASTA.....	38
3. Penjajaran Sekuens Parsial 16S rDNA.....	40
4. Pengamatan makroskopis isolat bakteri	42
5. Pengamatan mikroskopis isolat bakteri	43

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan budi daya air tawar yang memiliki prospek sangat baik untuk dikembangkan dan memiliki kemampuan adaptasi yang baik sehingga menjadi komoditas unggul dalam budi daya perikanan di Indonesia (Permana, 2020). Salah satu lokasi yang dapat digunakan untuk budi daya air tawar yaitu danau. Secara umum, danau memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai tempat usaha budi daya ikan menggunakan keramba jaring apung. Teknologi budi daya ikan dalam keramba jaring apung (KJA) saat ini telah berkembang pesat di berbagai perairan danau dan waduk seperti Saguling, Cirata, Jatiluhur, dan Danau Ranau (Handayani, 2007).

Danau Ranau terletak di perbatasan Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung dan Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan Provinsi Sumatera Selatan. Masyarakat dan pemerintah Kabupaten Lampung Barat memanfaatkan Danau Ranau sebagai lokasi budi daya ikan dan pariwisata seperti objek wisata Gunung Semuning dan air panas (Prasetya & Askan, 2017). Namun, pembudidaya KJA di Danau Ranau menghadapi permasalahan berupa kematian ikan secara massal yang disebabkan oleh *upwelling* dan gejala alam tahunan. Kematian ikan secara massal pertama kali terjadi di Danau Ranau pada tahun 1962 yang menyebabkan perubahan warna air danau menjadi putih susu. Sedangkan, tahun 1998 hingga 2011 terjadi fenomena kematian ikan yang cukup signifikan dan menggemparkan masyarakat setempat, dimana ribuan ikan dari jala apung maupun ikan liar di Danau Ranau menjadi mati (Akhmad et al., 2011). Tahun 2023 kembali terjadi kematian ikan secara massal yang ditandai dengan banyaknya ikan dalam kondisi lemas

ditemukan di tepi danau, sehingga menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi masyarakat sekitar (Ruth, 2023).

Peristiwa kematian ikan secara massal yang terjadi sebelumnya sering dikaitkan oleh para pembudidaya dengan dua fenomena yaitu gejala alam tahunan atau metilehan dan *upwelling*. Metilehan merupakan aktivitas Gunung Seminung yang menyebabkan belerang terbawa aliran hingga mencapai perairan danau serta KJA milik pembudidaya (Ruth, 2023). Sedangkan, fenomena *upwelling* didefinisikan sebagai peristiwa naiknya partikel, seperti pakan ikan dari lapisan bawah (*thermocline*) ke permukaan air yang diakibatkan oleh perubahan musim yang dapat menyebabkan kematian ikan secara cepat (Firdayanti et al., 2023).

Solusi untuk mengatasi peristiwa kematian ikan secara massal di Danau Ranau dapat dilakukan dengan mengambil bakteri sulfur dari sumber air panas di Gunung seminung, diharapkan isolat bakteri sulfur yang diperoleh dapat dijadikan kandidat probiotik yang mampu mengurangi kandungan sulfur di perairan Danau Ranau. Bakteri pengoksidasi sulfur mampu memanfaatkan senyawa belerang anorganik seperti sulfida, belerang, tiosulfat, dan sulfit sebagai sumber energi. Bakteri ini dapat ditemukan di berbagai lingkungan seperti tanah, air tawar, air laut, air payau, sumber air panas, endapan lumpur, dan besi karat (Huimei et al., 2017). Selain itu, bakteri pengoksidasi sulfur mampu beradaptasi dalam kisaran suhu 5 – 75°C sehingga dapat tumbuh dalam air pada tekanan 1×10^5 kPa dan dapat bertahan pada kondisi pH dibawah 5 – 9,5 (Callbeck et al., 2018).

Pada penelitian sebelumnya, Laras (2021) telah berhasil mengisolasi bakteri *Bacillus cereus* dari Sumber Air Panas Way Panas Kalianda, Lampung Selatan. Nadella et al., (2019) menemukan enam isolat yang dapat secara efisien menurunkan pH medium menjadi 3 dari pH awal 7 dalam waktu 96 jam setelah diinkubasi pada suhu 30°C. Kadar ion sulfat (12,65 mg/ml) dan enzim sulfur oksidase (16,64 mM sulfur/ml) dihasilkan oleh isolat bakteri *Halothiobacillus* sp. Kajian mengenai bakteri pengoksidasi sulfur dari sumber air panas, Danau Ranau belum pernah dilakukan sehingga informasi terkait masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian mengenai penapisan dan uji oksidasi sulfur di Danau Ranau, Lampung Barat.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan identifikasi bakteri sulfur dari Danau Ranau untuk mendukung budi daya ikan nila (*O. niloticus*).

