

**ISOLASI BAKTERI RESISTEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
PADA TIRAM (*Crassostrea gigas*) DARI ALUE NAGA**

SKRIPSI

Diajukan Oleh

MONA LISA

NIM. 180703059

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
TAHUN 2023/1445 H**

PENGESAHAN SKRIPSI

**ISOLASI BAKTERI RESISTEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
PADA TIRAM (*Crassostrea gigas*) DARI ALUE NAGA**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (SI)
dalam Prodi Biologi

Oleh :

MONA LISA
NIM. 180703059

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**

Disetujui Untuk Dimunaqasyahkan Oleh :

Pembimbing I,



Syafrina Sari Lubis, M.Si
NIDN.2025048003

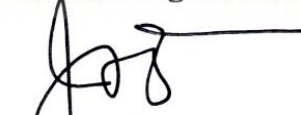
Pembimbing II,



Diannita Harahap, M.Si
NIDN.2022038701

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Muslich Hidayat, M.Si
NIDN.2002037902

PENGESAHAN SKRIPSI

ISOLASI BAKTERI RESISTEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA TIRAM (*Crassostrea gigas*) DARI ALUE NAGA

SKRIPSI

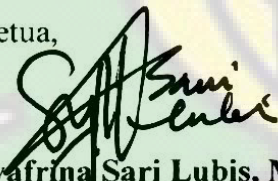
Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program sarjana (S-1)
Dalam Prodi Biologi

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 20 Juli 2023
2 Muharram 1445 H


Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi:

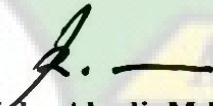
Ketua,


Syafriana Sari Lubis, M.Si
NIDN.2025048003

Sekretaris,


Diannita Harahap, M.Si
NIDN.2022038701

Penguji I,


Rizky Ahadi, M.Pd
NIDN.2013019002

Penguji II,


Ilham Zulfahmi, M.Si
NIDN.1316078801

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIDN.0002106293

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mona Lisa
NIM : 180703059
Program Studi : Biologi
Falkultas : Sains dan Teknologi
Judul : Isolasi Bakteri Resisten Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tiram (*Crassostrea gigas*) Dari Alue Naga

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data
5. Mengerjakan sendiri karya isi dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dipihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang telah ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Falkultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 20 Juli 2023

Penulis,



Mona Lisa

ABSTRAK

Nama : Mona Lisa
NIM : 180703059
Program Studi : Biologi
Falkultas : Sains dan Teknologi
Judul : Isolasi Bakteri Resisten Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tiram (*Crassostrea gigas*) Dari Alue Naga
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Diannita Harahap, M.Si
Kata Kunci : Resistensi, Logam Berat Timbal (Pb), Tiram (*Crassostrea gigas*).

Telah dilakukan penelitian bakteri resistensi logam berat timbal (Pb) pada tiram (*Crassostrea gigas*) dari kawasan Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh. Timbal (Pb) termasuk ke dalam logam yang berjenis transisi golongan B yang bersifat toksik. Adapun masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana karakteristik, kemampuan bakteri meresistensi logam timbal dan kurva pertumbuhan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bakteri, kemampuan bakteri resisten logam berat timbal dan kurva pertumbuhan bakteri yang resisten timbal. Metode yang digunakan isolasi bakteri menggunakan *spread plate* (cawan sebar), uji resisten *disc diffusion* (cakram), dan pengukuran kurva menggunakan Spektrofotometer. Teknik analisis data menggunakan data kualitatif deskriptif dan kuantitatif. Isolasi menggunakan media NA yang mengandung timbal 10 ppm diperoleh sepuluh isolat bakteri yaitu RPB 1 (*Vibrio* sp. 1), RPB 2 (*Salmonella* sp. 1), RPB 3 (*Vibrio* sp. 2), RPB 4 (*Vibrio* sp. 3), RPB 5 (*Staphylococcus* sp.), RPB 6 (*Vibrio* sp. 4), RPB 7 (*Vibrio* sp. 4), RPB 8 (*Salmonella* sp. 2), RPB 9 (*Vibrio* sp. 5), RPB 10 (*Vibrio* sp. 6). Uji resistensi bakteri pada kesepuluh isolat dinyatakan tujuh isolat dapat meresistensi timbal 15 ppm dan 20 ppm. Kesepuluh isolat yang diperoleh isolat yang memiliki nilai ukur zona hambat paling kecil yaitu RPB 9 (*Staphylococcus* sp) pada konsentrasi 15 ppm memperoleh nilai 0,12 mm sedangkan pada 20 ppm 0,24 mm selanjutnya terdapat pada isolat RPB 5 (*Vibrio* sp) dengan nilai rata-rata pada konsentrasi 15 ppm 0,18 mm dan 20 ppm 0,25 mm. Ukur kurva pertumbuhan bakteri dengan menggunakan spektrofotometer pada isolat RPB 9 (*Vibrio* sp 5) yang dinyatakan resisten, diperoleh pada konsentrasi pb 15 ppm fase log (eksponensial) pertumbuhan tertinggi isolat terjadi pada jam ke-40 yaitu dengan nilai absorbansi 2,996 Å sedangkan pada konsentasi pb 20 ppm fase log (eksponensial) pertumbuhan tertinggi terjadi pada jam ke-48 dengan nilai absorbansi 2,226 Å.

ABSTRACT

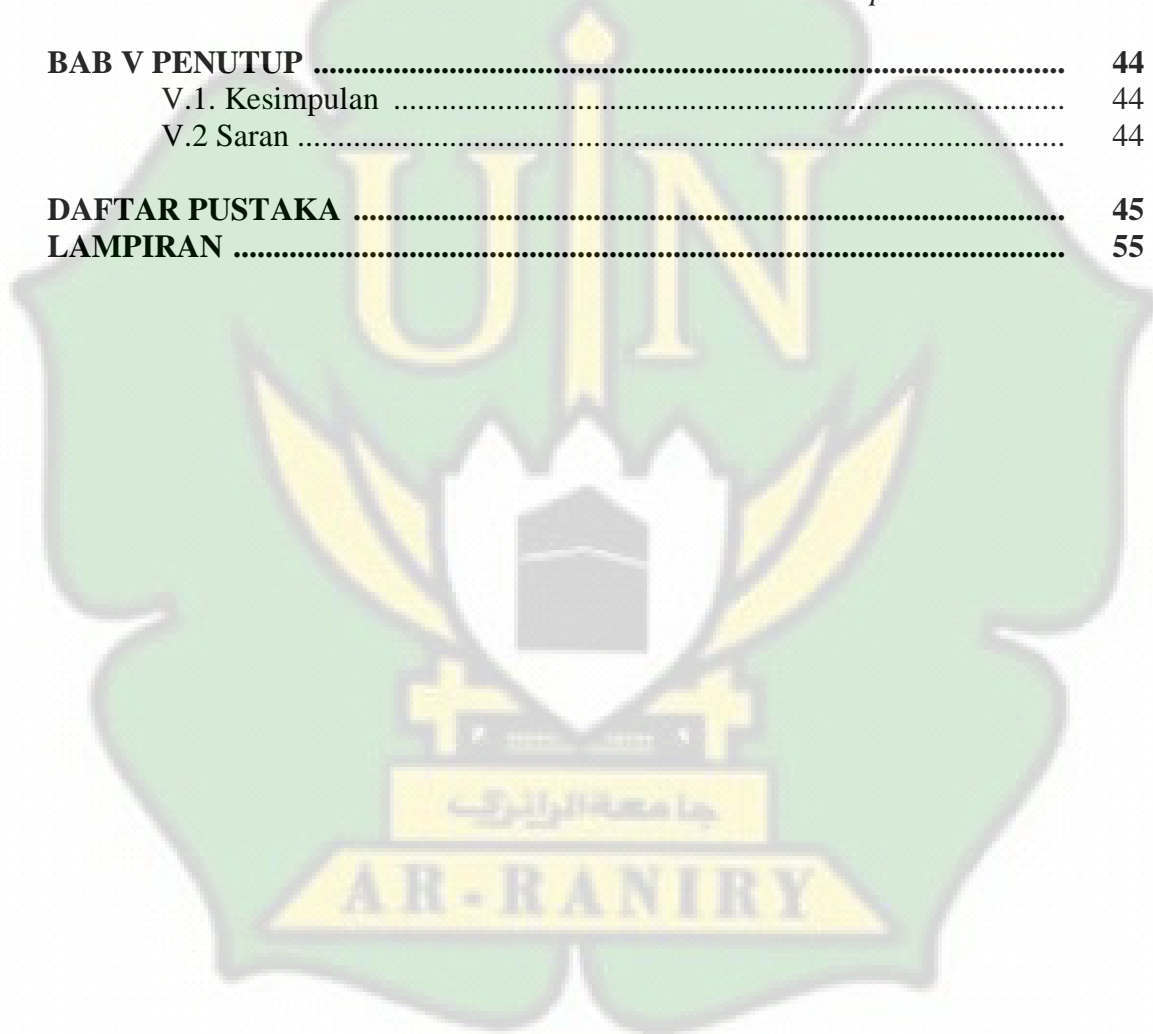
Name : Mona Lisa
NIM : 180703059
Study Program : Biology
Faculty : Science and Technology
Title : Isolation of Lead (Pb) Heavy Metal Resistant Bacteria in Oysters
(*Crassostrea gigas*) From Alue Naga
Supervisor I : Syafrina Sari Lubis, M.Sc
Advisor II : Diannita Harahap, M.Si
Keywords : Resistance, Heavy Metal Lead (Pb), Oyster (*Crassostrea gigas*).

Research on bacteria resistant to the heavy metal lead (Pb) has been carried out on oysters (*Crassostrea gigas*) from the Alue naga area, Syiah Kuala District, Banda Aceh. Lead (Pb) is included in the group B transition metal which is toxic. The problem of this research is what are the characteristics, the ability of bacteria to resist lead metal and the growth curve of bacteria. This study aims to determine the characteristics of bacteria, the ability of bacteria to be resistant to the heavy metal lead and the growth curve of bacteria that are resistant to lead. The method used is bacterial isolation using a spread plate, disc diffusion resistance test, and curve measurement using a spectrophotometer. Data analysis techniques use descriptive qualitative data and quantitative. Isolation using NA media containing 10 ppm lead obtained ten bacterial isolates namely RPB 1 (*Vibrio* sp. 1), RPB 2 (*Salmonella* sp. 1), RPB 3 (*Vibrio* sp. 2), RPB 4 (*Vibrio* sp. 3), RPB 5 (*Staphylococcus* sp.), RPB 6 (*Vibrio* sp. 4), RPB 7 (*Vibrio* sp. 4), RPB 8 (*Salmonella* sp. 2), RPB 9 (*Vibrio* sp. 5), RPB 10 (*Vibrio* sp. 6). Bacterial resistance test on the ten isolates revealed that seven isolates could resist lead 15 ppm and 20 ppm. The ten isolates obtained from the isolate that had the smallest inhibition zone measurement value, namely RPB 9 (*Staphylococcus* sp) at a concentration of 15 ppm, obtained a value of 0.12 mm, while at 20 ppm 0.24 mm, then there were isolates of RPB 5 (*Vibrio* sp) with a value average at concentrations of 15 ppm 0.18 mm and 20 ppm 0.25 mm. Measure the bacterial growth curve using a spectrophotometer on isolate RPB 9 (*Vibrio* sp 5) which was declared resistant, obtained at a pb concentration of 15 ppm log phase (exponential) the highest growth of the isolate occurred at the 40th hour with an absorbance value of 2.996 Å while at a pb concentration 20 ppm log phase (exponential) the highest growth occurred at the 48th hour with an absorbance value of 2.226 Å.

DATAR ISI

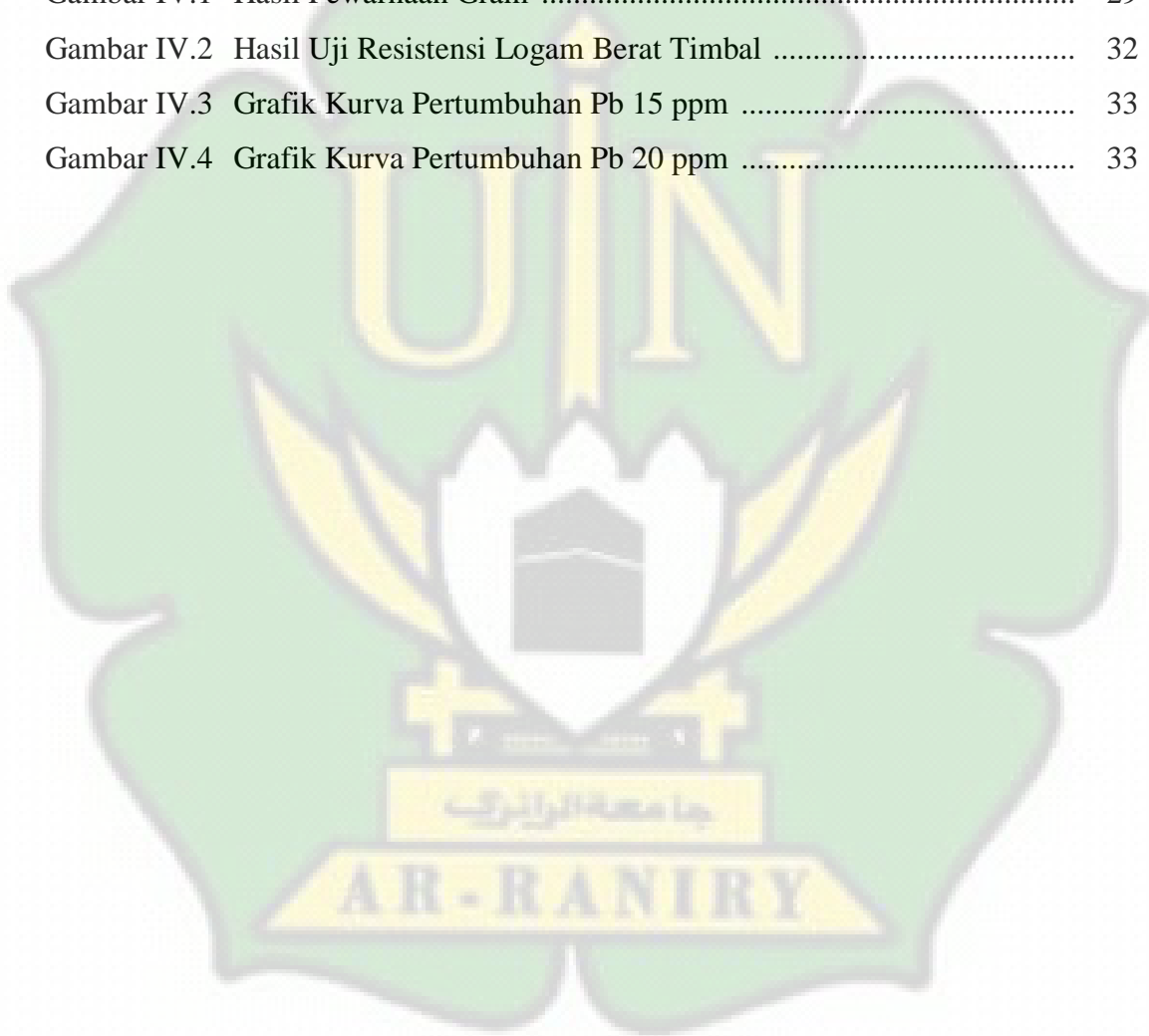
PENGESAHAN PEMBIMBING	i
PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	5
I.3 Tujuan Penelitian	5
I.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Logam Berat	6
II.2 Pencemaran Logam Berat	7
II.3 Timbal (Pb)	9
II.4 Tiram	11
II.5 Bioremediasi	15
II.6 Pengukuran Logam Berat Timbal (Pb)	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
III.2 Rencana Penelitian	18
III.3 Alat dan Bahan Penelitian	18
III.4 Prosedur Kerja	19
III.4.1 Pengambilan Sampel	19
III.4.2 Pembuatan Larutan Induk	19
III.4.3 Isolasi Bakteri dan Pemurnian Bakteri	20
III.4.4 Karakteristik Isolasi Bakteri	21
III.4.5 Pewarnaan Gram	21
III.4.6 UJI Biokimia	22
III.4.7 Uji Resisten Bakteri Terhadap Logam Pb	24
III.4.8 Kurva Pertumbuhan Bakteri	26
III.4.9 Analisis Data	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
IV.1 Hasil Penelitian	27
IV.1.1 Karakteristik Bakteri Resisten Logam Berat Pb	27
IV.1.2 Uji Resistensi Bakteri	31
IV.1.3 Ukur Kurva Pertumbuhan Bakteri	32
IV.2 Pembahasan	34
IV.1.1 Karakteristik Bakteri Resisten Logam Berat Pb	27
IV.1.2 Uji Resistensi Bakteri <i>Vibrio sp</i> , <i>Staphylococcus sp</i> , dan <i>Salmonella sp</i>	31
IV.1.3 Ukur Kurva Pertumbuhan Bakteri <i>Vibrio sp</i>	32
 BAB V PENUTUP	 44
V.1. Kesimpulan	44
V.2 Saran	44
 DAFTAR PUSTAKA	 45
LAMPIRAN	55