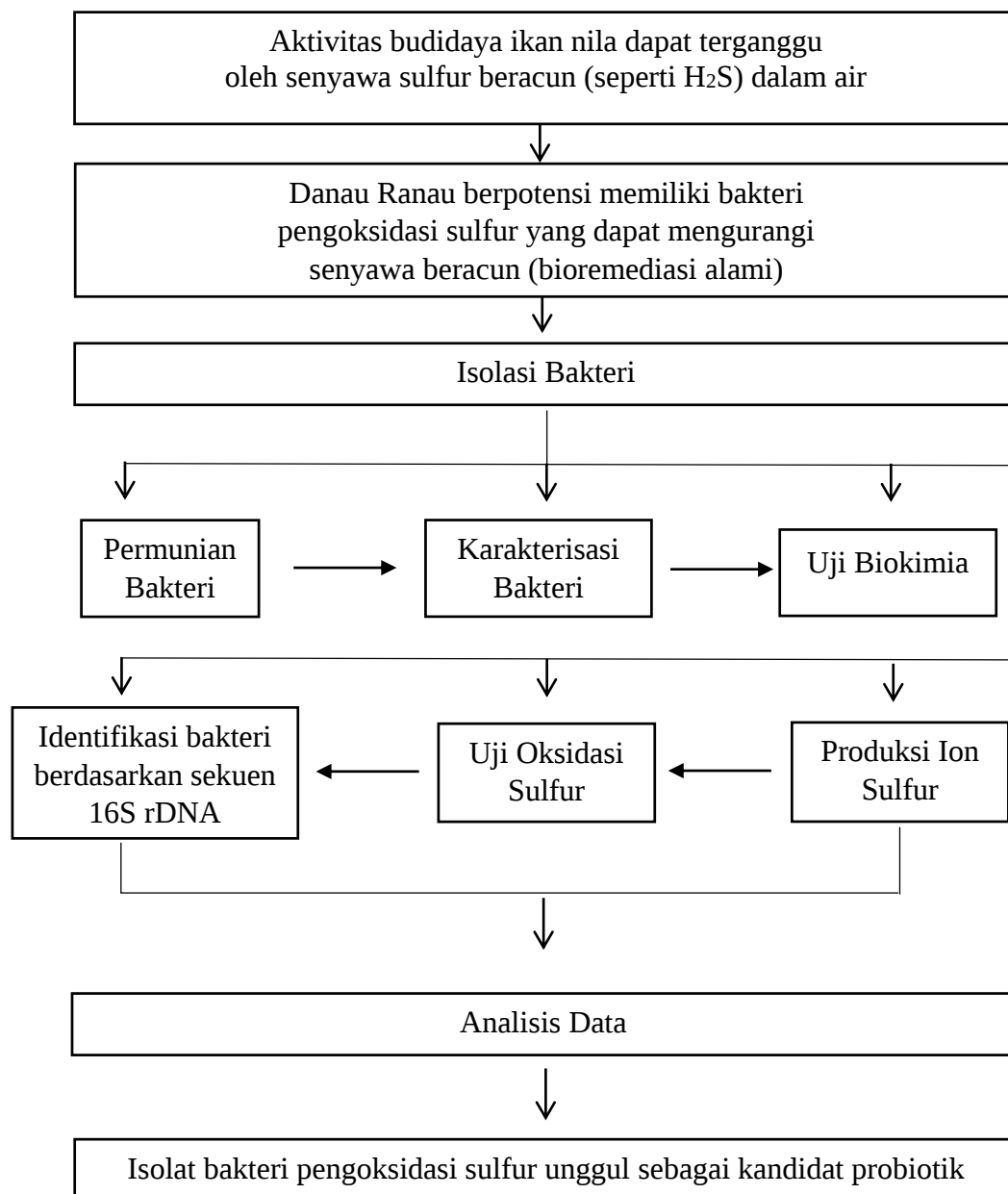
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah bagi mahasiswa dan masyarakat pembudi daya mengenai bakteri pengoksidasi sulfur dari Danau Ranau, Lampung Barat.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Permasalahan utama dalam kegiatan budidaya ikan nila (*O. niloticus*), terutama di perairan alami atau semi-alami, adalah penurunan kualitas air akibat akumulasi senyawa sulfur beracun seperti hidrogen sulfida (H_2S). Senyawa ini dapat mengganggu kesehatan ikan, menurunkan laju pertumbuhan, bahkan menyebabkan kematian jika konsentrasinya tinggi. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi yang ramah lingkungan untuk mengurangi senyawa sulfur tersebut dalam perairan budidaya.

Danau Ranau di Lampung Barat merupakan salah satu sumber perairan yang berpotensi mengandung komunitas mikroorganisme alami, termasuk bakteri pengoksidasi sulfur. Bakteri jenis ini memiliki kemampuan untuk mengubah senyawa sulfur beracun menjadi bentuk yang lebih stabil dan tidak berbahaya seperti sulfat. Oleh karena itu, penapisan dan pemanfaatan bakteri pengoksidasi sulfur dari Danau Ranau dapat menjadi alternatif bioteknologi dalam mendukung budidaya ikan nila yang berkelanjutan. Kerangka pikir dapat di sajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

2.1.1 Klasifikasi

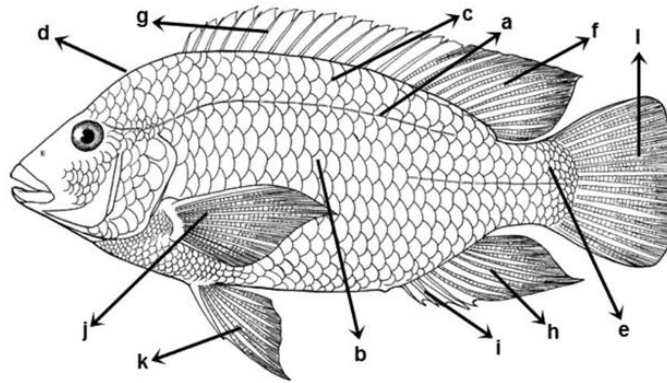
Klasifikasi ikan nila menurut Froese & Pauly (2022) adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
Subkelas	: Acanthopterygii
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

2.1.2 Morfologi

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki bentuk tubuh yang panjang, ramping, dan memiliki sisik berukuran besar dengan tipe sisik *ctenoid*. Jumlah sisik yang terdapat pada tubuh ikan nila sebanyak 34 buah. Sirip punggung (*dorsal fin*) terdiri dari 17 jari-jari sirip keras dan 13 jari-jari sirip lunak. Sirip perut (*ventral fin*) memiliki 1 jari-jari sirip keras dan 5 jari-jari sirip lunak. Sirip anal (*anal fin*) terdiri dari 3 jari-jari sirip keras dan 10 jari-jari sirip lunak. Sirip ekor (*caudal fin*) memiliki 18 jari-jari sirip lunak, dan sirip dada (*pectoral fin*) terdiri dari 15 jari-jari sirip lunak (Suyanto, 2005). Berdasarkan jenis kelaminnya, Ikan nila jantan memiliki warna badan yang lebih gelap dibandingkan ikan betina

dengan alat kelamin berupa tonjolan (papila) yang terletak di belakang lubang anus, dan tulang rahang yang melebar ke arah belakang. Sedangkan, ikan nila betina memiliki dua lubang berupa tonjolan di belakang anus. Pada lubang depan berfungsi untuk mengeluarkan telur, sedangkan lubang belakang berfungsi untuk mengeluarkan air seni. Pematangan telur pada ikan nila betina ditandai dengan membesarnya perut ikan. Morfologi ikan nila disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)
Sumber (Muhotimah et al., 2013)

Keterangan: (a) Jumlah sisik pada linnea lateralis ; (b) Jumlah sisik dibawah linnea lateralis ; (c) Jumlah sisik diatas linnea lateralis ; (d) Jumlah sisik di muka sirip punggung ; l Jumlah sisik sekeliling batang ekor ; (f) Jumlah jari-jari lemah pada sirip punggung ; (g) Jumlah jari-jari keras pada sirip punggung ; (h) Jumlah jari-jari lemah pada sirip anal ; (i) Jumlah jari-jari keras pada sirip anal ; (j) Jumlah jari-jari lemah pada sirip dada ; (k) Jumlah jari-jari lemah pada sirip perut ; (l) Jumlah jari-jari lemah pada sirip ekor.

2.1.3 Habitat dan Kebiasaan Hidup

Ikan nila umumnya ditemukan di perairan tawar seperti danau, sungai, rawa, dan waduk. Ikan ini memiliki sifat *euryhaline* yaitu kemampuan untuk mentolerir terhadap salinitas yang tinggi dan mampu hidup dengan baik di perairan air laut maupun payau dengan salinitas 0-35 ppt. Namun, salinitas optimal untuk pertumbuhan ikan nila berkisar 0-30 ppt. Meskipun demikian, beberapa jenis ikan nila masih mampu bertahan hidup pada salinitas 31-35 ppt sehingga pertumbuhan ikan nila cenderung melambat pada kondisi tersebut (Mujalifah et al., 2018).

Ikan nila merupakan ikan omnivora yang dapat berkembang dengan baik pada berbagai jenis makanan. Pada tahap benih, ikan nila umumnya memakan

plankton dan lumut sebagai sumber makanan utama. Sedangkan pada tahap dewasa, ikan nila dapat mengkonsumsi pakan berupa pelet dan daunt alas yang memiliki kandungan protein 20-25%. Kebiasaan makan ikan nila bervariasi sesuai dengan umur dan tahap perkembangan. Benih ikan nila lebih suka memakan zooplankton, rotifera, copepod, dan jamur gram. Sedangkan ikan nila dewasa memiliki kemampuan untuk mengumpulkan makanan di dalam air dengan bantuan lendir (*mucus*) yang terdapat di dalam mulutnya.

2.2 Sulfur

Sulfur atau belerang merupakan unsur kimia di dalam sistem periodik dengan simbol S, nomor atom 16, dan unsur paling umum ke-17 di kerak bumi dari 105 unsur penyusun kerak bumi dengan konsentrasi sekitar 0,06-0,10%. Sulfur bersifat non-logam dan ditemukan dalam tiga bentuk alami yang berbeda yaitu, alfa (kuning), beta (coklat), dan gamma (kuning pucat) serta sulfur memiliki kelarutan yang bervariasi dalam pelarut organik, namun tidak terlarut dalam udara (Germida et al., 2021). Sulfur terdapat dalam bentuk organik dan anorganik yang didaur ulang melalui proses mineralisasi, mobilisasi, imobilisasi, oksidasi, dan reduksi (Jamal et al., 2010).

Sulfur memiliki komponen penting dalam bahan organik bagi tanaman, hewan, mikroorganisme, dan manusia. Selain memberikan manfaat bagi tanaman dan manusia, proses oksidasi sulfur sangat dipengaruhi oleh keanekaragaman mikroba, tanah, dan faktor lingkungan (Fuentes-Lara et al., 2019). Sulfur mempunyai unsur penting yang terdapat dalam berbagai molekul biologi aktif yang ditemukan dalam bentuk tereduksi sehingga semua organisme hidup memerlukan sulfur sebagai komponen unturnya. Sulfur sebagian besar diserap dalam bentuk sulfat yang kemudian direduksi menjadi sulfida untuk membentuk senyawa yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Jumlah rata-rata kandungan sulfur dalam organisme mencapai 0,2% dari berat keringnya. Di lingkungan alam, senyawa belerang terbentuk melalui berbagai proses seperti aktivitas letusan gunung berapi, aktivitas mikroorganisme, penguapan udara, dan pembusukan organisme.

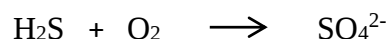
Siklus sulfur diawali dengan perubahan sulfur dari hidrogen sulfida men-

jadi sulfur dioksida, kemudian dioksida tersebut menjadi sulfat, dan sulfat kembali menjadi hidrogen sulfida. Sulfur di alam terdapat dalam berbagai bentuk, didalam tanah, sulfur umumnya ditemukan dalam bentuk mineral, di udara berupa gas sulfur dioksida dan di dalam tubuh organisme sebagai komponen penyusun protein. Siklus sulfur di mulai dari dalam tanah, ketika ion sulfat diserap oleh akar tanaman dan dimetabolisme menjadi komponen penyusun protein dalam tumbuhan. Selanjutnya ketika hewan dan manusia mengkonsumsi tumbuhan tersebut, protein yang mengandung sulfur akan berpindah ke tubuh hewan dan manusia. Dalam tubuh manusia, senyawa sulfur mengalami metabolisme dimana sisa-sisa dari metabolisme tersebut diuraikan oleh bakteri dalam lambung berupa gas. Salah satu komponen yang terkandung dalam gas tersebut adalah sulfur. Selain itu, sulfur banyak ditemukan di kerak bumi dan dapat diserap oleh tumbuhan dalam bentuk sulfat. Sulfur memiliki unsur penting yang diperlukan dalam sintesis senyawa protein. Sulfat yang terdapat di dalam tanah diserap oleh tumbuhan dan digunakan dalam proses sintesis protein melalui rantai makanan, sulfur kemudian berpindah ke organisme konsumen. Setelah organisme tersebut mati, senyawa sulfur yang terkandung di dalam tubuhnya akan mengalami secara aerob yang menghasilkan sulfat kembali, apabila proses penguraian berlangsung secara anaerob maka akan dihasilkan gas sulfur dan sulfida (Cunningham et al., 2001).

Gas sulfur dan sulfida dihasilkan melalui proses reduksi senyawa sulfat secara anaerob oleh bakteri pereduksi sulfur. Gas sulfur dan sulfida yang terdapat di udara mengalami oksidasi membentuk unsur sulfur yang kemudian mengalami oksidasi kembali menjadi sulfat dalam tanah. Selain itu, pembentukan sulfur juga dapat terjadi akibat pembakaran bahan bakar fosil, batu bara, dan aktivitas gunung berapi. Gas sulfur dioksida yang dilepaskan ke atmosfer akan mengalami reaksi kimia dengan udara sehingga membentuk asam sulfat (H_2SO_4). Proses ini menyebabkan pengembunan di awan yang kemudian menurunkan hujan asam. Air hujan tersebut kemudian masuk kedalam tanah dan mengalami perubahan menjadi ion sulfat yang merupakan bentuk anorganik sulfat yang sangat penting bagi tanaman. Ion sulfat ini dapat diserap oleh akar tanaman dan berpindah melalui siklus alam yaitu tanah, udara, dan organisme hidup. Sulfur akan direduksi oleh bakteri

menjadi sulfida dan berbentuk hidrogen sulfida kembali (Wulandari et al., 2023).