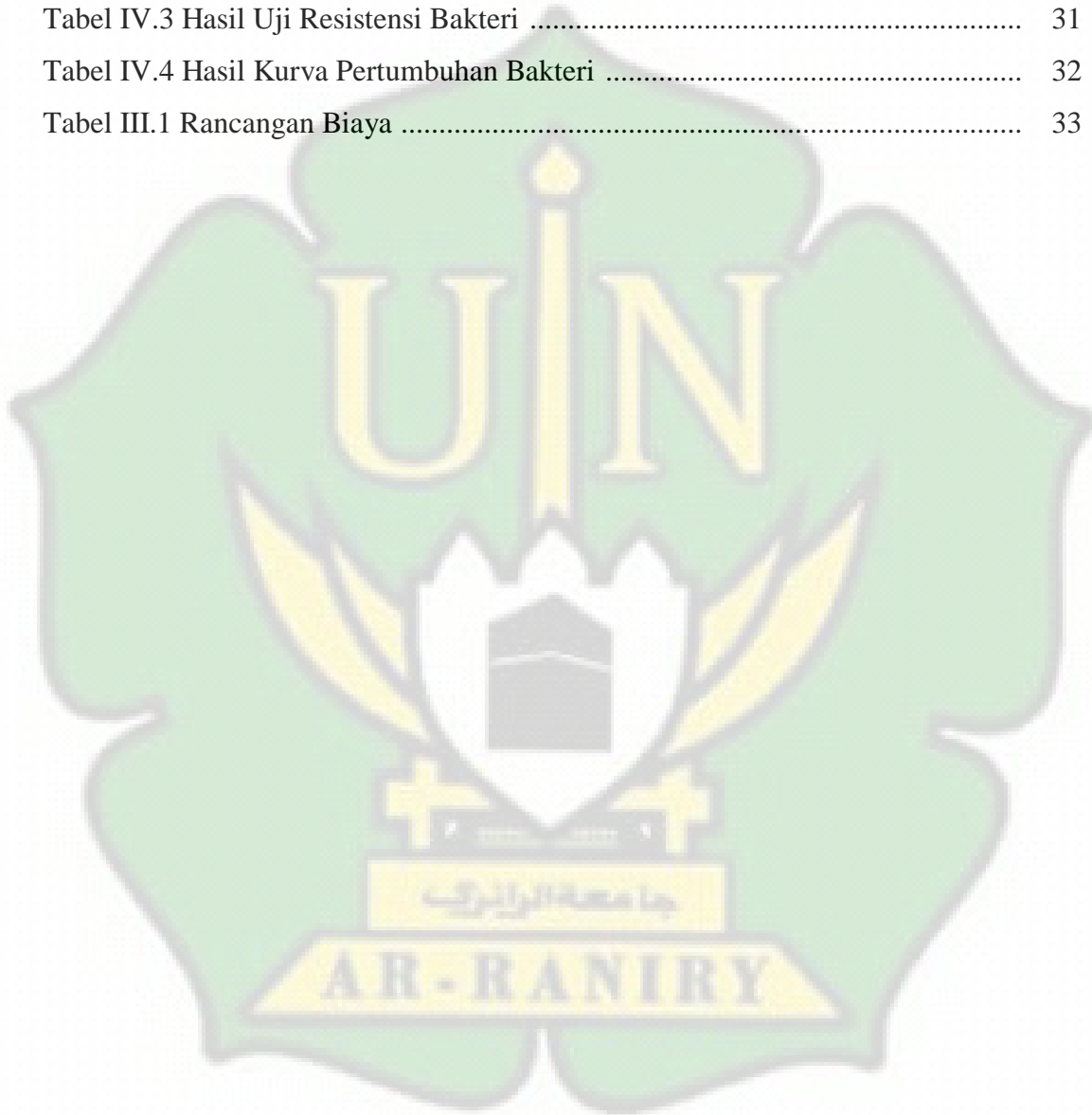
DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Proses Logam Berat Masuk Ke Dalam Perairan	8
Gambar II.2	Morfologi Tiram (<i>Grassostrea gigas</i>)	12
Gambar II.3	Anatomi Tiram (<i>Grassostrea gigas</i>)	13
Gambar III.1	Pengukuran Diameter Zona Hambat	26
Gambar IV.1	Hasil Pewarnaan Gram	29
Gambar IV.2	Hasil Uji Resistensi Logam Berat Timbal	32
Gambar IV.3	Grafik Kurva Pertumbuhan Pb 15 ppm	33
Gambar IV.4	Grafik Kurva Pertumbuhan Pb 20 ppm	33



DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Hasil pengamatan Secara Makroskopis	28
Tabel IV.2 Hasil Uji Biokimia Bakteri Resisten Timbal	30
Tabel IV.3 Hasil Uji Resistensi Bakteri	31
Tabel IV.4 Hasil Kurva Pertumbuhan Bakteri	32
Tabel III.1 Rancangan Biaya	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.1	Rancangan Biaya	42
Lampiran I.2	Pengecekan Kadar Logam Timbal	43
Lampiran II.1	Observasi di Perairan Alue Naga	34
Lampiran III	Pembuatan Larutan Induk Timbal	45
Lampiran IV	Rumus Pengulangan	46
Lampiran V	Alur Penelitian	47
Lampiran VI	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	48
Lampiran VII	Hasil Pemurnian Isolat Bakteri	49
Lampiran VIII	Hasil Dokumentasi Uji	50
Lampiran IX	Uji Biokimia	51
Lampiran X	Uji Resistensi	52

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah memberikan limpahan nikmat dan karunia-Nya baik nikmat kesehatan, iman dan Islam sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Isolasi Bakteri Resisten Logam Berat Timbal (Pb) Tiram (*Crassostrea gigas*) Dari Alue Naga**”. Tidak lupa pula shalawat berangkaikan salam kepada junjungan alam baginda Nabi Besar Muhammad SAW, sebagaimana telah memperjuangkan Islam dari alam kebodohan menuju alam yang berilmu pengetahuan hingga sampai saat ini.

Penulis dapat menyelesaikan skripsi tidak lepas dari bantuan dan bimbingan sebagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan ucapan terimakasih banyak kepada :

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
2. Muslich Hidayat, M.Si selaku Ketua Prodi Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Syafrina Sari Lubis, M.Si selaku Sekretaris Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu memberikan arahan dan membimbing dalam penulisan skripsi ini.
4. Ayu Nirmala Sari, M.Si. selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan saran, dan
5. Diannita Harahap, M.Si, selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ilham Zulfahmi, M.Si, Lina Rahmawati, M.Si, Raudhah Hayatillah, M.S.i, Kamaliah, M.Si, dan Feizia Huslina, M, Sc, selaku Dosen Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.
7. Firman Rija Arhas, M.Si, dan Nanda Hanastia M.Si selaku Staf Prodi yang telah membantu segala keperluan mahasiswa

8. Ayahanda Muhammad Dar, Ibunda Jasmani, Nenek Sapuan, Kaka, Fazira Nolla, Adek Dandi Miranda, Dedek Fadhil, dan Fakhrol Razi yang telah mendukung penulis dari awal studi sampai penulis skripsi ini selesai.
9. Sahabat penulis Cut Hudia Amaliana dan Fatia Rizkina yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan penulis skripsi ini selesai.
10. Teman-teman Biologi Leting 2018 dan abang-abang serta kakak-kakak angkatan, sahabat dan orang-orang tersayang yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu memberikan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih banyak atas doa, bantuan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Semoga segala doa dan bantuan yang telah diberikan mendapat balasan terbaik dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi masih banyak kekurangan, oleh sebab itu penulis berharap kritik dan saran bersifat membangun. Harapan penulis sehingga skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang lain terutama untuk penulis sendiri.

Banda Aceh, 20 Juli 2023

Penulis,

Mona Lisa

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
gr	Gram	1
cm	Centimeter	1
Cd	Kadmium	1
Cu	Tembaga	1
Fe	Besi	1
Pb	Timbal	1
<i>Mollusca</i>	Hewan bertubuh lunak	2
<i>Crassostrea gigas</i>	Tiram	2
S	Sulfur	6
As	Arsenik	6
Be	Berylium	6
Hg	Merkuri	6
Ni	Nikel	6
Zn	Zeng	6
Cr	Cromium	6
DNA	Deoxyribonucleic acid	9
HNO ₃	Asam nitrat	17
SSA	Spektrofotometer Serapan Atom	17
ppm	Part per million	17
Ppb	Part per billion	17
NA	Nutrien Agar	19
NB	Nutrien Broth	19
Pb (NO ₃) ₂	Timbal Nitrat	19
NaCl	Natrium klorida	19
g	Gram	19
mL	Mili liter	19
TSIA	Triple sugar iron agar	22
SIM	Sulfur indole motility	22
H ₂ S	Hidrogen sulfide	23
CO ₂	Karbon dioksida	23
H ₂ O ₂	Hodrogen peroksida	23
MRVP	Methyl red voges proskauer	23
H ₂ SO ₄	Asam sulfat	24
BaCl ₂	Barium klorida	24
CFU	Colony forming units	24
KOH	Kalium hidroksida	24
MHA	Muller histon agar	25
OD	Obtikal densit	26
nm	Nano meter	26
RPB	Resisten logam timbal	26
mm	Mili mete	28
LAMBANG		
%	Persen	23
⁰ C	Derjat Celsius	23

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Logam berat adalah logam yang memiliki berat jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3 , memiliki nomor atom 22-94 dan berada pada periode 4-7 dalam sistem tabel periodik (Barlah, 2019). Logam berat berasal dari sisa buangan industri, buangan sampah, sisa buangan kapal dan proses pengeboran minyak dilaut (Fadhel *et al.*, 2022). Logam berat memiliki sifat yang sulit terdegradasi, mudah terlarut dalam air dan sedimen kemudian dapat terakumulasi dalam tubuh biota perairan (Anthoni *et al.*, 2021). Logam berat jika masuk ke dalam perairan dapat berdampak buruk bagi organisme yang terdapat di dalamnya, dikarena logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme perairan dan dapat merusak hati, ginjal, paru-paru dan sistem saraf, serta dapat menyebabkan kematian bagi organisme di dalam perairan. Logam berat jika dikonsumsi oleh manusia akan mengakibatkan dampak buruk bagi kehidupan manusia yaitu dapat membahayakan kesehatan manusia, metabolisme tubuh terganggu dan akan menyebabkan kanker (Dian, 2020). Contoh logam berat yang sering dijumpai di dalam perairan yaitu Cd (cadmium), Cu (tembaga), Fe (besi) dan timbal (Pb) (Ahmad *et al.*, 2021).

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang termasuk ke dalam logam yang berjenis transisi golongan B yang bersifat toksik. Timbal (Pb) dapat ditemukan pada hasil emisi kendaraan (Rachmawati, 2020). Timbal berasal dari pembuangan limbah industri yang disebabkan oleh ulah manusia sendiri dan masuk ke dalam perairan kemudian berbahaya bagi biota laut yang terdapat di sekitar perairan karena ikut tercemar logam berat timbal (Pb) (Andria, 2019). Adanya timbal didalam perairan secara langsung berdampak membahayakan kehidupan organisme yang ada di perairan dan secara tidak langsung mengancam kesehatan manusia melalui rantai makanan (Dian *et al.*, 2020). Jika timbal masuk ke dalam perairan maka timbal dapat masuk ke dalam tubuh organisme (melalui rantai makanan), sehingga dapat

merusakan bagian dalam organisme perairan, timbal dapat terakumulasi ke dalam bagian hati dan ginjal organisme perairan (Masrur, 2022).

Timbal jika masuk ke dalam perairan dapat terakumulasi di dalam tubuh organisme perairan seperti bivalvia yaitu kelas *Mollusca*, yang mencakup semua kerang-kerangan (Dini, 2020). Salah satu organisme kerang-kerangan yang terakumulasi timbal (Pb) yaitu tiram, yang disebabkan oleh rantai makanan. Kerang yang terdapat dalam perairan berpotensi terkontaminasi logam berat karena kehidupan kerang di dalam sedimen lumpur, sehingga kerang yang hidup di laut ikut tercemar, dan logam berat yang terdapat di perairan dapat mengganggu kesehatan organisme sehingga berdampak buruk bagi kesehatan manusia (Apriyanti, 2018).

Dampak jika tiram terpapar timbal dan kemudian dikonsumsi manusia yaitu dapat menyebabkan terganggunya kesehatan manusia seperti terganggunya sistem saraf, darah, gangguan ginjal, terganggunya sistem saraf yaitu dapat mengakibatkan halusinasi, delirium, dan kerusakan otak besar. Efek pada saluran pencernaan dapat terjadinya kolik usus, dan dapat memperpendek umur sel darah merah. Efek yang terjadi pada ginjal yaitu dapat terjadinya kerusakan ginjal dan dapat menyebabkan gagal ginjal (Adhani, 2017).

Tiram adalah salah satu bivalvia potensial yang dapat dikembangkan dalam peningkatan pendapatan masyarakat (Dodi, 2022). Di Banda Aceh Perairan Payau Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala adalah salah satu perairan yang dijadikan sebagai sumber pencarian tiram (*Crassostrea gigas*) sebagian masyarakat pesisir di sekitar perairan tersebut. Kawasan pesisir Perairan payau Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh mengandung kandungan logam berat yang tinggi, salah satu kandungan logam berat yang paling tinggi yaitu timbal (Pb). Terdapatnya kandungan logam berat yang tinggi di perairan Alue Naga disebabkan oleh pembuangan limbah perbengkelan, limbah pasar, limbah rumah tangga, dan sisa hasil bahan bakar minyak dari perahu nelayan. Berdasarkan hasil pengukuran Kadar timbal (Pb) yang terdapat pada spesies tiram (*Crassostrea gigas*) di perairan payau

Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh yaitu sebesar 1.7723 mg/kg. Sedangkan Menurut Peraturan Badan Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No.5 Tahun 2018 batas maksimum kandungan logam timbal yang terdapat pada tiram sebesar 0.20 mg/kg (Saibun, 2020).

Timbal (Pb) pada tiram dapat dihilangkan atau dapat dihambat dengan menggunakan pendekatan secara bioteknologi yang menggunakan bakteri disebut dengan bioremediasi yaitu proses penghilangan logam berat dengan menggunakan proses metabolisme mikroorganisme yang dapat menghilangkan atau menghambat logam berat yang membahayakan kehidupan makhluk hidup dan kesehatan manusia (Ikerismawati, 2019). Cara yang dapat mengakumulasi logam berat timbal yang terdapat pada tiram yaitu dengan cara bioakumulasi merupakan teknik bioremediasi yang digunakan untuk menghilangkan logam berat. Bioakumulasi merupakan interaksi yang dilakukan antara sel mikroorganisme dengan logam berat, dimana ion-ion logam berat akan berpindah ke dalam sel mikroorganisme (Septinaharin, 2020). Seperti bakteri sehingga logam berat akan terakumulasi di dalam sel bakteri (Parhusip *et al.*, 2020).

Teknik lain yang bisa digunakan untuk penanganan logam berat yaitu biosorpsi, adalah proses biologis, fisika, dan kimia, dimana bahan yang digunakan dalam proses biologis yaitu menggunakan mikroorganisme untuk menyerap ion logam. Dalam proses biosorpsi terbagi menjadi dua fase yaitu terdapat fase padat dimana menggunakan bakteri, tanaman, dan jamur untuk menghilangkan logam berat dan fase cair disebut dengan (biosorben) yaitu menggunakan alga, bakteri, jamur dan tumbuhan untuk menghilangkan logam berat dari media berair (Ali, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sayka (2018) diketahui bahwa konsentrasi logam berat yang terdapat di dalam tubuh tiram sangat tinggi, namun moluska memiliki kemampuan afinitas tinggi untuk mengakumulasi logam berat, tiram (*Crassostrea gigas*) merupakan kelompok mollusca bivalvia yang dapat dijadikan bioakumulator logam berat Pb yang baik, tiram dapat menghambat logam

berat Pb, di dalam tubuh tiram terdapat mikroorganismenya yang dapat menghambat logam berat timbal (Pb) (Fiorito *et al.*, 2021).

Di perairan Alue Naga terdapat logam berat yang tinggi salah satu logam berat yang tinggi yaitu logam Timbal (Pb), terdapatnya logam berat Pb yang tinggi di perairan tersebut disebabkan oleh limbah rumah tangga, limbah pasar, limbah industri dan sisa bahan bakar dari minyak perahu nelayan. Terdapatnya logam timbal yang tinggi di perairan tersebut dapat terakumulasi ke dalam organisme yang ada di perairan yaitu salah satunya organisme yang ada di perairan yaitu pada tiram. Apabila tiram terkandung logam berat maka akan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia apabila tiram dikonsumsi manusia. Namun tiram juga dapat dijadikan sebagai indikator untuk menghambat logam berat dikarenakan di dalam tubuh tiram terdapat mikroorganismenya yang dapat menghambat logam berat, Maka oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk melihat jenis bakteri yang terdapat pada tiram dan dilakukan uji resistensi untuk dapat mengetahui apakah bakteri yang terdapat pada tiram tahan terhadap logam.

Salah satu kerang yang mengandung logam berat yang paling tinggi yaitu tiram (*Crassostrea gigas*) kadar timbal (Pb) yang terdapat pada spesies tiram (*Crassostrea gigas*) di perairan payau Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh yaitu sebesar 1.7723 mg/kg, timbal yang terdapat pada tiram termasuk dalam kategori tinggi, timbal yang terdapat pada tiram (*Crassostrea gigas*) dapat dihilangkan dengan cara menggunakan mekanisme bioremediasi yaitu menggunakan mikroorganismenya, bakteri yang dapat menghilangkan logam berat yang terdapat pada tiram (*Crassostrea gigas*) yang telah tercemar logam berat timbal (Pb) (Anggraeni, 2021) Berdasarkan latar belakang, di atas maka dilakukan penelitian ini, yang berjudul **“Isolasi Bakteri Resisten Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tiram (*Crassostrea gigas*) Dari Alue Naga”**.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik bakteri resisten timbal (Pb) pada tiram (*Crassostrea gigas*) dari Alue Naga?
2. Bagaimana kemampuan bakteri resisten logam berat timbal (Pb) pada tiram (*Crassostrea gigas*) dari Alue Naga?
3. Bagaimana kurva pertumbuhan bakteri resisten logam berat timbal (Pb) pada tiram (*Crassostrea gigas*) dari Alue Naga?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) pada tiram (*Crassostrea gigas*) dari Alue Naga ?
2. Untuk mengetahui kemampuan bakteri resisten logam berat timbal (Pb) pada tiram (*Crassostrea gigas*) dari Alue Naga ?
3. Untuk mengetahui kurva pertumbuhan bakteri yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) pada tiram (*Crassostrea gigas*) dari Alue Naga ?

I.4 Manfaat Penelitian

1. Memberi informasi jenis bakteri yang resisten terhadap logam berat Pb pada tiram dan kemampuan bakteri tersebut dalam menghambat logam berat Pb
2. Memberi informasi bakteri yang berpotensi dalam menanggulangi pencemaran logam berat Pb pada tiram (*Crassostrea gigas*)
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

III.1 Logam Berat

Logam berat adalah unsur kimia yang memiliki bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3 dan terletak pada sudut kanan unsur periodik dan mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan biasanya memiliki nomor atom 22 sampai dengan 92 dari periodik 4 sampai dengan 7 (Resi, 2019). Pencemaran logam berat yang terlalu tinggi akan meningkatkan daya toksik dan kerusakan lingkungan. Logam berat pada umumnya memiliki toksik yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup, logam berat yang terlalu tinggi yang terdapat di dalam perairan juga akan terakumulasi pada organisme yang terdapat di dalam perairan contohnya seperti kerang-kerangan dan ikan. Apabila logam berat masuk ke dalam tubuh organisme maka akan terjadi penumpukan di dalam tubuh organisme dan dalam jangka panjang akan melebihi batas toleransi dari organisme tersebut maka akan menyebabkan kematian bagi organisme perairan (Jais *et al.*, 2020)

Menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/1998 yang dimaksud dengan pencemaran air adalah dimasukkannya energi, zat atau komponen lain oleh makhluk hidup ke dalam lingkungan air maupun udara dan akan mengubah tatanan lingkungan perairan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas air menurun dan tidak berfungsi lagi sesuai dengan pembentukannya. Logam berat dapat menimbulkan berbagai gangguan dan penyakit pada sistem pernapasan, imun, reproduksi, koordinasi sistem saraf pusat, pertumbuhan dan ekresi. Jenis-jenis logam berat yang berbahaya yaitu timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), beryllium (Be), merkuri (Hg), nikel (Ni), dan kromium (Cr) (Rukman, 2020). Logam berat yang sering dijumpai di lingkungan perairan adalah timbal (Pb), seng (Zn), tembaga (Cu) dan merkuri (Hg) (Eko, 2017).

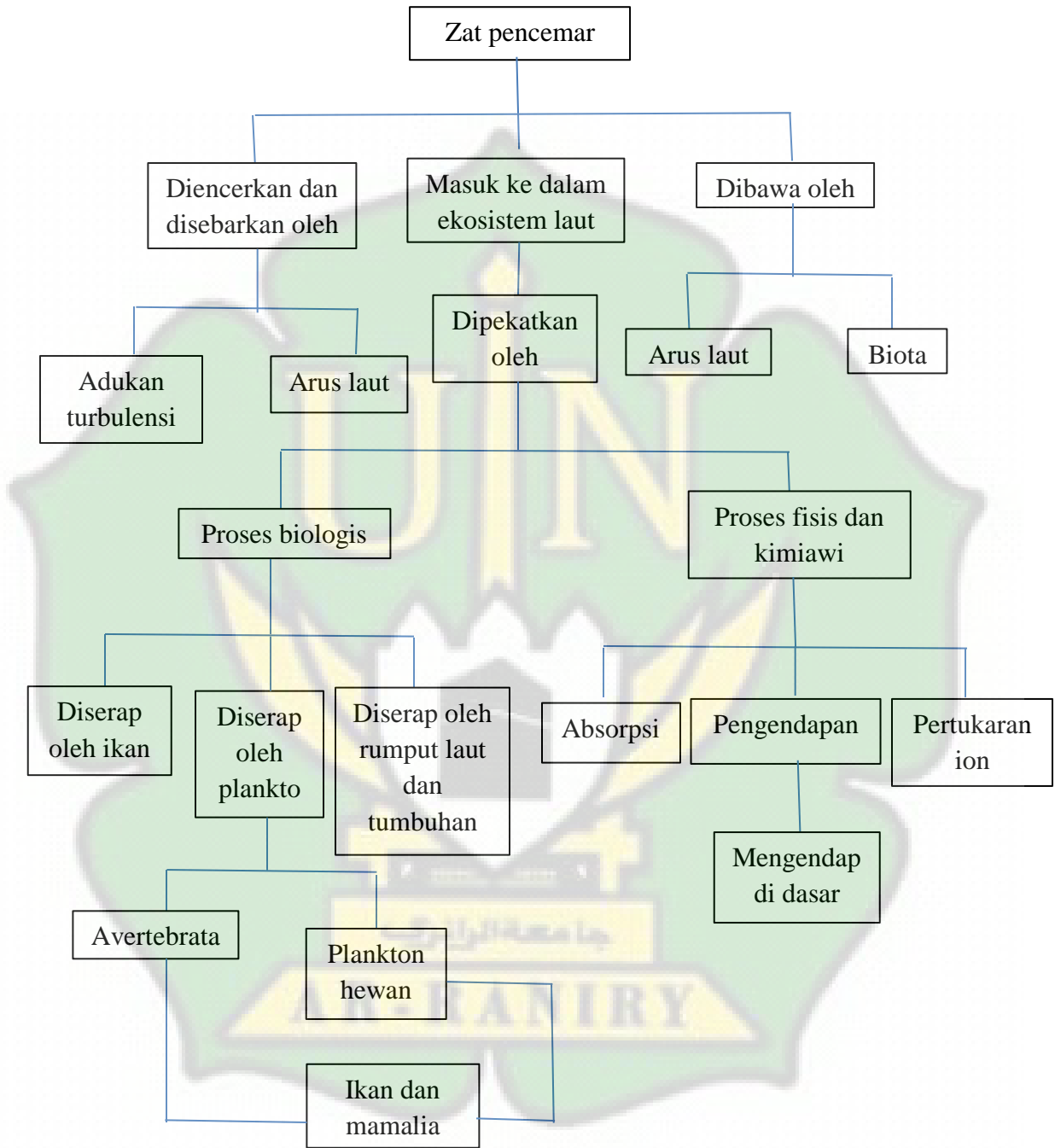
II.2 Pencemaran Logam Berat

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan perairan berkaitan dengan penggunaan logam oleh manusia, pengaruh aktivitas manusia yang membuang limbah akan meningkatkan logam berat di lingkungan terutama pada lingkungan perairan yang akan merusak kehidupan organisme yang ada di perairan dan bahkan akan menimbulkan efek buruk bagi kehidupan manusia sendiri, logam yang masuk ke dalam perairan akan menjadi racun bagi organisme (Resi, 2019).

Jika logam berat yang terdapat di dalam perairan tinggi maka akan semakin tinggi logam berat yang terdapat pada organisme yang ada di dalam perairan tersebut dan logam berat yang telah masuk ke dalam tubuh organisme sangat sulit untuk dihancurkan dan akan bertahan lama di dalam tubuh dan akan berdampak buruk bagi tubuh organisme (Haryanti, 2020).

Logam berat di dalam perairan disebabkan oleh aktivitas manusia diantaranya yaitu membuang limbah sembarangan, kemudian air pembuangan limbah tersebut masuk ke dalam sungai dan akan mengalir ke dalam laut atau muara dan kemudian logam berat tersebut masuk ke dalam tambak atau logam berat tersebut dimakan oleh biota yang ada di dalam perairan dan masuk ke dalam tubuh biota yang ada di dalam perairan (Andria, 2019). Logam berat juga terdapat pada ekosistem laut akibat pembuangan limbah yang tidak melakukan pengolahan terlebih dahulu yang bersifat akumulatif dan tidak mudah terakresi dan lama kelamaan akan terendap di dalam tubuh ekosistem laut (Fitria, 2021).

Logam berat yang terdapat di dalam perairan yang disebabkan oleh pembuangan limbah organik yang terus menerus dan dapat terkumpulnya menjadi sedimen dan akan dimakan oleh biota perairan seperti kepiting, siput, kerang-kerangan, dan tiram, sehingga biota tersebut berpeluang sangat besar terkontaminasi oleh logam berat, kemudian logam berat tersebut akan tetap tinggal di dalam tubuh organisme dalam waktu yang sangat lama menjadi racun bagi biota laut tersebut dan kemudian dikonsumsi oleh manusia, selanjutnya logam berat tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia dan akan membahayakan kehidupan manusia (Ahmad, 2019).



Gambar 11.1. Proses Logam Masuknya ke Dalam Perairan (Nur, 2015).

Logam berat dapat terakumulasi di dalam jaringan tubuh organisme dan konsentrasinya akan meningkat ketika melewati tingkat trofik rendah menuju ke tingkat trofik yang lebih tinggi pencemaran logam berat dapat membahayakan kesehatan dan ekosistem melalui rantai makanan (tanah-tanaman-hewan-manusia) atau kontak langsung dengan tanah yang terkontaminasi logam berat, minum air tanah yang tercemar logam berat, penurunan kegunaan lahan tanah untuk produksi pertanian dan penurunan kualitas makanan (Eko, 2017).

Logam berat yang telah masuk ke dalam tubuh organisme perairan maka akan dikonsumsi oleh manusia maka manusia akan menjadi puncak utama yang terakumulasi logam berat didalam tubuhnya, logam berat yang terakumulasi di dalam jaringan tubuh organisme dan akan menimbulkan radikal bebas. Radikal bebas memiliki sifat yang sangat reaktif dan radikal bebas sangat mudah bereaksi dan mengambil elektron molekul yang ada disekitarnya dan radikal bebas dapat menimbulkan kerusakan pada jaringan normal, radikal bebas pada jumlah banyak akan menyebabkan gangguan terhadap produksi DNA, kerusakan terhadap sel (seperti berkurangnya kemampuan sel dalam beradaptasi pada lingkungan), kerusakan pada lapisan lipid dinding sel dan kerusakan pada pembuluh darah (Putu *et al.*, 2020).

II.2 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu kontaminasi lingkungan dari bahan fisika dan kimia yang akan memberikan efeknya pada ekosistem. Kehadiran logam timbal yang terdapat di perairan salah satunya laut disebabkan oleh erosi dan muncul dari pengendapan debu timbal (Pb) di atmosfer karena penggunaannya yang luas yang disebabkan oleh drum, pipa, cat dan produksi minyak bumi. Sumber utama dari pencemaran logam berat timbal adalah emisi dan limbah dari industri, kendaraan yang menggunakan bensin bertimbal, asab, debu dan gas (Afrilla, 2021). Logam berat timbal berasal dari akibat ulah manusia yaitu dari pembuangan limbah industri, tumpahan minyak dan pertambangan (Rima, 2021).

Timbal bisa dihasilkan dari aktivitas pertambangan, dan aktivitas pembakaran yang menghasilkan timbal. Logam timbal (Pb) merupakan logam yang mempunyai sifat kimia yang aktif dan mempunyai titik lebur yang rendah. Sifat kimia yang aktif menyebabkan logam timbal tersebut mampu bersenyawa dengan senyawa kimia yang lain, dan sifat timbal yang mempunyai titik lebur yang rendah membuat logam timbal dapat menguap dengan mudah, hal ini menyebabkan keberadaan timbal bukan hanya di tanah tetapi timbal juga bisa berada di udara maupun di air (Ikhsan *et al.*, 2020).

Logam timbal (Pb) yang mempunyai sifat kimia yang aktif dan mempunyai titik lebur yang rendah membuat logam timbal mudah sekali memaparkan pada manusia. paparan timbal masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pencernaan dan sistem pernafasan. Paparan timbal melalui sistem pencernaan pada manusia disebabkan manusia mengonsumsi makanan yang telah terkontaminasi logam berat timbal dan logam timbal yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pernafasan yaitu disebabkan karena tanpa sengaja manusia menghirup partikel debu yang aerosol yang terkontaminasi timbal. Timbal yang masuk ke dalam tubuh manusia sebagian besar disimpan oleh tubuh dan mengendap di dalam ginjal. Pengendapan logam timbal di dalam tubuh manusia dapat menyebabkan penyakit klinis yaitu penyakit gangguan ginjal, anemia, dan beberapa penyakit kardiovaskular lainnya (Ikhsan *et al.*, 2020).

Bahaya timbal jika terdapat di perairan yaitu sifat timbal (Pb) yang sangat beracun dan mempunyai sifat bioakumulasi pada biota perairan jika timbal di dalam perairan tersebut telah melebihi batas dan dapat mengontaminasi biota yang terdapat dalam perairan tersebut (Rosema *et al.*, 2021). Timbal yang telah mencemari perairan dapat membahayakan organisme yang terdapat di perairan tersebut seperti, kerang-kerangan, salah satunya tiram (Afrilla, 2021) Makanan yang telah tercemari timbal (Pb) apabila dikonsumsi oleh manusia maka logam berat tersebut akan berpindah ke dalam tubuh manusia dan akan bersifat racun bagi kesehatan manusia (Yulia *et al.*, 2021). Timbal yang masuk ke dalam tubuh manusia meskipun dalam

sedikit menjadi bahaya karena akan terakumulasi dalam tubuh dan akhirnya menjadi efek beracun dan akan menjadi gangguan pada berbagai fungsi organ (Risky, 2021).

Timbal (Pb) yang masuk ke dalam perairan akan tercemar biota yang ada di perairan salah satunya adalah tiram (*Crassostrea gigas*). Timbal dapat terakumulasi dalam tubuh tiram hal ini dikarenakan tiram merupakan organisme yang hidup menetap di dasar perairan dan pergerakannya lambat sehingga tidak bisa menghindari dari kontaminasi timbal sehingga dapat mengakumulasi timbal (Pb) (Diana, 2018).

II.3 Tiram (*Crassostrea gigas*)

Tiram (*Crassostrea gigas*) adalah salah satu hewan laut yang tergolong ke dalam hewan yang tidak memiliki tulang belakang (Invertebrata). Tiram (*Crassostrea gigas*) termasuk ke dalam kelas bivalvia dan tergolong ke dalam filum mollusca. Secara morfologinya tiram memiliki sepasang cangkang yang bentuknya tidak sama, cangkang pada tiram tersebut memiliki fungsi untuk melindungi mantel dan melindungi organ dalam pada tiram, hewan tiram ini biasanya sering dijumpai pada daerah intertidal, karena daerah intertidal adalah bagian daerah pesisir yang banyak dipengaruhi oleh komponen abiotik maupun komponen biotik (Sriyanti dan Salmanu, 2017). Tiram merupakan organisme bentik yang hidupnya cenderung menetap pada dasar perairan hal ini di sebabkan karena gerakannya yang lambat dan relatif diam atau (disebut sessil) (Qurani *et al.*, 2020).

Tiram merupakan golongan bivalvia yaitu (kerang-kerangan) yang memiliki tekstur, ukuran dan bentuk yang berbeda beda antara spesiesnya dan tiram berasal dari filum mollusca dan tergolong ke dalam kingdom animalia. Mollusca adalah hewan yang memiliki tubuh yang lunak dan ditutupi oleh cangkang protektifnya yang tekstur keras, kasar, tebal dan irregular. Cangkang mollusca memiliki fungsi sebagai tempat melekatnya otot, melindunginya dari predator. Cangkang tiram membantu keluarnya pasir dan lumpur dari rongga mantelnya. Kelas bivalvia memiliki kurang lebih 1500 spesies, dan hidupnya di perairan laut yang beragam.

Tiram sangat berperan penting dalam pembentukan ekosistem dalam siklus nutrisi dan sebagai penghubung antara bentuk pelagis. Peningkatan dalam populasi tiram akan membantu mengurangi eutrofikasi antropogenik (Kasmini, 2019).

Klasifikasi tiram (*Crassostrea gigas*) adalah :

Kingdom : Animalia

Subkingdom : Bilateria

Infrakingdom : Protostomia

Superphylum : Lophozoa

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Subclass : Pteriomorpha

Ordo : Ostreoida

Family : Ostreidae

Genus : *Crassostrea*

Species : *Crassostrea gigas* (www.itis.gov) (2022).



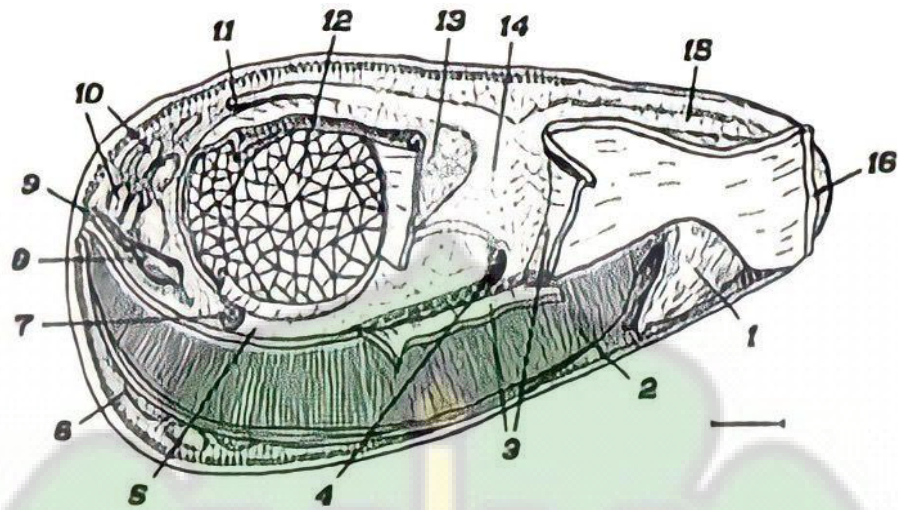
Gambar 2.2 Morfologi Tiram (*Crassostrea gigas*) (Kasmini, 2019).

Keterangan:

1. Insang
2. Otot cepat
3. Gonad kelenjar pencernaan
4. Mantel tentakel

Tiram menggunakan insangnya untuk makan, yang digunakan untuk menyaring makanan yang tersuspensi dari perairan masuk ke dalam rongga mantel, insang ini membagi dua mantel untuk masuknya makanan yaitu ada ekshalan dan inhalan kemudian air yang masuk ke dalam bukaan inhalan akan dibawa ke dalam rongga ekshalan oleh silia yang terdapat pada insang kemudian akan keluar melalui rongga ekshalan. Tiram mempunyai dua organ seksual yang terpisah yang bersifat *radioesium*, tiram pada kondisi yang sama dapat bersifat jantan atau dapat bersifat betina. Tiram merupakan hewan yang memiliki sifat *hermaprodit* yaitu hewan yang memiliki dua jenis kelamin (Kasmini, 2019).

Tiram (*Crassostrea gigas*) adalah golongan hewan *filter feeder*, cara makan tiram yaitu tiram tidak mengejar makanannya melainkan tiram menyaring makanan yang tersedia yang kebetulan makanannya lewat melalui air. Zat-zat makanan yang terbawa oleh air kemudian menempel pada insang tiram dan kemudian masuk ke dalam mulut tiram, dan kemudian makanan yang telah masuk ke dalam mulut dicerna melalui esophagus, lambung, usus, kloaka dan juga anus (Diana, 2018).



Gambar II.3 : Anatomi Tiram (*Gracostrea gigas*) dengan Skala 1 cm
 (Almkarrama *et al.*, 2021).

Keterangan :

1. Palp labial
2. Insang
3. Lobus mantel kanan
4. Rongga epibransial kanan
5. Pylorus
6. Lobus mantel kiri
7. Rongga epibransial kiri
8. Jantung aksesori kiri
9. Fungsi mantel posterior
10. Kantung mantel
11. Anus
12. Otot adductor
13. Rongga pericardial
14. Bagian promita
15. Rongga mantel antero-dorsal
16. Fusi mantel anterior

Pertumbuhan tiram yaitu pertumbuhan berat atau panjang pada periode waktu tertentu. Secara morfologi pertumbuhan tiram ditandai dengan perubahan bentuk, secara fisik pertumbuhan juga ditandai dengan perubahan ukuran dan secara energetik pertumbuhan ditandai dengan kandungan total energi tubuhnya pada periode tertentu. Pertumbuhan terbagi menjadi dua yaitu pertumbuhan nisbi, adalah berat atau panjang yang dicapai dalam satu periode, yang dihubungkan dengan panjang atau berat awalnya, kedua ada pertumbuhan mutlak yaitu perbedaan berat dan panjang dengan waktu yang berbeda (Kasmini, 2019). Manfaat dari tiram yaitu dapat dijadikan sebagai sumber makanan bergizi, dan tiram juga mempunyai peran penting bagi sumber kehidupan masyarakat akan tetapi kualitas tiram sering menurun akibat pencemaran logam berat Pb yang terdapat di perairan (Kasmini *et al.*, 2018).