Reaksi oksidasi sulfur dalam siklus sulfur sebagai berikut :



Proses rantai makanan disebut sebagai proses perpindahan sulfat ketika semua organisme mati dan diuraikan oleh komponen organik yaitu bakteri. Bakteri yang berperan dalam proses siklus sulfur adalah bakteri kemolitotrof seperti bakteri *Thiobacillus* yang mengoksidasi sulfur menjadi bentuk sulfat (William, 2004).

2.3 Mekanisme Oksidasi Sulfur untuk Bakteri Secara Biologis

Bakteri sulfur memiliki kemampuan untuk mengoksidasi senyawa belerang tereduksi menjadi sulfat sehingga disebut sebagai bakteri oksidasi sulfur (Cama-cho, 2009). Bakteri oksidasi sulfur membentuk interaksi mutualistik yang bergantung pada jenis senyawa belerang, namun interaksi tersebut akan berbentuk senyawa sulfur yang teroksidasi dan tereduksi. Bakteri pengoksidasi sulfur (SOB) memiliki peran penting dalam proses penghilangan H_2S dan senyawa belerang anorganik tereduksi lainnya seperti tiosulfat, sulfit, dan belerang. Senyawa tersebut berfungsi sebagai sumber energi dan karbon bagi bakteri (Kavita et al., 2020).

Bakteri pengoksidasi sulfur memiliki manfaat dalam mengurangi tingkat pencemaran lingkungan seperti mereduksi sulfat terlarut yang bisa memulihkan tingkat keasaman air menjadi pH 6-7 sehingga aktivitas bakteri tersebut memicu terjadinya pengendapan logam berat dalam mengurangi kontaminasi logam berat terlarut di perairan (Fahhrudin & Abdullah, 2013). Ada pun beberapa bakteri pengoksidasi sulfur yang paling sering terdeteksi meliputi *Sulfurimonas*, *Thiobacillus*, *Thioclava*, *Thiohalomonas* dan *Dechloromonas*, dan termasuk dalam *Betaproteobacteria*, *Alphaproteobacteria*, dan *Epsilonproteobacteria*. Diantara bakteri tersebut, *Desulfovibrio*, *Desulfomicrobium*, *Thioclava*, dan *Sulfurimonas* ditemukan di danau dan waduk bersuhu rendah, sedangkan *Desulfotomaculum*, *Desulfotignum*, *Thiobacillus*, dan *Dechloromonas* lebih sering di danau dan waduk bersuhu tinggi (Huimei et al., 2017). Menurut Saputra (2006) terdapat dua kelompok bakteri fotosintetik yaitu bakteri sulfur berwarna ungu dari famili *Chromatiaceae* dan bakteri sulfur berwarna hijau dari famili *Chlorobiaceae*. Kedua

kelompok bakteri sulfur tersebut mampu memanfaatkan energi cahaya di lingkungan bebas oksigen untuk mengubah sulfur menjadi sulfat.

Bakteri pengoksidasi sulfur ditemukan di berbagai lingkungan seperti tanah, air, dan area panas bumi serta ditemukannya senyawa sulfur berada dalam konsentrasi yang lebih tinggi sehingga dapat menemukan habitat yang baik bagi bakteri pengoksidasi sulfur (Druschel et al., 2003). Sumber air panas memiliki kandungan sulfur yang tinggi dan berbagai senyawa sulfur tereduksi di dalam airnya. Hal ini disebabkan oleh lumpur atau sedimen yang tersusun dari senyawa sulfur sehingga lingkungan tersebut berpotensi mendukung pertumbuhan bakteri pengoksidasi sulfur (Watsuntorn et al., 2017). Selain itu, mikroorganisme yang hidup di sumber air panas memiliki kebutuhan nutrisi yang minimal dan aktivitas metabolisme hanya bergantung pada siklus biogeokimia seperti siklus sulfur dan kandungan mineral lainnya (Skirnisdottir et al., 2000). Oleh karena itu, penting untuk mengisolasi dan memilih bakteri pengoksidasi sulfur yang mampu mengoksidasi senyawa sulfur anorganik tereduksi meliputi H_2S , sulfida, belerang, tiosulfat, dan mampu tumbuh dengan baik pada suhu dan pH yang bervariasi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Desember tahun 2024.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Danau Ranau, Kabupaten Lampung Barat, Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Alat	Merek	Fungsi
1	Cawan Petri	Iwaki Pyrex, 100x15 mm	Sebagai tempat perkembangbiakan mikroba.
2	<i>Spreader</i>	Bacterial Cell Spreader Glass Drigalki Triangle	Meratakan cairan di permukaan media agar supaya bakteri yang tersuspensi dalam cairan tersebut tersebar merata.
3	Jarum ose	HHH Jerman	Pengambilan sampel dari media kultur, pengenceran bakteri, dan persiapan biakan mikroorganisme.

No	Nama Alat	Merek	Fungsi
4	Hot plate magnetic stirrer	SH-2 PTPEE	Mengaduk dan memanaskan larutan satu dengan larutan lain yang bertujuan untuk membuat suatu larutan homogen dengan bantuan batang magnet (<i>stir bar</i>).
5	Laminar air flow	Airtech	Mencegah masuknya mikroorganisme dan patogen di dalam laminar air flow.
6	Erlenmeyer	Onemed	Wadah dari bahan kimia cair.
7	Bunsen	-	Pemanasan, sterilisasi dan pembakaran.
8	Autoklaf	Gea YX-18 LDJ	Mensterilisasi suatu benda menggunakan uap bersuhu dan bertekanan tinggi (121°C , 15 lbs) selama kurang lebih 15 menit.
9	Inkubator	Biobase BJPX	Menginkubasi suatu bakteri agar dapat hidup pada suatu media atau substrat.
10	Lemari pendingin	Sharp	Mempertahankan suhu sehingga kontaminasi bakteri tidak terjadi ketika digunakan.
11	Tabung reaksi	-	Tempat mereaksikan dua larutan/bahan kimia atau lebih, serta sebagai tempat mengembangbiakan mikroba dalam media cair.
12	<i>Object glass</i>	Onemed	Untuk meletakkan sampel yang akan diamati di mikroskop.
13	Mikroskop	<i>Leica</i>	Mengamati objek yang ukuran kecil dan benda yang tidak tampak oleh indra penglihatan.
14	<i>Cover glass</i>	Onemed	Untuk menutup sampel di <i>object glass</i> .
15	Pipet tetes	-	Proses pemindahan cairan dari satu wadah ke wadah lainnya.
16	Mikro pipet	DLAB	Memindahkan larutan atau cairan dari satu tempat ke tempat yang lainnya, tetapi untuk volume yang sangat