II.4 Bioremediasi

Bioremediasi adalah pendegradasi limbah dalam kondisi terkendali dalam biologis, dan dapat mengubah lingkungan yang tercemar menjadi tidak berbahaya lagi, atau mengubah kadar pencemaran dari kadar tinggi mengubah ke kadar pencernaan yang lebih rendah dari batas yang telah ditetapkan. Bioremediasi adalah suatu proses biologis yang melibatkan mikroorganisme untuk menghilangkan logam berat yang ada di lingkungan atau mengurangi terkontaminasi logam berat pada lingkungan. Bioremediasi adalah ilmu bioteknologi yang bersifat ramah lingkungan dan lebih murah. Teknologi bioremediasi merupakan teknologi yang memanfaatkan bantuan enzim dan mikroba untuk mengubah dan mengurangi atau menghilangkan logam berat sehingga tidak membahayakan lingkungan. Teknik bioremediasi ini akan berusaha untuk mengembalikan kondisi lingkungan yang terkontaminasi logam berat ke kondisi lingkungan yang sebelum terkontaminasi limbah atau logam berat yang beracun (Stalis, 2018).

Proses bioremediasi dapat dilakukan dengan cara biostimulasi dan bioaugmentasi. Biostimulasi yaitu suatu proses yang dilakukan untuk menambah zat gizi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme atau menstimulasi kondisi lingkungan

agar mikroba tersebut dapat tumbuh dan beraktivitas yang baik. Sedangkan bioaugmentasi yaitu introduksi atau penambahan satu jenis atau lebih mikroorganisme baik yang sudah melakukan perbaikan sifat maupun mikroorganisme yang alami. Bakteri dapat dimanfaatkan dalam proses bioremediasi untuk mengikat logam berat agar tidak bersifat toksik atau dapat membahayakan lingkungan bahkan kehidupan makhluk hidup. Pengikatan logam berat yang dilakukan oleh organisme dapat dipisahkan dua fase transpor aktif dan fase pengikat yaitu :

1. Fase transpor aktif adalah fase yang tergantung pada proses metabolisme sel, pada proses metabolisme logam berat dapat terakumulasi pada sitoplasma dan membran sel.
2. Fase pengikat adalah fase yang tergantung pada metabolisme sel yaitu absorbs melalui permukaan ekstrak atau dinding sel (Aminah, 2018).

Manfaat bioremediasi yaitu menggunakan mikroalga untuk menghilangkan nutrisi pestisida, unsur beracun, bahan kimia farmasi dan bahan kimia yang lain yang berasal dari air limbah (Jing, 2020). Mikroorganisme memiliki kemampuan untuk mendegradasi, mendetoksifikasi dan mengakumulasi senyawa organik dan senyawa anorganik yang berbahaya. Mikroba yang berbeda telah diusulkan untuk menjadi bahan alternatif yang efisien untuk menghilangkan logam berat dari tanah maupun dari air. Mikroba secara biokimia ditemukan untuk melawan logam berat dan dapat digunakan untuk memulihkan lingkungan (Medfu *et al.*, 2020). Faktor yang mempengaruhi bioremediasi yaitu pH, suhu, kandungan air, jenis tanah, ketersediaan nutrisi, ketersediaan elektron eksternal, bioavailabilitas polutan organik, metabolisme dan ekspresi gen (Jot, 2019).

Efektifitas bioremediasi tergantung pada kemampuan efektivitas mikroba dalam memodifikasi atau menurunkan dan mengubah polutan yang dipengaruhi oleh bioavailabilitas dan aksesibilitas, sedangkan efektifitas pada mikroorganisme dipengaruhi oleh lingkungan seperti suhu, kelembaban dan abstrak (tipe senyawa yang

didegradasi). Reaksi biologis yang utama dalam proses bioremediasi adalah reaksi metabolisme sel. Mikroorganisme bisa mendegradasi senyawa polutan yang berbahaya baik di luar atau di dalam sel melalui reaksi redoks. Reaksi ini adalah reaksi yang dikatalisis enzim-enzim mikrobial yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Melati, 2020).

Salah satu mikroba yang dapat mendegradasi limbah adalah bakteri, mikroorganisme mempunyai tingginya afinitas terhadap logam, dapat mengakumulasi logam beracun dan logam berat dengan menggunakan mikroorganisme termasuk menggunakan bakteri untuk menghilangkan logam berat, bakteri dapat mengatasi pencemaran yang disebabkan oleh logam berat, baik logam berat Pb, Cd, Fe, Ni ataupun Zn (Sitorus *et al.*, 2020).

II.5 Pengukuran Logam Berat Timbal (Pb)

Untuk menguji logam berat timbal dipreparasi dengan proses destruksi basah dengan menggunakan asam sitrat (HNO_3) dimana sampel akan diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Yanti *et al.*, 2021). Metode (SSA) yaitu alat yang digunakan dalam analisis penentuan unsur-unsur metaloid dan logam yang berdasarkan pada penyerapan absorbs. Metode (SSA) adalah teknik analisis kuantitatif dimana unsur unsur yang dipakai sangat luas di berbagai bidang karena prosedurnya spesifik, selektif dan biaya analisisnya relatif lebih murah, mudah membuat matriks yang sesuai dengan standar, sensitivitasnya tinggi (ppm-ppb) dan waktu analisisnya sangat mudah dilakukan dan waktunya sangat cepat (Dewi *et al.*, 2021).

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilakukan pada 14 Januari 2023 hingga 14 Mei 2023. Pengambilan sampel tiram (*Crassostrea gigas*) dilakukan di Perairan Air Payau Alue Naga, Kecamatan Syiah Kuala, Banda Aceh. Pengamatan isolasi bakteri resisten logam berat timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

No	Kegiatan	Januari				Maret				Mei		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Penyiapan Alat dan Bahan	■										
2	Pembuatan Larutan Induk	■										
3	Pengambilan Sampel dan Isolasi bakteri		■	■	■							
4	Pewarnaan Gram dan Uji Biokimia					■	■					
5	Uji Resistensi Bakteri							■	■	■		
6	Kurva Pertumbuhan Bakteri										■	■
7	Analisis Data										■	■
8	Penyelesaian Penulisan Skripsi										■	■

III.2 Rencana Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif yaitu data hasil penelitian ini data deskriptif yang meliputi karakteristik *makrokopis* dan *mikrokopis*. Hasil isolasi bakteri menggunakan metode *Spread Plate* dan data uji melihat kemampuan bakteri dalam mengakumulasi logam timbal (Pb) dengan menggunakan metode cakram (*disc diffusion*). Kurva pertumbuhan bakteri menggunakan spektrofotometer, Bakteri yang diuji adalah bakteri yang telah diisolasi dan terbukti resisten terhadap logam timbal (Pb).

III.3 Alat dan Bahan

III.3.1 Alat

Alat alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *beaker glass*, gelas ukur, cawan petri, rak tabung reaksi, tabung reaksi, erlenmeyer, penjepit tabung reaksi, pipet ukur, pipet tetes, corong gelas, autoklaf, alat destruksi, neraca analitik, oven, termometer, kamera, spidol, pensil, penggaris, pH meter, termometer, botol sampel, spatula, gunting, *cool box*, *spayer*, *stirrer*, inkubator, Bunsen, laminar air *flow*, korek api, *blue tip*, mikropipet, *yellow tip*, rak *blue tip*, rak *yellow tip*, botol *scoot*, *microtube*, pinset, jarum ose, tusuk gigi, mikroskop, batang penyebar, *cover class*, *objek glass* kamera, dan spektrofotometer.

III.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tiram (*Crassostrea gigas*) yang diambil dari perairan Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh, media pertumbuhan bakteri yaitu *Nutrien Agar* (NA), *Nutrien Broth* (NB) dan timbal (Pb) yang didapatkan dari senyawa $Pb(NO_3)_2$, NaCl, kristal violet, lugol, safranin, minyak imersi, alkohol, kapas, aquades, masker, kertas cakram, sarung tangan, kertas label, kertas *wrap*, dan tisu.

III.4 Prosedur Penelitian

III.4.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tiram dilakukan dengan cara masuk ke dalam dasar perairan kemudian pengambilan tiram dilakukan dengan menggunakan tangan dan memisahkan tiram dengan substratnya menggunakan pisau, tiram diambil sebanyak 5 ekor, dan kemudian tiram dipisahkan dari cangkangnya dan sampel tersebut dimasukkan ke dalam plastik diberikan label, kemudian sampel dibawa ke laboratorium. Tiram yang diambil yaitu isi dalam tubuh tiram setelah dibuka cangkang nya, yang memiliki panjang 3,5-7 cm, lebar 1,7-5,3 cm, dan tinggi 1,1-3,4 cm (Nur, 2015).

III.4.2 Pembuatan Larutan Induk Timbal

Pembuatan larutan induk 1000 ppm yaitu sebanyak 1,599 g timbal nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) kemudian dimasukkan ke dalam takaran labu ukur 1000 mL dan kemudian dilarutkan dengan menggunakan aquades sampai batas takaran labu ukur tersebut dan kemudian dihomogenkan (Asiska, 2019). Pembuatan larutan induk menggunakan rumus pengenceran yaitu :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

V_1 : Volume larutan baku yang diencerkan

V_2 : Volume larutan pengenceran

M_1 : Konsentrasi larutan yang diencerkan

M_2 : Konsentrasi larutan pengenceran

III.4.3 Isolasi dan Pemurnian Bakteri

Pada penelitian ini menggunakan teknik pengenceran bertingkat, dimulai dengan menimbang sebanyak 5 gr sampel tiram dan diencerkan dengan menggunakan aquades steril sebanyak 10 ml (Lailiya, 2021), lalu dihomogenkan dengan menggunakan *vortex* sehingga didapatkan pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya sampel diambil 1 ml dari pengenceran 10^{-1} dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril di *vortex* sehingga didapatkan pengenceran 10^{-2} , diambil 1 ml pengenceran 10^{-2} di tambahkan kedalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril sehingga mendapatkan pengenceran 10^{-3} dilakukan seterusnya sampai dengan pengenceran 10^{-6} . Pengenceran pada tahap ini dilakukan secara bertingkat yaitu 10^{-1} sampai 10^{-6} (Della *et al.*, 2021). Tujuan dari pengenceran bertingkat yaitu untuk memperkecil jumlah mikroba yang terdapat dalam sampel tiram.

Selanjutnya isolasi dilakukan dengan metode *Spread Plate* (cawan sebar) diambil sebanyak 1 ml sampel dari pengenceran 10^{-4} dituangkan pada cawan petri yang berisi media NA yang diperkaya logam Pb (NO_3)₂ dengan konsentrasi Pb 10 ppm, diaduk dengan menggunakan batang L, kemudian diinkubasi selama 24 jam

pada suhu 37⁰C. hal ini juga dilakukan pada pengenceran 10⁻⁵ dan 10⁻⁶. Perlakuan ini bertujuan untuk melihat bakteri yang tumbuh pada lingkungan yang mengandung logam Pb 10 ppm (Afiyatul, 2020).

Dilakukan pemurnian bakteri, sebelum melakukan pemurnian bakteri diamati terlebih dahulu berapa jenis koloni yang tumbuh pada cawan petri yang telah diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya setiap koloni yang tumbuh diinkubasi pada media NA cawan petri yang baru, menggunakan jarum ose dengan teknik gores, bertujuan untuk melihat koloni tunggal. Untuk mendapatkan koloni tunggal diambil satu dan gores pada media NA induk bakteri dengan menggunakan jarum ose kemudian di inkubasi selama 24 jam pada suhu 30 °C, cawan petri yang telah tumbuh bakteri tunggal di lakukan *streak plate* (cawan gores) pada Media NA untuk kultur bakteri (Lailia, 2021).

III.4.4 Karakteristik Isolasi Bakteri

Mengidentifikasi bakteri yang terpilih yang resisten terhadap logam berat timbal (Pb) dengan menggunakan *microbact* yang mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Septinaharin, 2020), dan identifikasi juga dilakukan dengan melihat secara morfologinya secara *makroskopis* dan *mikroskopis*.

3.4.4.1 Pengamatan secara *makroskopis*

Pengamayan secara *makroskopis* dilihat berdasarkan karakteristik koloni bakteri seperti (Fahrudin *et al.*, 2020).

1. Ukuran, bakteri memiliki ukuran yang berbeda yaitu besar, sedang atau kecil.
2. Warna bakteri atau pigmen bakteri yaitu bening, hampir bening keputih putihan atau lainnya.
3. Bentuk bakteri, yaitu bulat, tak beraturan, seperti benang dan lain sebagainya.
4. Elavasi, yaitu melihat bakteri dari samping, timbul melengkung, membukit, timbul datar atau rata (Lailia, 2021).

3.4.4.2 Pengamatan bakteri secara *mikroskopis* dapat dilihat berdasarkan dengan pewarnaannya (Fahrudin *et al.*, 2020).

III.4.5 Pewarnaan Gram

Uji pewarnaan Gram bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan kemampuan penyerapan dinding sel terhadap penyerapan zat warna, dengan cara mengambil biakan bakteri dari media NA dengan menggunakan jarum ose dan diletakkan pada kaca benda yang sudah ditetesi NaCl kemudian difiksasi di atas api bunsen sampai mengering. Proses pewarnaan *gram* ini dilakukan dengan pemberian kristal violet sebanyak 2 tetes dan didiamkan selama 1 menit selanjutnya dicuci dengan menggunakan aquades. Langkah selanjutnya berikan lugol sebanyak 3 tetes dan diamkan selama 1 menit kemudian cuci dengan aquades. Selanjutnya preparat dilunturkan dengan pemberian larutan alkohol 70 % sebanyak 3 tetes dan didiamkan selama 20 detik, selanjutnya preparat dicuci kembali dengan aquades dan diberi pewarnaan safranin selama 15 detik, selanjutnya warna dibuang dan dibersihkan kembali dengan aquades. Morfologi sel bakteri dapat diamati dengan penambahan minyak imersi dan preparat dilihat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 1000x. Bakteri *gram* negatif ditandai dengan warna merah dan bakteri *gram* positif ditandai dengan warna ungu (Laras *et al.*, 2019).

III.4.6 Uji Biokimia

Uji biokimia dimanfaatkan untuk mengetahui mengidentifikasi dan mendeterminasi suatu biakan murni bakteri melalui sifat sifat biologisnya (Lailiya, 2021) :

III.4.6.1 Uji TSIA

Diambil koloni bakteri yang telah diisolasi menggunakan ose kemudian ditusuk pada media TSIA menggunakan ose secara lurus tepat di tengah media dan digoreskan pada permukaan media di bagian lereng. Selanjutnya media diinkubasi pada suhu 30⁰C selama 24 jam. Hasil yang di temukan pada pengujian TSIA ini yaitu perubahan warna pada medium pada daerah Slant (aerob) dan daerah Butt

(anaerob) warna kuning menunjukkan kondisi asam dan merah menunjukkan kondisi basa, selanjutnya pengamatan produksi gas CO_2 diketahui berdasarkan terbentuknya rongga udara pada daerah aerob dan produksi H_2O diketahui dengan adanya pigmen kehitaman pada media, tujuan dari uji TSIA ini untuk mengetahui kemampuan bakteri menfermentasi karbohidrat yang terdapat pada media tersebut yaitu glukosa, laktosa dan sukrosa, dan untuk mengetahui adanya fermentasi produksi H_2S dan pembentukan gas CO_2 .

III.4.6.2 Uji Motility dan Indol

Tujuan dari uji ini untuk mengetahui kemampuan bakteri bersifat motil dan kemampuan bakteri menghasilkan indol dan H_2S . Caranya Isolasi bakteri dari kultur murni diambil 1 ose kemudian diinkubasi pada media SIM (*Sulfur Indole Motility*) dengan cara ditusuk bakteri pada media secara lurus dan tepat ditengah. Kemudian media diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam, lalu diamati, apabila perubahan koloni bakteri tampak menyebar kesamping diluar tusukan maka bakteri bersifat motil. Sedangkan jika media terlihat Nampak berwarna hitam maka bakteri tersebut mampu membentuk H_2S . Kemudian media ditetesi dengan 4 tetes reagen *Kova'c* dan didiamkan selama 20-60 menit untuk melihat Uji Indol, apabila berbentuk cincin merah pada permukaan media maka positif indol.

III.4.6.3 Uji Urease

Uji urease ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri mengubah urea menjadi amoniak. Diambil isolasi bakteri menggunakan ose kemudian diinokulasi ke dalam media urea, lalu diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam, diamati hasilnya, hasil positif ditandai dengan adanya perubahan warna media dari kuning menjadi merah muda.

III.4.6.4 Uji Sitrat

Koloni bakteri diambil menggunakan jarum ose selanjutnya digoreskan pada permukaan media sitrat (bagian lereng media) selanjutnya media diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Hasil positif pada uji sitrat ini ditandai dengan adanya

warna biru pada media. Tujuan dari uji sitrat yaitu untuk mengetahui bakteri menggunakan sitrat sebagai sumber karbon.

III.4.6.5 Uji Katalase

Uji katalase bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri memproduksi enzim katalase, dilakukan dengan cara meletakkan bakteri pada kaca benda sebanyak 1 ose setelah itu di teteskan reagen H_2O_2 3% diatas permukaan koloni dan dibiarkan beberapa menit, jika terbentuk gelembung udara diatas permukaan koloni maka menunjukkan hasil positif dan jika tidak terbentuk gelembung udara menunjukkan hasil negative. (Lailiya, 2021).

III.4.6.6 Uji MR

Diambil sebanyak 1 ose bakteri dari stok kultur dan kemudian diinokulasi pada media MR-VP cair dalam tabung reaksi, selanjutnya di inkubasi selama 24 jam. Setelah diinkubasi, kemudian di tetesin sebanyak 5 tetes methyl-red apa bila terbentuk warna merah muda maka hasilnya positif, menandai bahwasanya bakteri tersebut dapat menghasilkan asam. Dan apabila tidak menghasilkan warna merah muda maka hasil nya negatif. Uji MR berfungsi untuk mengetahui kemampuan suatu bakteri dalam memfermentasikan asam campuran yaitu metilen glikon.

III.4.6.7 Uji VP

Diambil sebanyak 1 ose bakteri dari stok kultur dan kemudian diinokulasi pada media MR-VP cair dalam tabung reaksi, selanjutnya di inkubasi selama 24 jam. Setelah diinkubasi, kemudian di tetesin sebanyak 5 tetes (a-naphtol) dan ditambahkan 5 tetes larutan KOH 40 %, kemudian di vortex selama 30 detik apa bila berubah menjadi warna merah hasilnya positif dan apa bila berwarna kuning atau tidak berubah warna hasilnya negatif. Uji VP bertujuan untuk melihat fermentasi glukosa yang terbentuk asetoin atau (asetil metil karbonin) (Amalia *et al.*, 2019).