No	Nama Alat	Merek	Fungsi
17	Blue tip	Onemed	kecil (di bawah 1 ml) Mengambil larutan dalam ukuran mikro 150 µL sampai 100 µL.
18	Tabung <i>corning</i>	Onemed	Wadah sampel air.
19	<i>Coolbox</i> dan thermos	Lion star	Tempat transportasi penyimpanan sampel yang akan dibawa ke laboratorium
20	Spatula	-	Mengambil bahan bentuk serbuk.
21	Rak Tabung	-	Meletakkan tabung reaksi.
22	<i>Vortex</i>	Stuart SA8	Menghomogenkan larutan dalam botol dan tabung.
23	Log book	-	Mencatat kegiatan harian.
24	<i>Spektrofotometer</i>	-	Mengukur daya absorbansi.
25	Timbangan digital	Sojiky	Menimbang media.
26	<i>Coolpack</i>	-	Alat pendingin pada <i>coolbox</i> .
27	pH meter	-	Mengukur kadar keasaman dalam air.
28	Oksigen terlarut	Hanna HI98193	Mengukur tingkat oksigen terlarut dalam air.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian disajikan pada Tabel 2 berikut ini :

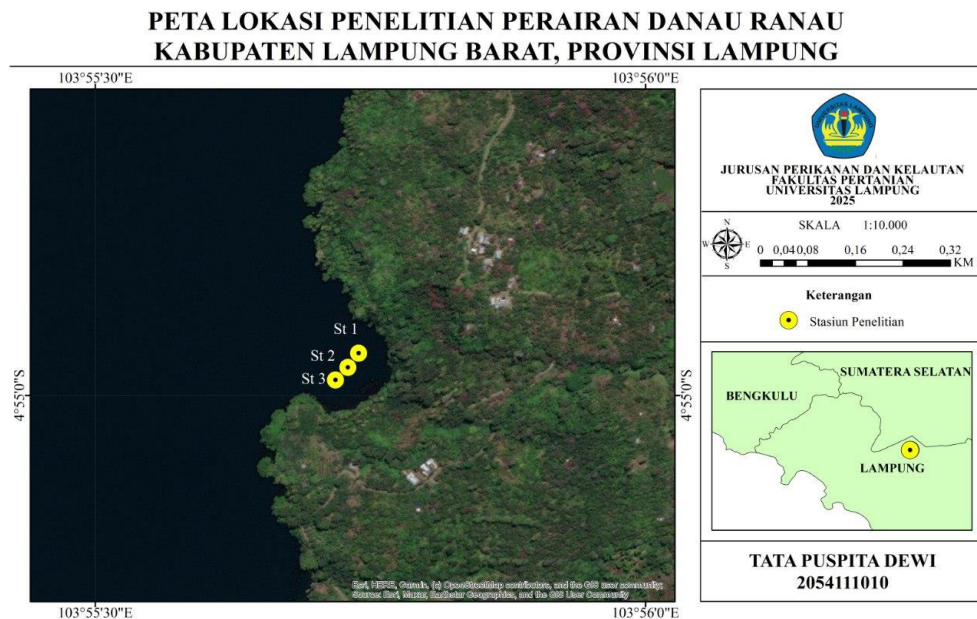
Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Bahan	Konsentrasi	Merek	Fungsi
1	Spritus	-	-	Bahan bakar Bunsen.
2	<i>Alcohol</i>	70%	Onemed	Bahan untuk melakukan sterilisasi.
3	Aquades	-	-	Pelarut bahan kimia.
4	Ultra violet	-	-	Pewarnaan gram.
5	Tisu	-	Paseo	Untuk menjaga kebersihan pada proses pengamatan.
6	Label	-	-	Memberikan tabel pada masing-masing sampel.
7	Media TSA	-	-	Media agar tumbuh bakteri.
8	Kain kasa	-	Onemed	Menutup tabung reaksi dan erlenmeyer.

No	Nama Bahan	Konsentrasi	Merek	Fungsi
9	Karet Gelang	-	-	Mengikat plastik.
10	Sampel air sulfur	-	-	Sampel penelitian.
11	Parafilm	-	-	Merekatkan sampel
12	Kamera	-	-	Dokumentasi.
13	Lugol	-	-	Pewarnaan gram.
14	Safranin	-	-	Pewarnaan gram
15	Kristal Violet	-	-	Pewarnaan gram
16	Sarung tangan	-	Onemed	Pelindung tangan.
17	latex	-	Onemed	Pelindung mulut.
18	Masker	-	Duckbill	Membungkus cawan
19	Plastik wrapping	-	Klin pak	petri.
20	Alumunium foil	-	Klin pak	Membungkus alat
21	Plastik tahan panas	-	-	Membungkus alat dan bahan saat sterilisasi.
22	Media TSB	-	-	Media alternatif penyimpanan jamur untuk jangka waktu lama.
23	NaCl, Glycerol,	-	-	Reagen sulfur
	HCl	-	-	Reagen sulfur
24	BaCl ₂	10%	-	Reagen sulfur
25	Kapas	-	Onemed	Penutup tabung reaksi dan Erlenmeyer.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini berjenis eksploratif. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di sumber air panas Danau Ranau, Kabupaten Lampung Barat. Peta lokasi pengambilan sampel disajikan pada Gambar 3.



3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat berbahan kaca terlebih dahulu dicuci hingga bersih, dikeringkan, dibungkus menggunakan kertas, dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Bahan yang disterilisasi berupa media agar yang telah dilarutkan dalam erlenmeyer dan ditutup menggunakan kasa dan *aluminium foil*. Sterilisasi alat dan bahan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Sterilisasi alat dan bahan lainnya menggunakan bunsen dan *alcohol 70%*.

3.5 Pembuatan Media Umum

3.5.1 Pembuatan Media TSA (*Tryptic Soy Agar*)

Media TSA ditimbang sebanyak 20 g lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan aquades kemudian dipanaskan dengan *hot plate* dan *magnetic stirrer* hingga homogen. Media yang sudah homogen ditutup dengan kasa, dan dilapisi *aluminium foil* serta diikat dengan karet gelang. Erlenmeyer yang berisi media dibungkus dengan plastik tahan panas untuk disterilisasi dalam autoclave 1 atm pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu media dituangkan ke dalam

cawan petri steril. Kemudian ditunggu hingga dingin dan menjadi padat sehingga media siap digunakan.