III.4.7 Pembuatan Larutan Mc Farland

Larutan Mc Farland dengan cara memasukkan 9,95 mL asam sulful (H_2SO_4) 1% kedalam tabung reaksi kemudian dicampurkan dengan larutan barium klorida

(BaCl₂) 1% sebanyak 0,05 mL kemudian di vortex. Larutan baku 0,5 Mc *Farland* ekuivalen dengan suspensi sel bakteri dengan konsentrasi 1x10⁸ CFU/mL. Tujuan dari perbandingan larutan Mc *Farland* untuk memperkirakan kepadatan sel yang akan digunakan pada pengujian antimikroba atau untuk mengganti perhitungan bakteri satu persatu (Avilla *et al.*, 2018).

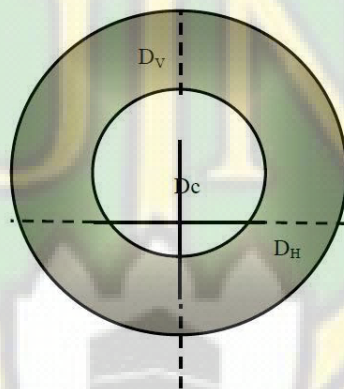
III.4.8 Uji Resistensi Bakteri Terhadap Logam Timbal (Pb)

Uji resistensi bakteri dilakukan dengan metode cakram (*disc diffusion*) yaitu menggunakan kertas cakram yang ditetesi larutan logam Pb dengan konsentrasi 15 ppm dan 20 ppm (Eka 2022). Sebelum dilakukan uji resistensi, dibuat terlebih dahulu suspensi bakteri yang akan di uji yaitu dengan cara bakteri dimurnikan terlebih dahulu di media NA yang terkandung logam Pb 10 ppm selanjutnya diinkubasi selama 24 jam. Kemudian bakteri tersebut diambil sebanyak 1-2 ose dan disuspensikan kedalam larutan NaCl 0,9 % sampai diperoleh kekeruhan sesuai dengan standar 0,5 Mc *Farland* atau sebanding dengan jumlah bakteri 10⁸ (CFU)/mL (Avila *et al.*, 2018).

Selanjutnya dilakukan uji resistensi dengan menggunakan media *Muller Hinton Agar* (MHA), dituangkan sebanyak 20 mL media kedalam cawan petri kemudian dibiarkan memadat, selanjutnya di masukan suspensi bakteri sebanyak 0,1 mL kemudian disebarakan menggunakan batang L atau kapas steril agar suspensi tersebut merata, kemudian didiamkan selama 10-20 menit agar suspensi tersebut menyerap pada media, selanjut nya di letakan 2 kertas cakram secara aseptik di atas media yang telah berisi bakteri dengan menggunakan pinset dan ditekan sedikit, kemudian diatas cakram tersebut ditetaskan sebanyak 20 mikrolit larutan timbal dengan konsentrasi 15 ppm dan 20 ppm, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C, dan diukur zona bening menggunakan jangka sorong digital dengan satuan millimeter (mm), pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali (pengulangan diketahui dengan menggunakan rumus Federer yaitu $(t-1) (n-1) \geq 15$) (Dewi dan Hanifah, 2022).

Resisten logam Pb dapat diamati dengan zona hambat disekitar cakram tersebut ada atau tidaknya ditumbuhi mikroba, jika semakin kecil zona bening disekitar cakram tersebut maka bakteri tersebut makin tahan terhadap cengkaman logam. Zona hambat yang dihasilkan bakteri dikatakan resisten terhadap logam berat jika pengukuran zona hambat sebesar ≤ 1 mm (Melisa *et al.*, 2015). Pengamatan dan perhitungan zona hambat diukur secara vertikal dan horizontal, kemudian hasil yang diperoleh dibagi dua untuk mendapatkan rata-rata seperti pada rumus yang telah ditentukan.

$$ZH = \frac{(DV-DC) + (DH-DC)}{2}$$



Gambar III.1 Pengukuran Diameter Zona Hambat (Sumber: Melisa *et al.*, 2015)

Keterangan :

ZH : Zona Hambat

DV : Diameter Vertikal

DH : Diameter Horizontal

DC : Diameter Cakram

III.5.9 Pengukuran Kurva Pertumbuhan Bakteri

Pengukuran kurva pertumbuhan bakteri dibuat dengan *optical density* (OD) setiap 8 jam sekali hingga di peroleh fase pertumbuhan bakteri selama 72 jam, dengan cara diambil isolat bakteri yang mampu meresisten logam Pb dengan zona

hambat yang paling kecil sebanyak 1 mL bakteri diinkubasi kedalam tabung reaksi yang berisi 10 ml media NB (*nutrien broth*) dengan konsentrasi logam timbal (Pb) bertingkat (15 ppm dan 20 ppm) selanjutnya di *shaker* incubator dengan kecepatan 200 rpm dan suhu 37°C (Aufa, 2021). Kemudian diambil sampel sebanyak 1 ml dimasukan ke dalam kuvet kemudian diukur dengan menggunakan spektrometer dengan panjang gelombang (λ) 600 nm. Pengukuran OD dimulai dari jam ke-0 sampai 72 jam, data OD yang didapatkan kemudian dibuat kurva pertumbuhan dengan sumbu x sebagai waktu (t) dan sumbu y sebagai nilai OD (Alfiana, 2020).

III.5.10 Analisis Data

Data yang diperoleh dari isolasi bakteri resisten timbal disajikan secara kualitatif dan kuantitatif, data kualitatif dilakukan secara deskriptif berdasarkan isolasi bakteri dan karakteristik morfologi secara makroskopis dan mikroskopis yang disajikan dalam bentuk gambar dan data kuantitatif diperoleh dari uji resistensi menggunakan *disc diffusion* (cakram) yang disajikan dalam bentuk tabel dan kurva pertumbuhan bakteri menggunakan spektrofotometer yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian

IV.1.1. Karakteristik Bakteri Resisten Logam Berat Timbal Pb pada Tiram (*Crassostrea gigas*).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada isolasi bakteri dari tiram terdapat sepuluh isolat bakteri yang resisten terhadap logam timbal 10 ppm dengan karakteristik morfologi yang berbeda-beda. Isolat bakteri yang resisten timbal pada tiram diberi nama dengan kode isolat yaitu RPB 1, RPB 2, RPB 3, RPB 4, RPB 5, RPB 6, RPB 7, RPB 8, RPB 9 dan RPB 10. Karakteristik morfologi yang dilihat adalah bentuk koloni, tepian, elevasi dan warna koloni. Karakteristik morfologi bakteri dapat dilihat pada tabel IV.1

Tabel IV.1 Hasil pengamatan secara makroskopis

Kode Isolat	Bentuk Koloni	Margin	Elevasi	Warna
RPB 1	Bulat	Bundar	Datar	Kream Putih
RPB 2	Bulat	Bundar	Datar	Kream
RPB 3	Bulat	Bundar	Datar	Kream Putih
RPB 4	Bulat	Bundar	Datar	Kream Putih
RPB 5	Bulat Titik Kecil	Bundar	Datar	Kuning
RPB 6	Bulat	Tidak Beraturan	Datar	Kream Putih
RPB 7	Bulat	Bergelombang	Datar	Kream Putih
RPB 8	Bulat	Berserabut	Datar	Kream Putih
RPB 9	Bulat	Tidak Beraturan	Datar	Kream Putih
RPB 10	Seperti Akar	Tidak Beraturan	Datar	Kream Putih

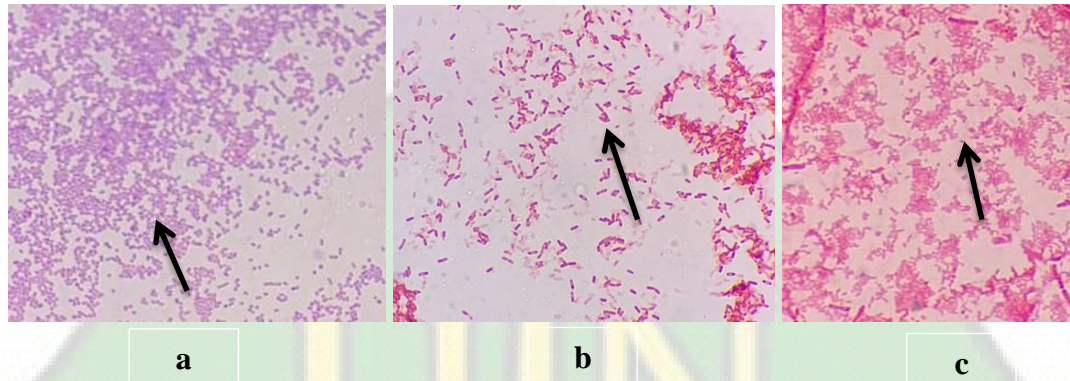
Keterangan : RPB : Resistensi Timbal.

Libretexts 2021 (<https://bio.libretexts.org/@go/page/3484>).

Identifikasi bakteri resisten logam timbal dilakukan karakteristik secara makroskopis dan mikroskopis. Setelah dilakukan identifikasi secara makroskopis selanjutnya, Isolat bakteri dilakukan identifikasi secara mikroskopis diantaranya uji pewarnaan Gram dan uji biokimia. Bakteri yang telah dilakukan pewarnaan Gram selanjutnya dilakukan pengamatan langsung dengan menggunakan mikroskop setiap isolat bakteri memiliki bentuk sel atau warna Gram yang berbeda-beda.

Hasi pengamatan secara mikroskopis di peroleh dari hasil pewarnaan Gram pada bakteri yang kemudian dilihat dengan menggunakan mikroskop pembesaran 1000X, Hasil uji pewarnaan Gram dapat dilihat pada gambar IV.1 sebagai berikut :

Gambar IV.1 Hasil Pewarnaan Gram



Gambar IV.1 (a) *Staphylococcus* sp. (bulat positif) (b) *Salmonella* sp. (batang negatif) (c) *Vibrio* sp. (batang koma negatif).

Setelah dilakukan pewarnaan Gram selanjutnya dilakukan uji biokimia pada kesepuluh isolat tersebut, uji biokimia yang dilakukan yaitu uji TSIA, MR-VP, sitrat, urease, indol, motil dan katalase. Hasil uji biokimia dapat dilihat pada tabel IV.2

Tabel IV.2 Hasil Uji Biokimia Bakteri Resisten Logam Berat Timbal pada Tiram (*Crassostrea gigas*).

Kode Isolat	Bentuk Sel	Uji TSIA													Genus	Referensi
		Gram	Glukosa	Laktosa	Sukrosa	H ₂ S	Gas	MR	VP	Katalase	Sitrat	Urease	Indol	Motil		
RPB 1	Batang	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	<i>Vibrio</i> Sp. 1	Ihsan dan Retnaningrum (2017); Syafrina <i>et al</i> (2021); Bergeys (1957); Ihsan (2021).
RPB 2	Batang	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	<i>Salmonella</i> Sp. 1	Bergeys (1957); Wulandari <i>et al.</i> , (2020); Haerul (2019); Erina <i>et al.</i> ,(2019); Ihsan (2021).
RPB 3	Batang	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	<i>Vibrio</i> Sp. 2	Ihsan dan Retnaningrum (2017); Syafrina <i>et al</i> (2021); Bergeys (1957); Ihsan (2021).
RPB 4	Batang	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	<i>Vibrio</i> Sp. 3	Bergeys (1957); Yulvizar (2013); Karimela <i>et al.</i> , (2013).
RPB 5	Batang	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	<i>Staphylococcus</i> Sp.	Ihsan dan Retnaningrum (2017); Syafrina <i>et al</i> (2021); Bergeys (1957); Ihsan (2021).
RPB 6	Batang	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	<i>Vibrio</i> Sp. 4	Ihsan dan Retnaningrum (2017); Syafrina <i>et al</i> (2021); Bergeys (1957); Ihsan (2021).
RPB 7	Batang	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	<i>Vibrio</i> Sp. 4	Bergeys (1957); Wulandari <i>et al.</i> , (2020); Haerul (2019); Erina <i>et al.</i> ,(2019); Ihsan (2021).
RPB 8	Batang	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	<i>Salmonella</i> Sp. 2	Ihsan dan Retnaningrum (2017); Syafrina <i>et al</i> (2021); Bergeys (1957); Ihsan (2021).
RPB 9	Batang	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	<i>Vibrio</i> Sp. 5	Ihsan dan Retnaningrum (2017); Syafrina <i>et al</i> (2021); Bergeys (1957); Ihsan (2021).
RPB 10	Batang	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	<i>Vibrio</i> Sp. 6	Ihsan dan Retnaningrum (2017); Syafrina <i>et al</i> (2021); Bergeys (1957); Ihsan (2021).

Keterangan : RPB (Resistensi Logam Timbal (Pb), (+) Positif, (-) Negatif.

Berdasarkan uji biokimia yang telah dilakukan pada uji biokimia TSIA didapatkan hasil bahwa dari kesepuluh isolat bakteri yang resisten terhadap logam diujikan didapatkan ke-10 isolat dapat memfermentasikan glukosa, akan tetapi dari ke-10 isolat ada yang mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa dan ada yang tidak mampu memfermentasi baik itu laktosa dan sukrosa. Hasil uji biokimia MR-VP dari ke-10 isolat didapatkan hasil uji MR ada yang negatif dan positif, hasil positif ditunjukkan ada perubahan warna yaitu terbentuknya warna merah dan hasil negatif tidak ada perubahan warna atau tidak terbentuk warna merah pada media, hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa ada isolat yang mampu dan tidak mampu memfermentasikan asam campuran yaitu metilen glikon. Hasil uji VP pada kode isolat RPB 1 hingga RPB 10 mendapatkan hasil negatif yang ditandai dengan tidak terbentuknya warna merah atau tidak berubah warna pada media. Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa isolat tidak mampu memfermentasikan glukosa yang berbentuk asetoin atau (asetil metil karbonil).

Uji biokimia katalase pada kode isolat RPB 1 hingga RPB 10 mendapatkan hasil positif yang ditandai dengan adanya gelembung gas (O_2) atau buih yang dapat dinyatakan bahwa ke-10 isolat tersebut dapat menghasilkan enzim katalase. Uji biokimia sitrat hasil yang di dapatkan dari ke-10 isolat yaitu positif dan negatif, hasil uji positif yang ditandai dengan adanya perubahan warna biru pada media agar miring dan hasil negatif ditandai dengan tidak adanya perubahan warna pada media. Selanjutnya bakteri dilakukan uji biokimia urease hasil yang didapatkan dari ke-10 isolat ada yang positif dan negatif, ditandai dengan warna media berubah menjadi warna merah muda dan hasil negatif ditandai dengan tidak terjadi perubahan warna pada media.

Uji biokimia indol kode isolat RPB 1 hingga RPB 10 mendapatkan hasil negatif, hasil negatif ditunjukkan dengan tidak terbentuknya cincin merah dipermukaan tabung. Uji biokimia selanjutnya uji motil kode isolat RPB 1 hingga RPB 10 terdapat hasil positif dan negatif, hasil positif ditunjukkan dengan menyebarnya pertumbuhan bakteri pada media dan hasil negatif ditunjukkan tidak menyebarnya pertumbuhan bakteri pada media.

Berikut ini merupakan beberapa isolat jenis bakteri species *Vibrio* sp dan *Salmonella* sp yang telah dilakukan pengamatan sebelumnya, dapat dilihat pada tabel IV.3.

Tabel IV.3. Perbedaan hasil uji Biokimia species bakteri *Vibrio* sp dan *Salmonella* sp.

Karakteristik	Species							
	<i>Vibrio</i> sp.1	<i>Vibrio</i> sp.2	<i>Vibrio</i> sp.3	<i>Vibrio</i> sp.4	<i>Vibrio</i> sp.5	<i>Vibrio</i> sp.6	<i>Salmonella</i> sp.1	<i>Salmonella</i> sp.2
Bentuk Sel	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang
Pewarnaan Gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
TSIA:								
Glukosa	+	+	+	+	+	+	+	+
Laktosa	+	+	+	-	+	-	+	+
Sukrosa	+	+	+	-	+	-	+	+
H ₂ S	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas	-	-	-	-	-	+	-	-
MR	+	-	+	-	-	+	-	-
VP	-	-	-	-	-	-	-	-
Katalase	+	+	+	+	+	+	+	+
Sitrat	-	+	-	-	+	+	-	+
Urease	-	+	+	+	-	+	+	-
Indol	-	-	-	-	-	-	-	-
Motil	-	+	-	+	+	+	+	-

Keterangan :

Negatif (-)

Positif (+)

Berdasarkan hasil uji biokimi yang telah dilakukan ada enam jenis isolat bakteri yang diduga species *Vibrio* sp dan dua isolat bakteri yang diduga species *Salmonella* sp. dan hasil uji biokimia tersebut yang membedakan isolat bakteri *Vibrio* sp 1, *Vibrio* sp 2, *Vibrio* sp 3, *Vibrio* sp 4, *Vibrio* sp 5, *Vibrio* sp 6 dan isolat bakteri *Salmonella* sp 1, *Salmonella* sp 2.

IV.1.2 Uji Resistensi Bakteri Logam Berat Timbal pada (*Crassostrea gigas*) Terhadap bakteri *Vibrio sp*, *Staphylococcus sp*, dan *Salmonella sp*.