3.5.2 Pembuatan Media TSB (*Tryptone Soya Broth*)

Media TSB ditimbang sebanyak 15 g lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer ditambahkan aquades sebanyak 500 ml kemudian dipanaskan dengan *hot plate* dan *magnetic stirrer* hingga homogen. Media yang sudah homogen ditutup dengan kapas dan dilapisi *aluminium foil* serta diikat dengan karet gelang. Erlenmeyer yang berisi media dibungkus dengan plastik tahan panas untuk disterilisasi dalam autoclave 1 atm pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu media dituangkan ke dalam tabung reaksi steril. Kemudian media ditunggu hingga dingin dan menjadi cair sehingga media siap digunakan.

3.6 Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil berupa air dari sumber air panas di Gunung Semung, Lampung Barat pada Maret 2024. Setiap titik diambil 3 sampel dengan 2 kali pengulangan, kemudian dimasukan ke dalam tabung corning. Agar suhu sampel air panas tetap terjaga, sample dimasukkan ke dalam termos. Pengukuran parameter kualitas air juga dilakukan yaitu mengukur suhu, DO, dan pH.

3.7 Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan cara sampel air dari sumber air panas dihomogenkan dengan vortex. Sampel diambil menggunakan mikropipet sebanyak 50 dan 100 µl. Air sampel yang sudah dituang ke media disebar secara merata menggunakan *spreader*, kemudian media TSA diinkubasi 50 °C selama 24 jam untuk diamati pertumbuhan koloninya.

3.7.1 Pemurnian Bakteri

Isolat bakteri yang sudah 24 jam diambil 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.

3.7.2 Identifikasi Morfologi

3.7.2.1 Identifikasi Bakteri Secara Makroskopis

Hasil dari bakteri tunggal murni akan dikarakterisasikan dengan makroskopis. Setiap koloni yang tumbuh akan diamati morfologinya meliputi warna, bentuk, dan tepi koloni yang diamati dari bagian atas, sedangkan permukaan koloni diamati dari bagian samping.

3.7.2.2 Identifikasi Bakteri Secara Mikroskopis

Setelah dilakukan pengamatan secara makroskopis, tahap selanjutnya pengamatan karakterisasi mikroskopis menggunakan pewarnaan gram. Kultur isolat yang berumur 24 jam diambil dengan menggunakan jarum ose steril lalu digoreskan pada kaca preparat. Kemudian difiksasi di atas bunsen, ditetaskan larutan kristal violet, dan dibiarkan selama 3 menit, lalu dibilas menggunakan air mengalir. Setelah itu, ditetesi dengan larutan lugol selama 1 menit, lalu dibilas kembali dengan air mengalir, larutan lugol berfungsi untuk merekatkan warna dasar ungu atau sebagai penguat warna dan membentuk kristal iodin (Silaban & Simamora, 2018). Kemudian ditetesi dengan alkohol hingga sisa zat warna hilang, dibilas kembali dengan air mengalir, lalu ditetesi dengan larutan safranin dan dibiarkan hingga mengering. Tahap terakhir dilakukan pengamatan mikroskop dengan pembesaran 100x, kemudian ditetesi dengan minyak imersi. Hasil yang diperoleh menunjukkan warna biru keunguan adalah bakteri Gram-positif, sedangkan hasil yang menunjukkan warna merah adalah Gram-negatif.

3.8 Uji Biokimia

3.8.1 Uji Katalase

Uji katalase bertujuan untuk mengidentifikasi mikroba dalam menghasilkan enzim katalase yang berfungsi memecah hidrogen peroksida yang terbentuk dari proses respirasi aerob dan bersifat toksik terhadap bakteri menjadi air dan oksigen. Uji katalase dilakukan dengan meneteskan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% pada permukaan koloni. Bakteri yang menunjukkan sifat katalase positif, akan terlihat pembentukan gelembung gas di sekitar koloni, sementara jika tidak ada pembentukan gas maka bakteri tersebut bersifat katalase negatif (Laras, 2021).

3.8.2 Uji Motilitas

Uji motilitas bertujuan untuk mengetahui pergerakan dari suatu bakteri. Satu ose koloni bakteri murni diinokulasi dengan cara ditusukkan secara tegak lurus di tengah media *Sulfide Indole Motility* (SIM). Media diinkubasi dengan suhu 30°C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh jika bakteri positif (motil) ditunjukkan dengan adanya penyebaran bakteri di sekitar media tusukan dan jika bakteri negatif (non-motil) ditunjukkan dengan tidak adanya penyebaran bakteri disekitar tusukan media (Sudarsono, 2008).

3.8.3 Uji Oksidative Fermentative (O/F)

Uji *oksidative fermentative* untuk mengetahui sifat bakteri dalam memanfaatkan glukosa melalui proses oksidatif dan fermentatif (Cowan & Steel, 1974). Pengujian ini dilakukan menggunakan dua media O/F yang dimana salah satu tabung ditutup parafin cair, kemudian tabung tersebut diinkubasi selama 24 jam. Jika media yang ditutup parafin mengalami perubahan warna menjadi kuning, hal ini menunjukkan bahwa bakteri memfermentasi karbohidrat dalam kondisi anaerob dan bersifat fermentatif. Jika perubahan warna hanya terjadi pada media terbuka, maka bakteri mengoksidasi karohidrat dalam kondisi aerob dan bersifat oksidatif (Masnilah et al., 2013).

3.9 Produksi Ion Sulfur

Isolat bakteri media TSA miring ditumbuhkan dalam media TSB. Disiapkan larutan kalium sulfat (K_2SO_4) 0,174 g dalam erlenmeyer berkapasitas 100 ml, suspensi bakteri dari TSB diambil sebanyak 1 ml lalu dimasukkan ke dalam tabung *corning*, ditambahkan larutan Batrium Klorida ($BaCl_2$) 10% dengan perbandingan 1:1, NaCl 15 g, gliserol 10 ml, Etanol 95% 20 ml, dan HCl 6 ml dalam erlenmeyer berkapasitas 100 ml. Kemudian di spektrofotometer dengan panjang gelombang 450 nm (Nadella et al., 2019).

3.10 Uji Oksidasi Sulfur

Uji oksidasi sulfur dilakukan menggunakan tabung *corning* dengan mengambil suspensi sel ion sulfur sebanyak 1 ml, buffer natrium asetat 4,5 ml, Na_2S 0,5 ml diinkubasi pada suhu 50°C selama 1 jam. Lalu disentrifugasi pada 10.000 rpm dan ditambahkan Batrium Klorida 10%. Kemudian dispektrofotometer dengan panjang gelombang 450 nm (Nadella et al., 2019).

3.11 Identifikasi Bakteri Berdasarkan Sekuen 16S rDNA

Analisis sekuen 16S rDNA dalam penelitian ini dilakukan dengan mengirimkan sampel isolat terpilih dari penghasil bakteri pengoksidasi sulfur yang telah dimurnikan ke PT. Indolab Utama, Cengkareng, Jakarta Barat. Proses identifikasi bakteri pengoksidasi sulfur menggunakan metode sekuensing dilakukan dengan membandingkan urutan nukleotida terhadap database menggunakan program *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) melalui situs <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Hasil identifikasi bakteri berdasarkan 16S rDNA ini berupa nama spesies bakteri dan tingkat kesamaan urutan nukleotida 16S rDNA isolat dengan urutan nukleotida dari spesies bakteri yang sesuai dalam database *Gene bank*.

3.12 Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan *Microsoft excel*, dianalisis secara deskriptif, disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil isolasi, uji morfologi, uji biokimia, analisis 16S rDNA diperoleh satu isolat bakteri yang memiliki kemampuan mengoksidasi sulfur sebesar $16,39 \pm 0,75$ mM sulfur/ml dan diidentifikasi sebagai bakteri *Macrococcoides caseolyticum* dengan kode BSR.9. Bakteri *Macrococcoides caseolyticum* memiliki potensi untuk mengoksidasi sulfur.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji patogenisitas dari bakteri *Macrococcoides caseolyticum* BSR.9 pada ikan budi daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, Z., Akhmad, B., Agus, S., & Ugan, B., S. (2011). Studi awal fenomena kematian ikan di Danau Ranau, Sumatra Selatan. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 2(2),77-94.
<https://jlbgeologi.esdm.go.id/index.php/jlbge/article/view/23>
- Alison, C., M., Elizabeth, A., F., Ben, C., Cassie, C., & Gavin, K., P. (2018). Genome analysis of methicillin resistance in *Macrococcoides caseolyticum* from dairy cattle in England and Wales. *Microbiology society*, 4(8),1-8. <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000191>
- Callbeck, C., M., Lavik, G., Ferdelman, T. G., Fuchs, B., Gruber-Vodicka, H.R., Hach, P.F., Littmann, S., Schoffelen, N.J., Kalvelage, T., Thomsen, S., Schunck, H., Löscher, C.R., Schmitz , R.A., & Kuypers, M.M.M. (2018). Oxygen minimum zone cryptic sulfur cycling sustained by offshore transport of key sulfur oxidizing bacteria. *Journal of Nature Communications*, 9(17),29. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04041-x>
- Camacho, A. (2009). *Sulfur bacteria*. University of Valencia, Burjassot, Spain. Elsevier Inc. 261-278.
- Cowan, S. T., & Steel, K. J. (1974). Manual for the identification of medical bacteria. Cambridge University Press. 1-353.
- Cunningham, W., P., Cunningham, M., A., & Saigo, B. W. (2001). *Environmental science: A global concern*. New York: McGraw-Hill. 412.
- Druschel, G. K., Schoonen, M. A., Nordstrom, D. K., Ball, J. W., Xu, Y., & Cohn, C. A. (2003). Geokimia belerang perairan hidrotermal di taman nasional Yellowstone, Wyoming, AS. Teknik resin penukar anion untuk pengambilan sampel dan pengawetan sulfoksianion di perairan alami. *Geokimia Trans*, 4,12-19. <https://doi.org/10.1186/1467-4866-4-12>.
- Fahrudin., & Abdullah, A. (2013). Dinamika populasi bakteri pada sedimen yang diperlakukan dengan air asam tambang. *Jurnal Alam dan Lingkungan*, 9(17),70-77.
<https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2/article/view/4875>

- Firdayanti, N. A., Harsono, G., & Faidha, Y. F. (2023). Prediksi lokasi IUU fishing dengan clustering dan time series forecasting di perbatasan Indonesia– Filipina. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (Jinteks)*, 5 (1),86-91. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v5i1.2259>
- Friedrich, C. G., Rother, D., Bardischewsky, F., Quentmeier, A., & Fischer, J. (2001). Oxidation of reduced inorganic sulfur compounds by bacteria: emergence of a common mechanism?. *Applied and Environmental Microbiology*, 67,2873-2882. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.7.2873-2882.2001>
- Froese, R., & Pauly, D. (2022). *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758. <https://www.fishbase.se/summary/oreochromis-niloticus.html>. Diakses pada tanggal 12 Juli 2024.
- Fuentes-Lara, LO., Medrano-Macías, J., & Pérez-Labrada, F. (2019). From elemental sulfur to hydrogen sulfide in agricultural soils and plants. *Molecules*, 24 (12),2282. <https://doi.org/10.3390/molecules24122282>
- Germida, J., J., Wainwright, M., & Gupta, V. V. (2021). *Biochemistry of sulfur cycling in soil*. Soil Biochemistry. Florida, United States: CRC Press. 1–53 hal.
- Handayani, R. (2007). Optimalisasi distribusi pemasaran ikan mas hidup dari Waduk Cirata (Skripsi Tidak Terpublikasikan). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 158 hal.
- Huimei, T., Peike, G., Zhaohui, C., Yanshu, L., Yan, L., Yansen, W., Jiefang, Z., Guoqiang, L., & Ting, M. (2017). Compositions and abundances of sulfate-reducing and sulfur-oxidizing microorganisms in water-flooded petroleum reservoirs with different temperatures in China. *Journal of Frontiers In Microbiology*, 8,143. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00143>
- Hyunh, T. G., Vu Hang, H., Phan Thi, C. T., Pham Thi, T. N., & Vu Ngoc, U. (2021). Characterizations of sulfur oxidizing bacteria from extensive shrimp ponds. *CTU Journal of Innovation and Sustainable Development*,13:86-95. <https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2021.021>
- Jamal, A., Moon, Y., S., & Abdin, M., Z. (2010). Sulphur a general overview and interaction with nitrogen. *Australian Journal of Crop Science*, 4(7): 523-529. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.536574654936406>
- Kavita, R., Neerja, R., & Birbal, S. (2020). Applications of sulfur oxidizing bacteria. *Physiological and Biotechnological Aspects of Extremophiles*. 131-136. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818322-9.00010-1>
- Kumar, N., R., Archana, K., K., Basha, K., A., Muthulakshmi, T., Joseph, T., C., & Prasad, M. M. (2018). Isolation and identification of sulphur