Pengujian bakteri resistensi logam berat timbal dari tiram (*Crassostrea gigas*) terhadap bakteri *Vibrio sp*, *Staphylococcus sp*, dan *Salmonella sp* dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram dan menggunakan logam berat timbal pada konsentrasi 15 dan 20 ppm. Hasil pengujian resistensi logam berat timbal dapat dilihat pada tabel IV.3 sebagai berikut :

Table IV.3 Hasil Uji resistensi bakteri dari tiram pada logam Pb konsentrasi 15 ppm dan 15 ppm

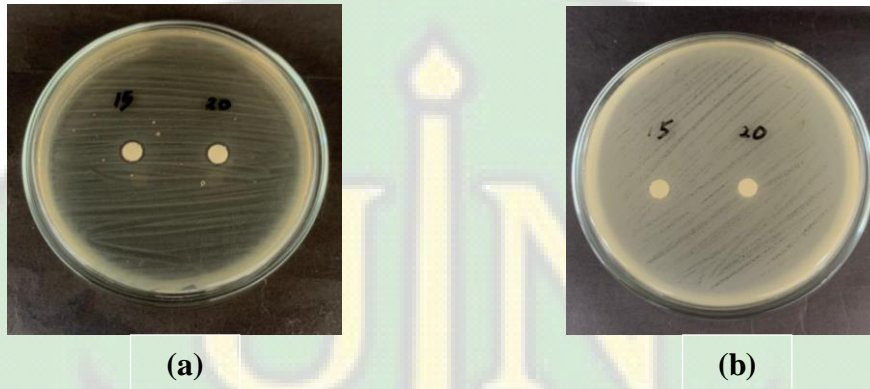
Isolat	Konsentrasi Pb	U1 Mm	U2 mm	U3 mm	Rata-rata mm	Kriteria Zona Hambat
RPB 1	15	0,41	0,26	2,31	0,99	Resisten
	20	0,43	0,25	2,34	1,0	Resisten
RPB 2	15	0,41	0,53	0,48	0,47	Resisten
	20	0,43	0,56	0,49	0,49	Resisten
RPB 3	15	0,49	0,76	0	0,41	Resisten
	20	0,53	1,77	0,15	0,81	Resisten
RPB 4	15	1,64	0,62	0,40	0,88	Resisten
	20	1,78	0,73	0,47	0,99	Resisten
RPB 5	15	0,26	0	0,11	0,12	Resisten
	20	0,30	0,23	0,21	0,24	Resisten
RPB 6	15	2,24	2,25	1,9	2,13	Sensitif
	20	3,26	3,12	3,25	3,21	Sensitif
RPB 7	15	0,90	1,43	1,91	1,41	Sensitif
	20	1,13	1,78	1,97	1,62	Sensitif
RPB 8	15	0,44	0,39	0,62	0,48	Resisten
	20	0,50	0,43	0,68	0,53	Resisten
RPB 9	15	0,35	0,08	0,13	0,18	Resisten
	20	0,43	0,17	0,15	0,25	Resisten
RPB 10	15	1,29	1,83	1,85	1,65	Sensitif
	20	1,34	2,58	1,54	1,82	Sensitif

Keterangan : RPB (Resistensi Pb) U1, U2, U3

Berdasarkan hasil pengamatan uji resistensi bakteri dari kesepuluh isolat didapatkan tujuh isolat yang resisten terhadap logam timbal 15 ppm dan 20 ppm yaitu isolat RPB 1, RPB 2, RPB 3, RPB 4, RPB 5, RPB 8, RPB 9, dan tiga isolat yang sensitif terhadap logam timbal 15 ppm dan 20 ppm yaitu isolat RPB 6, RPB 7 dan RPB 10.

Hasil yang terdapat dari uji resistensi pada kesepuluh isolat tersebut yaitu tujuh isolat dapat meresistensi logam berat timbal dan tiga isolat yang sensitif terhadap logam timbal dengan konsentrasi 15 ppm dan 20 ppm. Gambar hasil uji resistensi logam berat timbal dapat dilihat pada gambar IV.2 sebagai berikut :

Gambar IV.2 Hasil Uji Resistensi Isolat Bakteri Yang Resisten logam berat timbal 15 ppm dan 20 ppm dari tiram (*Crassostrea gigas*).



Keterangan : (a) Bakteri yang resisten terhadap logam timbal 15 ppm dan 20 ppm. (b) Bakteri yang sensitif terhadap logam timbal 15 ppm dan 20 ppm.

IV.I.3 Kurva Pertumbuhan Bakteri RPB 9 (*Vibrio sp 5*)

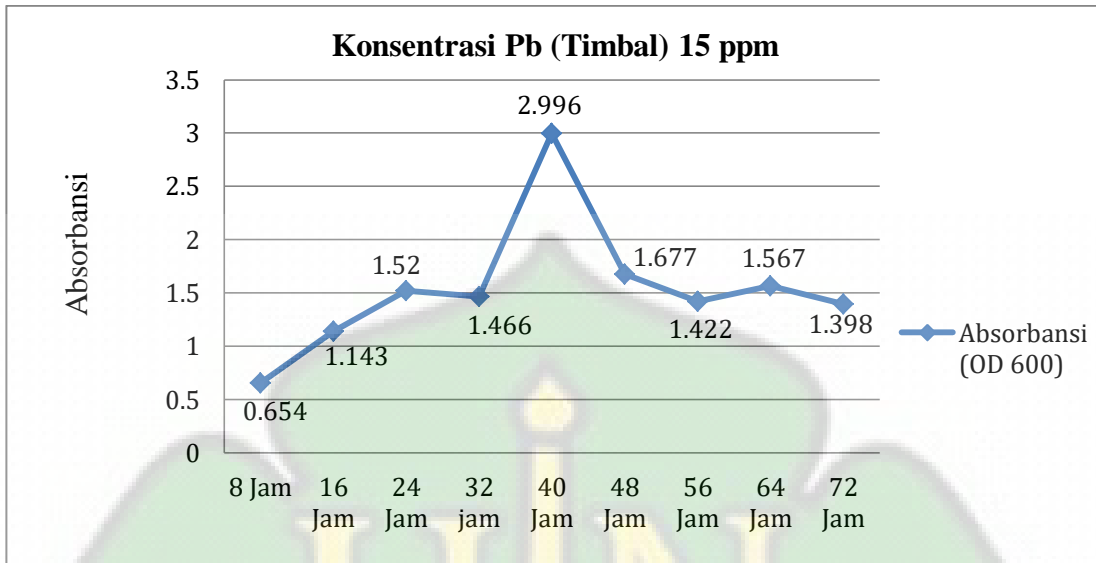
Hasil uji resistensi bakteri logam berat timbal yang paling resisten terdapat pada bakteri RPB 9 (*Vibrio sp 5*) dan selanjutnya akan dilakukan uji kurva pertumbuhan bakteri. Uji kurva pertumbuhan bakteri resisten logam berat timbal menggunakan bakteri *Vibrio sp*, dengan menggunakan konsentrasi 15 ppm dan 20 ppm.

Hasil kurva pertumbuhan dapat dilihat pada tabel IV.4 sebagai berikut :

Table IV.4 Hasil Kurva Pertumbuhan Isolat bakteri RPB 9 (*Vibrio sp 5*)

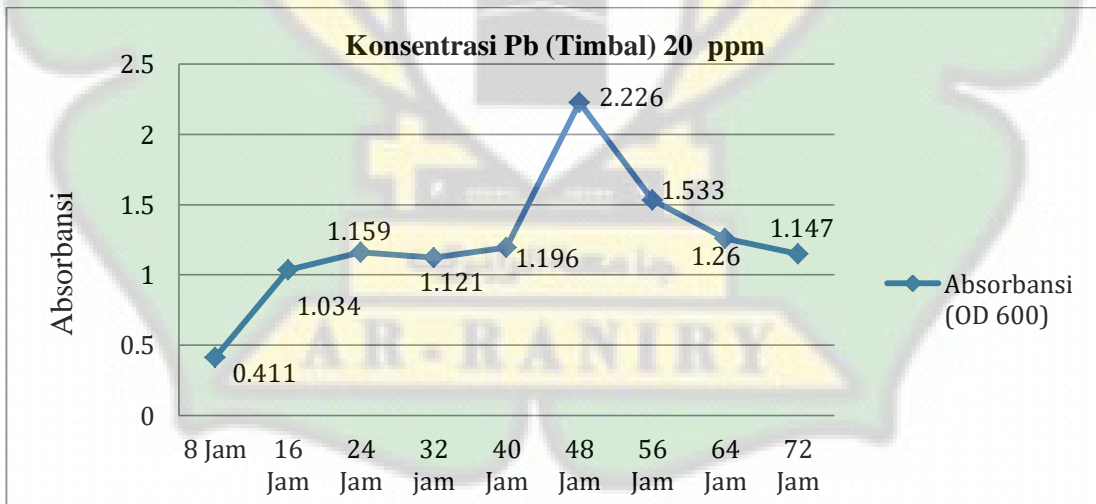
Konsentrasi	04:00	12:00	20:00	04:00	12:00	20:00	04:00	12:00	20:00
	8 jam	16 Jam	24 jam	32 jam	40 jam	48 jam	56 jam	64 jam	72 jam
15 ppm	0,654	1,143	1,520	1,466	2,996	1,677	1,422	1,567	1,398
20 ppm	0,411	1,034	1,159	1,121	1,196	2,226	1,533	1,260	1,147

Hasil pengamatan kurva pertumbuhan bakteri selama 72 jam dan dilakukan pengamatan selama 8 jam sekali, dilakukan pengamatan jam pertama yaitu pada jam 04:00 dengan nilai OD 0,654 dan jam 72 dilakukan pada jam 20:00 nilai OD 1,398.



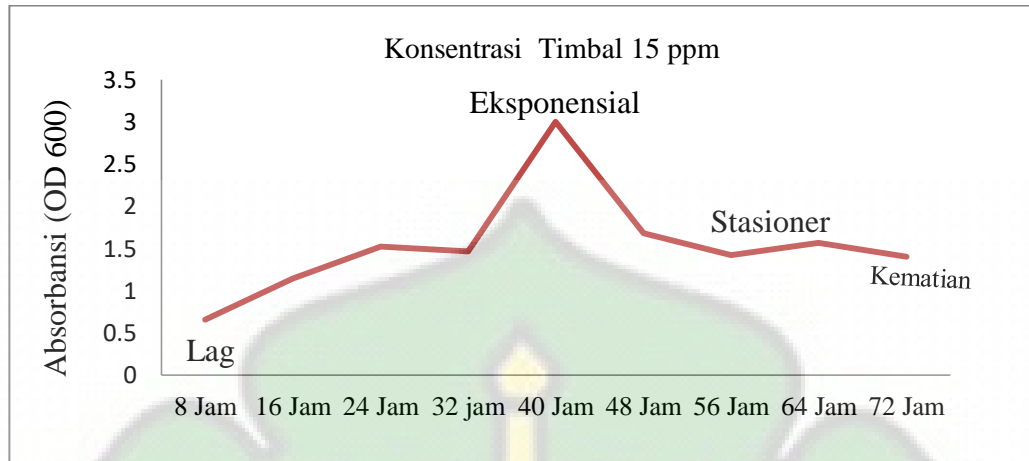
Gambar IV.3 Grafik Kurva Pertumbuhan Bakteri RPB 9 (*Vibrio* sp 5) Konsentrasi 15 ppm (Sumber: Hasil Penelitian 2023).

Berdasarkan hasil pengamatan kurva pertumbuhan bakteri pada konsentrasi logam timbal 15 ppm mendapatkan nilai OD tertinggi pada jam 40 yaitu 2,996 Å.



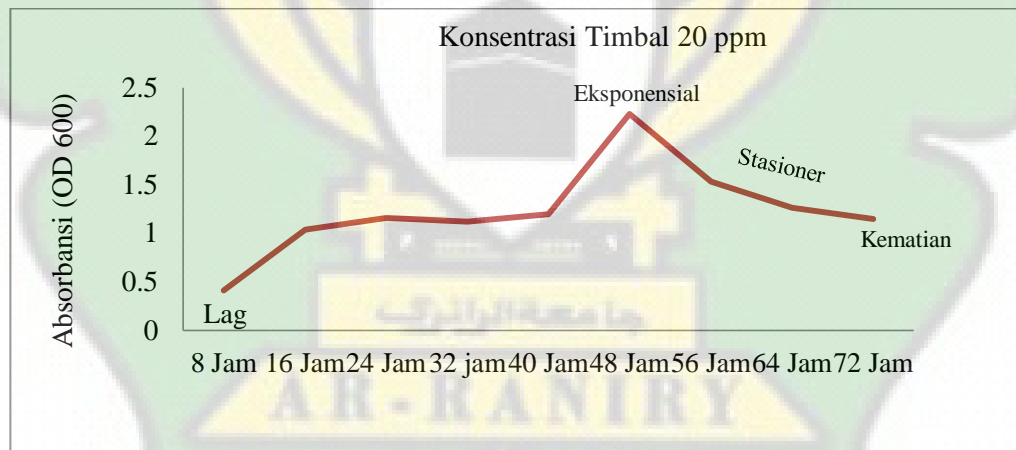
Gambar IV.4 Grafik Kurva Pertumbuhan Bakteri RPB 9 (*Vibrio* sp 5) Konsentrasi 20 ppm (Sumber: Hasil Penelitian 2023).

Berdasarkan hasil pengamatan kurva pertumbuhan bakteri pada konsentrasi logam timbal 20 ppm mendapatkan nilai OD tertinggi pada jam 48 yaitu 2,226 Å.



Gambar IV. 5 Grafik Kurva Pertumbuhan Bakteri RPB 9 (*Vibrio sp 5*) Konsentrasi 15 ppm (Sumber: Hasil Penelitian 2023).

Berdasarkan hasil pengamatan kurva pertumbuhan bakteri pada konsentrasi timbal 15 ppm, fase lag terjadi pada jam ke-0 hingga jam ke-8, fase eksponensial terjadi pada jam ke-16 hingga jam ke-40, fase stasioner terjadi pada jam 48 sampai dengan jam ke-64. Fase menuju kematian terjadi pada jam 72.



Gambar IV.6 Grafik Kurva Pertumbuhan Bakteri RPB 9 (*Vibrio sp 5*) Konsentrasi 20 ppm (Sumber: Hasil Penelitian 2023).

Berdasarkan hasil pengamatan kurva pertumbuhan bakteri pada konsentrasi timbal 120 ppm, fase lag terjadi pada jam ke-0 hingga jam ke-8, fase eksponensial terjadi pada jam ke-16 hingga jam ke-48, fase stasioner terjadi pada jam 56 sampai dengan jam ke-64. Fase menuju kematian terjadi pada jam 72.

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Karakteristik Bakteri Resisten Logam Berat Timbal pada Tiram (*Crassostrea gigas*).

Berdasarkan hasil pengamatan bakteri pada tiram yang diisolasi pada media NA yang mengandung timbal dengan konsentrasi 10 ppm terdapat bakteri *Vibrio sp.*, *Staphylococcus sp.*, dan *Salmonella sp.* Bakteri resisten timbal dengan kode isolat RPB 1, RPB 3, RPB 4, RPB 6, RPB 7, RPB 9 dan RPB 10 secara karakteristik morfologis memiliki kemiripan dengan genus *Vibrio sp.* yang memiliki bentuk koloni bulat dan seperti akar, marjin bundar, tidak beraturan dan bergelombang, elevasi datar dan warna isolat krem putih. Karakter lain genus *Vibrio sp.* memiliki bentuk sel batang dan Gram positif. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ihsan dan Retnaningrum (2017) genus bakteri yang ditemukan dari kerang kapah (*Meretrix meretrix*) salah satunya genus *Vibrio sp.* yang memiliki karakteristik morfologinya yaitu bentuk koloni bundar. Elevasi koloni bakteri law conver, dan konver. Tepian isolat entire (halus) dan memiliki warna koloni kuning, hijau kebiruan, orange, dan hijau. Berdasarkan penelitian Lubis *et al.*, (2021) karakteristik genus bakteri *vibrio sp.* yaitu memiliki bentuk koloni bulat, tidak beraturan dan bulat kecil. Warna koloni hijau tua, kuning dan hijau. Elevasi timbul, datar dan cembung. Tepian koloninya berlekuk dan licin. Sedangkan menurut penelitian Ihsa (2021) genus bakteri *vibrio sp.* memiliki ciri ciri berwarna kuning dan hijau, tepian koloninya entire (mengutuh), elevasi koloni conver dan bentuk koloninya membundar. Menurut Bergay (1957) ciri ciri dari genus *vibrio sp.* yaitu berbentuk batang pendek, bersifat Gram negatif, koloni berwarna kekuningan, orange dan hijau dan tumbuh pada media TCBSA (*Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar*).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan isolat bakteri dengan kode RPB 5 secara karakteristik morfologis bakteri ini memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus sp.* bakteri ini memiliki bentuk bulat titik kecil, marjin bundar, elevasi datar dan warna dari koloni ini berwarna kuning, bentuk selnya coccus dan Gram negatif. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yulvizar (2023) berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh genus bakteri yang didapatkan

yaitu *Staphylococcus* sp. dengan ciri ciri morfologinya yaitu gram positif, berbentuk sel motil dan bulat, bentuk koloni bundar, tepian koloni licin, warna koloni putih susu dan memiliki elevasi timbul. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Karimela *et al.*, (2013) genus *Staphylococcus* sp. memiliki karakteristik pewarnaan Gram yang dilakukan bersifat positif, bentuk sel bulat atau cocus dan berwarna kuning. Sedangkan menurut Bergey (1957) *Staphylococcus* sp. memiliki karakteristik morfologi bentuk koloni cocus, gram positif berwarna kuning. Dan karakteristik secara mikroskopis uji biokimia menghasilkan motil positif atau negatif, katalase positif, glukosa positif, sukrosa positif dan laktosa positif .

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan isolat dengan kode RPB 2 dan RPB 8 memiliki kemiripan dengan genus *Salmonella* sp. memiliki karakteristik morfologis bentuk koloni bulat, memiliki margin bundar dan berserabut, elevasi datar, berwarna krem dan krem putih, bentuk sel batang, gram negatif. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Erina *et al.*, (2019) bakteri yang memiliki ciri-ciri genus *Salmonella* sp. yaitu bentuk nya bulat dan cembung, permukaan bakteri halus, mengkilat tepian rata, warna koloni tidak berwarna, keruh dan berwarna hitam. Berdasarkan hasil pewarnaan gram bentuk sel batang Gram negatif. Sedangkan menurut Ihsan (2021) genus *Salmonella* sp. dapat tumbuh pada media SSA yaitu media yang menumbuhkan khusus bakteri *Salmonella* sp. karakteristik morfologinya yaitu warna merah jambu, bagian tepi koloni mengutuh, bentuknya membundar, warna koloni berwarna hitam dan ada koloni yang tidak berwarna hitam.

Bakteri *Vibrio* sp, *Staphylococcus* sp, dan *Salmonella* sp yang terdapat pada sampel tiram dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu bakteri tersebut mampu bertahan terhadap logam, konduktivitas, PH, temperatur, oksigen terlarut dan bahan organik yang terdapat dilingkungan tersebut yang memicu bakteri tersebut untuk dapat tumbuh. Menurut Syafrina *et al.*, (2021) bakteri *Vibrio* sp. dapat tumbuh pada sampel kerang disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan yaitu buangan limbah rumah tangga, limbah industri dan sisa bahan makanan. Cemaran dari bahan tersebut dapat memicu pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp.

Bakteri *Vibrio sp*, *Staphylococcus sp*, dan *Salmonella sp* berperan sebagai bakteri yang resisten terhadap logam dan berperan sebagai biomediator yaitu yang mampu membersihkan limbah kasrbon secara efektif. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fretes *et al.*, (2019) isolat bakteri dari genus *Vibrio sp*. dan *Staphylococcus sp*. berperan dalam melakukan detoksifikasi dan tahan terhadap logam berat Pb.

IV.2.2 Uji Resistensi Logam Berat Timbal pada (*Crassostrea gigas*) Terhadap Bakteri *Vibrio sp*, *Staphylococcus sp*, dan *Salmonella sp*.

Hasil uji resistensi logam berat timbal dengan konsentrasi 15 ppm dan 20 ppm pada kesepuluh isolat yang didapatkan, berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh pada (Tabel.IV.3) terlihat adanya variasi zona hambat dari setiap konsentrasi. Dari kesepuluh isolat menunjukkan bahwa tujuh isolat yang diperoleh mampu meresistensi logam timbal namun isolat RPB 9 (*Staphylococcus sp*) memiliki zona hambat yang paling terkecil dan kemudian diikuti dengan isolat RPB 5 (*Vibrio sp*), dengan demikian dapat diketahui bahwasanya RPB 5 dan RPB 9 lebih tahan terhadap cengkraman timbal (Pb). Menunjukkan ketahanan bakteri terhadap timbal yaitu jika semakin kecil zona hambat (zona bening yang dihasilkan) yang di hasilkan maka semakin mampu bakteri tersebut menstranformasi senyawa logam kompleks menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dengan toksisitasnya yang lebih rendah sehingga dapat ditoleransi oleh sel bakteri. Menurut Ulfa *et al.*, (2016) suatu jenis bakteri dikatakan resisten logam berat jika pengukuran zona hambat pada metode pengukuran difusi cakram sebesar ≤ 1 mm.

Isolat yang memiliki zona bening yang besar dengan nilai ukur rata-rata yang besar dengan kategori sensitif terdapat pada tiga isolat bakteri yaitu isolat RPB 6 konsentasi 15 ppm 2,13 mm dan 20 ppm 3.12 mm, diikuti dengan isolat RPB 7 dengan nilai ukur rata-rata pada konsentrasi 15 ppm 1,41 mm, konsetrasi 20 ppm 1,62 mm dan isolate RPB 10 dengan nilai ukur rata-rata pada konsentari timbal 15 ppm 1,65 mm, konsentrasi 20 ppm 1,82mm, hal ini disebabkan bakteri tidak dapat meresiten terhadap konsentrasi logam yang tinggi karena dapat menghambat

metabolism sel sehingga pertumbuhan bakteri lambat, ada plasmid yang mengandung gen resisten Pb sempit sehingga masuk kedalam sel dimana resisten hanya terjadi pada garam Pb organik saja dan tidak terjadi pada anorganik (Stella, 2018).

Menurut penelitian Agustina dan Lisdiana (2023) bakteri Gram negatif dan positif dapat mengurangi logam berat timbal. Sedangkan menurut penelitian Syari *et al.*, (2018) penurunan logam berat lebih banyak ditemukan pada bakteri Gram negatif dibandingkan dengan bakteri Gram positif. Karena isolat Gram negatif memiliki komponen tertentu didalam sel yang berperan mereduksi logam berat Pb, namun komponen tersebut juga ditemukan pada bakteri gram positif tetapi dengan jumlah lebih sedikit. Bakteri Gram negatif mempunyai *glutathione* yang merupakan komponen thiol non-protein besar pada sel hidup sehingga dapat mempengaruhi detoksifikasi pada logam Pb karena memiliki kapasitas reduksi yang besar. *Glutathione* juga ditemukan pada bakteri gram positif dengan jumlah lebih sedikit.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Fretes *et al.*, (2019) isolat bakteri dari genus *Vibrio* sp. dan *Staphylococcus* sp. mampu melakukan detoksifikasi dan tahan terhadap logam berat Pb. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Nita (2017) genus-genus bakteri yang dapat resistensi logam termasuk logam timbal (Pb) yaitu salah satunya terdapat bakteri *Salmonella* sp dan *Staphylococcus* sp. Berdasarkan hasil pengamatan dari kesepuluh isolat yang paling resistensi logam berat timbal terdapat pada Isolat RPB 10 yang memiliki kemiripan dengan Genus *Vibrio* sp. Menurut penelitian Khastini *et al.*, (2022) bakteri *Vibrio* sp. merupakan bakteri sedimen laut yang mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon dengan bantuan enzim monooksegenase dan enzim dioksegenase dalam menghasilkan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri.

Menurut Verdianti *et al.*, (2018) bakteri *Vibrio* sp mampu tumbuh pada media yang mengandung logam berat Pb 5 ppm 10 ppm dan 25 ppm. *Vibrio* sp dapat tumbuh dalam kondisi tersebut melalui mekanisme biotransformasi, yaitu proses enzim yang dimiliki oleh mikroorganisme melalui perubahan kimia polutan untuk memodifikasi polutan beracun. Proses tersebut akan mengarah pada proses

biodegradasi yaitu kemampuan mikroorganisme untuk membelah struktur kimia polutan beracun menjadi zat nonkompleks dengan toksisitas rendah. Biodegradasi diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu ekstraseluler (kemampuan bakteri untuk mendetoksifikasi pengaruh logam berat dengan adanya presipitasi polifosfat atau dengan membentuk ikatan nonspesifik dengan polisakarida ekstraseluler atau polimer alami pada dinding sel) dan intraseluler (yaitu logam berat tidak aktif melalui pengendapan oleh polifosfat, berikatan dengan metallothionein dan sistem penghabisan).

Resiaten bakteri pada logam berat terjadi karena kemampuan bakteri untuk melakukan detoksifikasi terhadap pengaruh logam berat dengan adanya protein atau materil granula seperti polifospat yang berperan dalam mengikat pb dalam selnya. Resisten bakteri terhadap logam timbal terkait dengan ketersediaan gen resisten yang terdapat dalam kromosom, plasmida dan transposon. Gen resisten ini akan mengontrol pada mekanisme munculnya sifat resisten bakteri muncul dengan melalui transport aktif menggunakan ATP. Akumulasi logam berat didalam sel bakteri akan terus terjadi sampai batas dimana bakteri tidak mampu lagi mentolerir kandungan logam berat dalam tubuh (Fahrudin, 2020).

Sedangkan menurut firman dan Safitri (2023) bakteri yang dapat meresistensi logam diketahui memiliki kemampuan menghasilkan senyawa *Extracellular Polymeric Substance* (EPS) ketika berada dalam lingkungan yang tidak baik, contohnya berada pada lingkungan logam Pb. EPS merupakan salah satu konstituen dalam biofilm yang mampu melakukan pengikatan ion metal termasuk pb, produksi EPS yang bertindak sebagai bioakumulasi, pembentukan metabolit organik yang bersifat pengkhalat dan membentuk kompleks dengan logam, pengendapan, kristalisasi ekstraseluler oleh asam sulfat Gram bakteri pereduksi membentuk suatu endapan sulfide. Melalui pembentukan metallothionein protein kaya sistein intraseluler yang dapat mengikat logam, proses detoksifikasi, penyimpanan dan pengaturan ion logam dalam sel. Mekanisme penyerapan logam berat oleh sel bakteri yaitu ketika logam berat masuk kedalam sel bakteri melalui membrane, selanjutnya logam berat tersebut akan bereaksi dengan beberapa komponen yang ada di dalam

sel bakteri yaitu NADPH (Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate Hydrogen), FHDA2, pentose, cysteine dan beberapa kelompok antioksidan yaitu askorbat dan glutathione. Kemudian bakteri menggunakan NADPH dan sitokrom sebagai pemecah logam berat menjadi bentuk sederhana sehingga dapat mencegah kerusakan oksidatif pada protein dan DNA sel bakteri.

IV.I.3 Kurva Pertumbuhan Bakteri RPB 9 (*Vibrio* sp 5)

Uji kurva pertumbuhan bakteri dilakukan pada isolat RPB 9 (*Vibrio* sp 5) dengan menggunakan konsentras timbal 15 ppm dan 20 ppm. Kurva pertumbuhan bakteri dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan waktu bakteri yang optimal. Menurut Senatang dan Purnama (2023) terdapat empat fase pertumbuhan bakteri yaitu pertama ada fase lag atau fase adaptasi yaitu fase paling awal atau melakukan penyesuaian aktifitas mikroba dalam lingkungan barunya. Kedua Fase log atau fase eksponensial adalah fase peningkatan aktifitas perubahan bentuk atau bertambah jumlah mencapai kecepatan maksimum sehingga kurvanya dalam bentuk eksponensial. Fase stasioner merupakan fase dimana terjadinya keseimbangan penambahan aktifitas dan penurunan aktifitas atau dalam pertumbuhan koloni menjadi keseimbangan antara yang mati dan penambahan bakteri oleh sebab itu pada fase ini membentuk kurva yang datar. Keempat fase kematian yaitu mulai terhentinya aktifitas bakteri atau pertumbuhan isolat terjadinya kematian melebihi bertambahnya bakteri.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah diperoleh dilakukan kurva pertumbuhan bakteri pada media NB (Nutrien Broth) dilakukan selama 72 jam dengan melakukan pengamatan 8 jam sekali. Pada pengamatan kurva pertumbuhan bakteri digunakan panjang gelombang 600 nm dengan konsentarsi logam Pb 15 ppm dan 20 ppm. Dari kesepuluh Isolat bakteri yang terpilih untuk melakukan kurva pertumbuhan bakteri yaitu RPB 9 (*Vibrio* sp 5). Isolat tersebut memiliki nilai zona hambat yang paling kecil dibandingkan dengan isolat yang lain. Kurva pertumbuhan bakteri dengan konsentrasi 15 ppm dan 20 ppm dapat dilihat pada gambar. VI.3 dan IV.4.

Berdasarkan hasil pengamatan pada isolat yang tumbuh pada logam 15 ppm dan 20 ppm nilai OD berbeda, semakin besar logam Pb yang diberikan maka semakin kecil nilai absorbansi yang diperoleh. Menurut Gultom *et al.*, (2022) semakin besar konsentrasi logam berat yang diberikan dalam media maka semakin turun laju pertumbuhan bakteri waktu untuk mencapai fase eksponensial semakin panjang dan pertumbuhan bakteri terhambat. Berdasarkan hasil pengamatan pada konsentrasi pb 15 ppm fase log atau eksponensial pertumbuhan tertinggi isolat terjadi pada jam ke-40 dengan nilai OD 2,996 Å sedangkan pada konsentrasi pb 20 ppm fase log pertumbuhan tertinggi terjadi pada jam ke-48 dengan nilai OD 1,196 Å.

Kurva pertumbuhan bakteri RPB 9 (*Vibrio sp*) dengan pemberian pb 15 ppm selama 72 jam dengan pengukuran 8 jam sekali dapat dilihat pada (Gambar IV.3) pada konsentrasi 15 ppm terdapat nilai absorbansi pada jam pertama 0,654 Å dan pada jam 72 nilai OD 1,398 Å. Kurva pertumbuhan isolat *Vibrio sp.* fase lag terjadi pada jam ke-0-8, fase eksponensial terjadi pada jam ke-16-40 dan fase stasioner terjadi pada jam 48-56 kemudian terjadi kenaikan nilai OD pada jam ke-64 dan terjadinya penurunan nilai pada jam ke 72 yaitu fase menuju kematian. Menurut Sari *et al.*, (2021) kenaikan nilai absorbansi menunjukkan bahwasanya masih ada yang hidup yang dapat memenuhi nutrisi yang memanfaatkan substrak yang ada.

Kurva pertumbuhan bakteri RPB 9 (*Vibrio sp*) dengan pemberian pb 20 ppm selama 72 jam dengan pengukuran 8 jam sekali dapat dilihat pada (Gambar IV.3) Pada konsentrasi 20 ppm jam 8 nilai OD 0,411 Å dan nilai OD pada 72 jam 1,147 Å. Kurva pertumbuhan bakteri *Vibrio sp.* fase lag terjadi pada jam ke-0-8 dan kemudian fase log atau eksponensial terjadi pada jam 16-48 selanjutnya terjadi penurunan nilai OD yaitu ditandai bakteri mengalami fase stasioner pada jam 56-64 dan fase menuju kematian terjadi pada jam 72. Menurut Puspitasari *et al.*, (2020) penurunan jumlah bakteri pada masa inkubasi menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam media mulai berkurang diantaranya adalah nutrien N (Nitrogen) dan P (Fosfat) sebagai nutrisi untuk pertumbuhan bakteri. Penurunan jumlah nilai absorpsi juga disebabkan oleh terjadinya akumulasi bahan beracun pada medium pertumbuhan yang kemudian menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri hal ini yang menjadi

penyebab turunya nilai OD karena adanya penurunan jumlah atau kandungan nutrisi dalam medium sehingga jumlahnya menjadi terbatas (Nurchayati *et al.*, 2019).



BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengamta secara mikroskopis, makroskopis, uji biokimia dan dilakukan identifikasi pada sepuluh isolat bakteri yang terdapat pada Tiram (*Crasosostrea gigas*) memiliki karakteristik yang sama dengan baktei *Vibrio* sp. *Staphylococcus* sp. dan *Salmonella* sp.
2. Hasil uji resistensi ke-10 isolat tujuh isolat bakteri yang dapat meresistensi logam timbal 15 ppm dan 20 ppm dan tiga isolat yang sensitif terhadap logam timbal yaitu isolat RPB 6, RPB 7 dan RPB 10 baktei yang memiliki nilai ukur yang paling kecil terdapat pada bakteri *Vibrio* sp 9 yaitu konsentrasi 15 ppm dengan nilai rata-rata 0,18 mm dan 20 ppm 0,25 mm dan *Staphyloccocus* sp. konsentrasi 15 ppm dengan nilai 0,12 mm dan 20 ppm 0,24 mm.
3. Hasil uji kurva pertumbuhan bakteri yang dilakukan pada bakteri *Vibrio* sp. 9, pada konsentrasi 15 ppm terdapat nilai absorbansi yang paling tinggi pada jam ke-40 yaitu 2.996 Å dan konsentrasi 20 ppm terdapat nilai absorbansi yang tinggi pada jam ke-48 2.226 Å.

V.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yng dilakukan dapat disarankakn untuk:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui jenis bakteri hingga tingkat spesies
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk identifikasi dan uji resistensi pada kerang yang terdapat di Alue Naga
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk identifikasi jenis baktei yang tedapat di air Alue Naga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R. (2017). Logam Berat Sekitar Manusia. In *Press., Lambung Mangkurat University*. ISBN : 978-602-6483-47-8. <http://etheses.uin-malang.ac.id/20914/1/13620019.pdf>. Diakses Tgl : 05 Novemeber 2022.
- Afiyatul, D. 2020. Identifikasi dan Uji Resisten Logam Berat Timbal (Pb) pada Bakteri Yang Diisolasi dari Perairan Paciran Lamongan. Skripsi. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.http://digilib.uinsa.ac.id/42919/2/Afiyatul%20Dawaiyah_H01216002.pdf.
- Afrilla, O., & Puspikawati, S. I. (2021). Uji Kandungan Pencemaran Timbal Pada Hasil Laut di Kabupaten Banyuwangi Test. *Ikesma*, 17(2), 96. <https://doi.org/10.19184/ikesma.V.ISSN:2684-7035>.
- Agastya, W. (2019). *Biosensor Potensiometri untuk Analisis Ion Logam*. Ponorogo : Uwais Inspirasi Indonesia. ISBN : 978-623-7035-29-9. https://books.google.co.id/books?id=U4OGDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- Agustina, C., S., T., dan Lisdiana, L. (2023). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Pendegradasi Logam (Pb) di Perairan Teluk Lamong Surabaya. *Jurnal Lenterabio*. Vol. 12 No. 1. Hal. 101-106. ISSN 2685-7871. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index>.
- Ahmad, S. W., & Bay, K. (2019). *Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cd, Dan Hg) Pada Siput Bakau (Terebralia Sulcata Born, 1778) di Perairan Teluk Kendari. November*, 268–277.
- Ahmad, Z., Lalu, A., & Nurhidayati. (2021). Identifikasi Pencemaran Logam Berat di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisis Parameter Fisika dan Kimia. *Jurnal Ilmiah Fisika*. 18(2), 139-148. ISSN : 2541-1713. <http://dx.doi.org/10.20527/flux.v18i2.9873>.
- Alfiana, R. 2020. Kemampuan Tumbuh dan Profil Protein Bakteri Pendegradasi Kafein pada media Metilxantin. Skripsi. Jurusan Biologi Falkultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Tanggal Akses 8 Novemeber 2022. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Kemampuan+Tumbuh+dan+Profil+Protein+Bakteri+Pendegradasi+Kafein+pada+media+Metilxantin>.
- Ali, R. A. (2020). Removal Of Heavy Metals From Aqueous Media By Biosorption. *Arab Journal Of Basic And Applied Sciences*, 27(1), 183–193. <https://doi.org/10.1080/25765299.2020.1756177>.

- Almukarrama., Hestining A, P., Muhammad F, M., *et al.* (2021). Karbonat Hidroksiapatit Dari Bahan Alam Pengertian, Karakteristik dan Aplikasi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. ISBN: 978-602-386-918-3.15 Agustus.2022.[https://books.google.co.id/books/about/KARBONATHIDROKSAPATIT_DARI_BAHAN_ALAM.html?id=vO9IEAAAQBAJ & rediresc =y.](https://books.google.co.id/books/about/KARBONATHIDROKSAPATIT_DARI_BAHAN_ALAM.html?id=vO9IEAAAQBAJ&rediresc=y)
- Aminah, U., & Nur, F. (2018). Biosorpsi Logam Berat Timbal (Pb) Oleh Bakteri. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 12(1), 50–70. <https://doi.org/10.24252/Teknosains.V12i1.7868>.
- Andria, F. A., & Rahmaningsih, S. (2019). Garam Indonesia Berkualitas Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Garam. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 95–105. ISSN : 2528-0759.
- Anthoni, B. A., Mega., S. J, & Robi. (2021). Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg Pada Air dan Sedimen di Perairan Samudera Indah Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 4(1), 20-31. ISSN : 2614-6142. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/lk/article/view/44922/pdf>.
- Angraeni, A., & Triajie, H. (2021). Uji Kemampuan Bakteri (*Pseudomonas aeruginosa*) Dalam Proses Biodegradasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenil : Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(3), 176–185. <https://doi.org/10.21107/Juvenil.V2i3.11754>.
- Apriyanti, E. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kerang *Polymesoda erosa L* di Perairan Tanjung Bunga Makassar. *Ijeem - Indonesian Journal Of Environmental Education And Management*, 3(2), 121–131. <https://doi.org/10.21009/Ijeem.032.03>.
- Astutik, L. W. 2015. Resisten dan Potensi *Azotobacter* Sebagai Bioremoval Timbal Pb. Tugas Akhir. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi. Tanggal Akses : 8 November. <https://repository.its.ac.id/72289/1/1511100033-Undergraduate-Thesis.pdf>.
- Aufa, H, R. (2021). Uji Reduksi dan Identifikasi Isolat Bakteri Resisten Vanadium dari Pertambangan Minyak Bumi Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojonegoro. Skripsi. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/27300/3/16620067.pdf>.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia. No 5 Tahun (2018). Tentang Batas Maksimum Pencemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan. [https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2018/0._salinan_PerBPO M_5_Tahun_2018_Cemaran_Logam_Berat_join__4_.pdf](https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2018/0._salinan_PerBPO_M_5_Tahun_2018_Cemaran_Logam_Berat_join__4_.pdf).