- oxidizing bacteria from freshwater fish farm soil. *Fish Technology*, 55,270–275. <https://doi.org/10.56093/ft.v55i4.84249>
- Laras, M. (2021). Isolasi dan penapisan bakteri termofilik pemecah amilum dan protein dari sumber air panas Way Panas Kalianda Lampung Selatan. *Jurnal Perikanan & Kelautan*, 26(3),161-168. <https://pdfs.semanticscholar.org/c939/dd816466383a81f876458dbaa72b7f564906.pdf>
- Lina, S. (2022). Isolasi dan karakterisasi bakteri termofilik di pemandian air panas Way Belerang Desa Kecapi Kecamatan Kalianda Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung (No Publikasi 18730) [Skripsi, UIN Raden Intan Lampung].
- Lensmire, Joshua, M., H., & Neal, D. (2019). Nutrient sulfur acquisition strategies employed by bacterial pathogens. *Current Opinion in Microbiology*, 47,52–58. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2018.11.002>
- Masnilah, R., Astono, T. H., & Aini, L. Q. (2013). Karakterisasi bakteri penyebab penyakit hawar daun edamame di Jember. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1),10-14. <https://bip.jurnal.unej.ac.id/index.php/BIP/article/view/326>
- Muhotimah, M., Triyatmono, B., Priyono, S.B, & Kuswoyo, T. (2013). Analisis morfometrik dan meristik nila (*Oreochromis* sp.) strain Larasati F5 dan tetuanya. *Jurnal Perikanan*, 15(1),42-53. <https://doi.org/10.22146/jfs.9096>
- Mujalifah, Santoso, H., & Laili, S. (2018). Kajian morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam habitat air tawar dan air payau. *Bioscience-Tropic*, 3(3),10–17. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v3i3.146>
- Nadella, R., K., Vaiyapuri, M., Kusunur, A., B., Joseph, T., C., Velayudhan, L. K., & Mothadaka, M., P. (2019). Isolation and characterization of sulphur oxidizing bacteria (*Halothiobacillus* sp.) from aquaculture farm soil. *Journal of Environmental Biology*, 40(3), 363-369. <https://doi.org/10.22438/jeb/40/3/MRN-914>
- Permana, D. (2020). Pendederan ikan nila *Oreochromis* sp . dalam media salin. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP). 51 Hal
- Prasetya, D., B. & Ansar, Z. (2017). Pengembangan Desa wisata berbasis community based tourism pada kawasan Danau Ranau Lumbok Seminung Lampung Barat. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 6 (1),60-72. <https://media.neliti.com/media/publications/158737-ID-pengembangan-desa-wisata-berbasis-commun.pdf>
- Praveen, R., Ashwin, R., Davis, J., B., & Ambika, H., S. (2023). Sulfur oxidizing bacteria in agro ecosystem and its role in plant productivity. *Journal of Applied Microbiology*, 134(8),1-5. <https://doi.org/10-1093/jambio/lxad161>

- Rana, D., Nemat, M., Hossein, B., & Blazo, L. (2023). Identification of sulfur oxidizing bacteria from fishponds and their performance to remove hydrogen sulfide under aquarium conditions. *Journal Brazilian of Microbiology*, 54, 3163–3172. <https://doi.org/10.1007/s42770-023-01128-6>.
- Ruth, I. S. K. (2023). Menelisik penyebab kematian massal ikan di Danau Ranau, Lampung. Antara News. Diakses pada tanggal 4 Mei 2024. <https://www.antaranews.com/berita/3350010/menelisik-penyebab-kematian-massal-ikan-di-danau-ranau-lampung>.
- Saputra. (2006). Penerapan Biofilter untuk penghilangan NH_3 dan H_2S dengan menggunakan bakteri *Nitrosomonas* sp dan *Thiobacillus* sp. (Skripsi Tidak Terpublikasikan). Fakultas Teknologi Pertanian – IPB, Bogor.
- Sefi, D., M., Esti, H., & Hilma, P., F. (2021). Skrining bakteri termofilik potensial amilolitik dari sumber air panas Way Belerang Kalianda Lampung Selatan. *Journal of Aquatropica Asia*, 6(1), 1-7. <https://journal.ubb.ac.id/aquatropica/article/view/2458/1510>
- Silaban, S., & Simamora, P. (2018). Isolasi dan karakterisasi bakteri penghasil amilase dari sampel air tawar Danau Toba. *EduChemia: Jurnal Kimia Dan Pendidikan*, 3(2), 222-231. <http://dx.doi.org/10.30870/educhemia.v3i2.3438>
- Skirnisdottir, S., Hreggvidsson, S., Hjorleifsdottir, V. T., Marteinson, S. K., Petursdottir, O., & Holst, P. (2000). Influence of sulfide and temperature on species composition and community structure of hot spring microbial mats. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(7), 2835-2841. <https://doi.org/10.1128/AEM.66.7.2835-2841.2000>
- Sudarsono, A. (2008). Isolasi dan karakterisasi bakteri pada ikan laut dalam spesies ikan gindara (*Lepidocibium flavobronneum*). (Skripsi Tidak Terpublikasikan). Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Bogor: IPB. 1-12 Hal.
- Suyanto, S.R. (2005). *Nilai*. Penerbit Swadaya, Bogor. 1-38 Hal.
- Vidyalakshmi, R. & Sridar, R. (2011). Development of a carrier based formulation of sulphur oxidizing bacterium for enhancing the productivity of crops requiring sulphur nutrition. *Science*. 1, 345-353.
- Watsuntorn, W., C. Ruangchainikom, E. R. R., Lensa P. N. L., & Chulalaksananukul, W. (2017). Hydrogen sulphide oxidation under anoxic conditions by a nitrate reducing, sulphide-oxidizing bacterium isolated from the Mae Um Long Luang hot spring, Thailand. *Internasional Biodeterioration and Biodegradation*, 124, 196-205. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2017.06.013>
- William, P., C. (2004). *Principle of environmental science inquiry and application*. Second Edi. New York: Mc Graw Hill Companies.

- Wulandari, S., Sari, D., A., W., Anggraini, A., Rahmawati, I., F., Nurlaili, R., Rahmawati, J., M., & Rahmadani, D., F. (2023). *Biologi lingkungan*. CV. Future Science. 1-201 Hal.
- Yumi, M., Chika, T., Yasuhiro, F., & Yutaka, N. (2020). Diversity of Sulfur-oxidizing Bacteria at the Surface of Cattle Manure Composting Assessed by an Analysis of the Sulfur Oxidation Gene soxB. *Japan Science and Technology Information Aggregator, Electronic*, 35(3), 1-5
<https://doi.org/10.1264/jsme2.ME18066>
- Yu, Z., Shengyi, M., Yuxuan, S., Jiaquan, Y., Zhemin, Z., & Heng, L. (2022). Characteristics of population structure, antimicrobial resistance, virulence factors, and morphology of methicillin resistant *Macrococcoides caseolyticum* in global clades. *BMC Microbiology*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12866-022-02679-8>