- Bergey's. (1957). *Determinative Bacteriology*. The Williams and Wilkins Company. Composed and Printed Waverly Press.
- Daniel, C. W, Fenzhen, S, Jing, W *et al.* "Bioremediation Of Water Containing Pesticides By Microalgae Mechanisms, Methods, And Prospects For Future Research" *Science Of The Total Environment*. Vol.7. No7. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.136080.<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136080>.
- Della, H. W, Dessy, D, & Nursyirwani. (2021). Isolation and Identification of Bacteria From Dumai Marine Waters That Have Potensial as Lead Bioremediation Agents. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*. 2(3), 217-222. ISSN : 2746-4512. 1 September 2022. doi.<https://doi.org/10.31258/jocos.2.3.217-222>
- Dewi, L., Hadisoebroto, G., Anwar, K., Farmasi, J., Al-Ghifari, U., & Atom, S. S. (2021). *Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb dan Tembaga (Cu) Pada Sumber Air di Kawasan Gunung Salak Kabupaten Sukabumi Dengan Meotde Spektrofotometer Serapan Arom (SSA)*. 9(2), 15–24. ISSN: 2338-6851.
- Dewi, N, dan Didha, A, P. 2019. "Bioakumulasi Logam Berat Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cirebon Berdasarkan Musim yang Berbeda". *Jurnal Akuatika Indonesia*. Vol. 4 No.1. ISSN 2528-052X : eISSN 2621-7252 <https://www.neliti.com/publications/443865/bioakumulasi-logam-berat-pada-kerang-hijau-perna-viridis-di-perairan-cirebon-ber>
- Dewi, S. 2017. "Kemampuan Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Berdasarkan Waktu Paparannya Oleh Bakteri Endapan Sedimen Perairan Sekitar Rumah Susun Kota Makassar". Skripsi. Makassar : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. 17 Maret 2022. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/11948/1/Dewi%20Sakti%20Angraeni.PDF>
- Dian P. Y., (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*. 1(1), 59-65. <http://journal.unpad.ac.id/akuatek/article/viewFile/28135/13485>.
- Diana, A, Nuriyani, dan Holiyana, F, K. 2018. *Tiram Bakau dan Tiram Batu*. Malang :UBPress.ISBN:978-602432-527-1.https://books.google.co.id/books?id=sJSEdWAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Tiram+bakau+dan+tiram+batu&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Tiram%20bakau%20dan%20tiram%20batu&f=false. 15 Maret 2022.
- Eka, F, M. (2022). Potensi Bakteri Indigen dalam Mengakumulasi Timbal (Pb) dari

Sungai Wonokromo, Kota Surabaya. Skripsi. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/42090/1/18620094.pdf>

Erenda, Y, Haiyul, F, dan Melzi.o. (2019). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol dari Kulit Bawang Merah (*Allium cepa L*) dengan Metode Difusi Cakram. Jurnal Pharm Sci Res. 6(1). Hal 62-68. ISSN : 2477-0612. [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Uji%20Aktivitas%20Antimikroba%20Ekstrak%20Etanol%20Kulit%20Bawang%20Merah%20\(Alli%20\(2\)\)-1.pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Uji%20Aktivitas%20Antimikroba%20Ekstrak%20Etanol%20Kulit%20Bawang%20Merah%20(Alli%20(2))-1.pdf).

Erina,. et al. (2019). Deteksi *Salmonella* sp. pada Saluran Pencernaan Kura-Kura Ambon (*Cuora amboinensis*). Jurnal JIMVET. Vol. 3 No. 2. ISSN: 2540-9492. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v3i2.10767>

Fahrudin, F., Santosa, S., & Sareda. (2020). Toleransi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Bakteri Indigenous Dari Air Laut Pelabuhan Paotere, Makassar. *Aquatic Science & Management*, 8(1), 8–14. ISSN : 2337-5000. 17 Maret 2022.

Fadlillah R., S.Si, M.Si. (2021). “Analisis Kadar Pb Pada Darah Sopir Angkot di Jalan Antang Raya Kota Makassar” Yogyakarta : KBM Indonesia. ISBN : 978-623-6297-650. Tgl Akses. 11 Maret 2022. https://books.Google.Co.id/books?id=skpKEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Analisis+kadar+pb+pada+darah+sopir+angkot+dijalan&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Analisis%20kadar%20pb%20pada%20darah%20sopir%20angkot%20dijalan&f=false.

Fadhel J. M., Endrawati, H., & Ita, W., (2022). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) Pada Kerang Hijau di Perairan Morosari, Sayung, Kabupaten Demak. *Jurnal Buletin Oseonografi Marina*. 11(2), 139-148. ISSN : 2550-0015. DOI: <https://doi.org/10.14710/buloma.v11i2.41617>.

Fiorito, F., Di Concilio, D., Lambiase, S., Amoroso, M. G., Langellotti, A. L., Martello, A., Esposito, M., Galiero, G., & Fusco, G. (2021). Oyster *Crassostrea gigas*, A Good Model For Correlating Viral And Chemical Contamination In The Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*, 172(July), 112825. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112825>.

Firmani, U. dan Safitri, N., M. (2023). Bakteri Penyerap Logam Berat Timbal (Pb) dari Sedimen dan Kerang Hijau, di Laut Banyu Urip Ujung Pangkah, Gresik. *Jurnal Akuakultur*. Vol. 8 No. 1. Hal. 1-5. ISSN : 2407-3601. DOI: <https://doi.org/10.33019/joaa.v8i1.3769>.

Fitria, F, dan Rd. Indah, N. 2021. *Sanitasi Makanan dan Minuman*. Copyright: Yayasan Kita Menulis. ISBN : 978-623-342-288-8. <https://books.google.co.id/books?id=oxhNEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Sanitasi+makanan+da>

n+minuman&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Sanitasi%20makanan%20dan%20minuman&f=false

- Fretes, C., E., Sutiknowati, L., I. dan Falahudin, D. (2019). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Toleran Logam Berat dari Sedimen Mangrove di Pengudang dan Tanjung Uban, Pulau Bintan Indonesia. *Jurnal Oseonologi dan Limnologi di Indonesia*. Vol 4(9). Hal : 71-77. ISSN : 2477-328X. DOI:10.14203/oldi.2019.v4i2.244.
- Gultom, M., T, Sisilia, S dan Wahjud, M. (2022). Stenotropomonas maltophilia, Bakteri Resisten Merkuri pada Limbah Pertambangan Logam. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 3 (1). Hal. 51-56. ISSN : 2721-2432. <https://doi.org/10.24123/saintek.v3i1.4910>.
- Haerul. (2019). Pengujian Cemaran Bakteri Salmonella sp. pada Surimi Beku (Frozen Surimi) Dari Ikan KURisi (Nemipterus sp.) Di Balai KIPM Semarang Jawa Tengah. Skripsi. Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Poli Teknik Perikanan Negeri Pangkep. Tanggal: Akses 05 April 2023. [https://repository.polipangkep.ac.id/uploaded_files/dokumen_isi/Monograf/3.S AMPUL-PENUTUP-dikompresi\(3\)_002.pdf](https://repository.polipangkep.ac.id/uploaded_files/dokumen_isi/Monograf/3.S AMPUL-PENUTUP-dikompresi(3)_002.pdf).
- Handayanto, E., MSc, PhD. (2017). *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemaran Tanah*. Malang : UB Press. ISBN : 978-602-432-013-3. https://books.google.co.id/books?id=VQJODwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Fitoremediasi+dan+phytomining+logam+pencemaran+tanah&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Fitoremediasi%20dan%20phytomining%20ogam%20pencemaran%20tanah&f=false. 17 Maret 2022.
- Haryanti, E. T. (2020). Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus Sp.*) di TPI Kluwut Brebes. *Life Science* 9, 5(1), 18–24. [Http://Journal.Unnes.Ac.Id/Sju/Index.Php/Lifesci](http://Journal.Unnes.Ac.Id/Sju/Index.Php/Lifesci). 17 Maret 2022.
- Hoar, Y., Salosso, Y., dan Santoso P., (2020). Identifikasi Parasit dan Bakteri Vibrio pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Tanah Merah, Kecamatan Kupang Tengah. *Jurnal Aquatik*. Vol. 3 No. 2. Hal. 57-66. ISSN : 2302-5381. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/jaqu/article/view/3144>.
- Ihsan, B., dan Retna, N. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Vibrio* sp. pada Kerang Kapah (*Meretrix meretrix*) Di Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Harpodon Borneo*. Vol. 10. No.1. ISSN : 2087-121X. DOI: <https://doi.org/10.35334/harpodon.v10i1.196>
- Ihsan, N. (2021). Identifikasi Bakteri Patogen (*Vibrio* spp. dan *Salmonella* spp.) Yang Mengontaminasi Ikan Layang dan Bandeng Di Pasar Tradisional. *Jurnal*

- Ikerismawati, S. (2019). Bioremediasi Pb Oleh Bakteri Indigen Limbah Cair Agar. *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, 1(2), 51–58. <https://doi.org/10.31540/Biosilampari.V1i2.288>.
- Ikhsan, F., Herayati, H., Abdullah, S., & Rukmayadi, Y. (2020). Eksplorasi Bakteri Penyerap Logam Pb Dari Air Sungai Ciujung. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2), 261. <https://doi.org/10.36055/Tjst.V16i2.9338>.
- Jais, N. J., Ikhtiar, M., Gafur, A., Hasriwiani Habo Abbas, & Hidayat. (2020). Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) Yang Terdapat Dalam Air dan Ikan di Sungai Tallo Makassar. *Window Of Public Health Journal*, November, 261–274. <https://doi.org/10.33096/Woph.V1i3.112>.
- Jot, S. (2019). “Advantages And Limitations Of In Situ Methods Of Bioremediation”. *Recent Advances In Biology And Medicine*. Vol.5 No.9. <https://doi.org/10.18639/RABM.2019.955923>.
- Karimella, et al. (2013). *Sthaphylococcus* sp. pada Ikan Layang (*Decapterus ruselii*) Asap Pinekuhe Produk Khas Sangihe. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. Vol. 1 No. 2. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmthp/article/download/2928/3693>.
- Kasmini, L. (2019). “Analisis Pertumbuhan dan Bioreproduksi Tiram Daging (*Crassostrea gigas*) di Perairan Pesisir Kota Banda Aceh”. Program Studi Kedokteran Ilmu Biologi : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara Medan. 11 Maret 2022. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/24664/128109003.pdf>.
- Kasmini, L., Barus, T. A., Sarong, M. A., & Mulya, M. B. (2018). Hubungan Panjang Berat dan Faktor Kondisi Tiram (*Crassostrea gigas*) di Kawasan Estuari Tibang dan Ulee Lheue, Kota Banda Aceh. *Depik*, 7(1), 60–68. <https://doi.org/10.13170/Depik.7.1.9594>.
- Lailiya, N, R. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Toleran Terhadap Logam Berat Pb Pada Air dan Sedimen Disungai Porong Sidowarjo Jawa Timur. Skripsi. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel : Surabaya. Tanggal Akses : 2 September 2022. http://digilib.uinsa.ac.id/46123/2/Nur%20Rokhmatul%20Lailiya_H71216041.pdf.
- Lubis., S., Sardi., A., dan Nailulmuna. (2021). Enumerasi dan Uji Patogenitas *Vibrio* sp. pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Dari Kawasan Krung Cut Aceh Besar. Program studi Biologi. Fakultas sains dan Teknologi. Universitas Ar-Ranniry

Darusalam Banda Aceh. Tanggal Akses: 24 April 2023. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/22794>.

- Medfu Tarekegn, M., Zewdu Salilih, F., & Ishetu, A. I. (2020). Microbes Used As A Tool For Bioremediation Of Heavy Metal From The Environment. *Cogent Food And Agriculture*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1783174>.
- Melati, I. (2020). Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan dan Propek Riset. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 8(2), 272–286. ISSN : 2828-1675.
- Melisa R, Billy J & Michael. (2015). Uji Daya Hambat Daun Sirsak (*Annona muricata L*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. ISSN: 2302-2493.
- Molalign, M, T, Fikirte, Z, S and Alamittu, I. (2020). “Microbes Used As A Tool For Bioremediation Of Heavy Metal From The Environment”. *Cogent Food And Agriculture*. ISSN: (Print) (Online) *Journal Homepage*: <https://www.tandfonline.com/loi/oafa20>. 25 Maret 2022. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311932.2020.1783174>.
- Nur A. (2015). “*Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Tiram (Crassostrea gigas) Perairan Payau Alue Naga dan Perairan Payau Gampong Pande Kota Banda Aceh*”. Skripsi. Banda Aceh: Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Perguruan Ilmu Pendidikan Universitas Syiah Kuala Banda Aceh Darussalam. 1 Maret 2022. <https://etd.unsyiah.ac.id/index.php?p=baca&bacaID=13919&page=1>.
- Novalia *et al.*, (2022). Karakter Bakteri Azotobacter dan Azospirillum dari Rizofe Tanaman Lada di Lahan Bekas Tambang Timah. *Jurnal Bioslogos*. Vol 12(1). Hal. 46-54. ISSN : 2656-3282. DOI: <https://doi.org/10.35799/jbl.v12i1.34690>
- Nita, S., R. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Timbal (Pb) dari Lumpur Lapindo. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. <http://etheses.uin-malang.ac.id/5922/>.
- Parhusip, A. J. N., Xaveria, J., & Irawati, W. (2020). Peranan Konsorsium Isolat Bakteri Resisten Logam Berat Untuk Menurunkan Kandungan Zn, Fe, dan Mg Pada Cumi, Udang, dan Ikan The Role Of Heavy Metal Resistant Bacteria Isolate Consortium To Reduce Zn , Fe And Mg Content In Squid , Shrimp And Fish. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(1), 79–85. ISSN : 079-085.
- Putu, N., Sainitha, S., Yudha, I., & Made, N. (2020). Kandungan Timbal (Pb) Pada Sedimen di Perairan Pantai. *Current Trends In Aquatic Science*, 80, 76–80. ISSN : 2621-7473.

- Puspitasari, I., Agus, T., dan Suprijanto, J. (2020). Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Minyak Dari Perairan Pelabuhan Tanjung Mas Semarang. *Journal Of Marine Research*. Vol. 9 No. 3. Hal 281-288. EISSN : 2407-7690.
DOI:10.14710/jmr.v9i3.27606. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr>.
- Qurani, R., Yulianda, F., & Samosir, A. M. (2020). Sebaran Spesies Populasi Tiram (*Crassostrea gigas*, Tumberg 1793) Terkait Faktor Lingkungan Perairan Iilir, Indramayu. *Jurnal Moluska Indonesia*, 4(1), 38–47.
<https://doi.org/10.54115/Jmi.V4i1.12>.
- Rachmawati, N. (2020). Penentuan Kadar Logam Timbal Pada Rambut Supir Bus Rute Tangerang- Padang- Surabaya- Yogyakarta di Terminal Poris Tangerang. (*Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*), 15(2),73–79.
<https://doi.org/10.36086/Jpp.V15i2.531>.
- Rosema, R., Supriyantini, E., & Sedjati, S. (2021). Pemanfaatan Kitosan Untuk Menurunkan Kadar Logam Pb Dalam Perairan yang Tercemar Minyak Bumi. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 61–66.
<https://doi.org/10.14710/Buloma.V10i1.31051>.
- Rosmania, R., & Yanti, F. (2020). Perhitungan Jumlah Bakteri di Laboratorium Mikrobiologi Menggunakan Pengembangan Metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76. <https://doi.org/10.56064/Jps.V22i2.564>.
- Rukman, M, S, Ghafur, dan Hasriwiani, H, A. (2020). “Biokonsentrasi Logam Berat Timbal, Arsen Pada Air dan Ikan Sungai Tallo Kota Makassar Tahun 2020”. *Window Of Public Health Journal*. Vol.1 No.4. Hal : 304-316. DOI: 10.33096/woph.v1i4.132. E-ISSN 2721-2920. <https://www.neliti.com/publications/340532/biokonsentrasi-logam-berat-timbal-arsen-pada-air-dan-ikan-sungai-tallo-kota-mak>.
- Rondi,A, Lilik, M, dan Warsito, A. (2021). “Pola Sebaran Horizontal Logam Berat Timbal (Pb) dan Zeng (Zn) Pada Sedimen di Perairan Muara Sungai Kaligung Tegal”. *Jurnal Kelautan*. Vol.14 No.1. ISSN:1907-9931(print),2476-9991 (online). DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v14i1.8481>.
- Sari, H., C., P., Triajie, H dan Junaedi A., S. (2021). Potensi Konsorsium Air Pelabuhan Kamal dan Bittern dalam Mendegradasi Solar. *Jurnal Kelautan Tropis*. Vol. 24 (2). Hal. 195-204. ISSN : 1410-8852.
DOI:<https://doi.org/10.14710/jkt.v24i2.10097>.
- Sanatang dan Tri, P. (2023). Uji Skrining Ekstrak Supernatan Dari Bakteri Endofit Kuning Pisang. *Jurnal Biologi Makasar*. Vol. 8 No. 1. ISSN: 2528-7168. Hal. 44-50. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma>.
- Septinaharin, I. (2020). *Isolasi Bakteri Resisten Selenium (Se) Dari Crungcup*

Mangrove Consevation (Cmc) dan Kemampuannya Dalam Mengakumulasi Selenium. Skripsi. Jurusan Biologi. Falkultas Sains dan Teknologi : Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang. 2507(February), 1–9.
<https://media.neliti.com/media/publications/472598-isolasi-bakteri-resistensi-merkuri-dari-38e243e8.pdf>. Tgl Akses. 27 Juli 2022.

Sriyanti dan Salmanu. (2017). *Identifikasi Jenis Tiram dan Keanekaragamannya di Daerah Intertidal Desa Haria Kecamatan Saparua Kabupaten Maluku Tengah.* 6(2), 171–175. ISSN : 2541-1225.

Stalis, N. 2018. *Buku Referensi Bioremediasi Limbah Biomedik Cair.* Yogyakarta : Depublish. ISBN : 978-602-475-503-4. https://books.google.co.id/books?id=Sar7DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Buku+referensi+bioremediasi+limbah+biomedik+cair&hl=id&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Buku%20referensi%20bioremediasi%20limbah%20biomedik%20cair&f=false.

Sitorus, S., Ilang, Y., & Nugroho, R. A. (2020). Analisis Kadar Logam Pb, Cd, Cu, As Pada Air, Sedimen dan Bivalvia di Pesisir Teluk Balikpapan. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 7(2), 89. <https://doi.org/10.31258/Dli.7.2.P.89-94>.

Stella., M., *et al.* (2018). Uji Resisten Bakteri *Pseudomonas* sp. yang diisolasi dari Plak Gigi Terhadap Merkuri. *Jurnal e-Biomedik.* Vol. 6 No.1 Hal. 35-38. DOI: <https://doi.org/10.35790/ebm.v3i3.9364>

Sayka, P., J., Rudiansyah dan Ardiningi, P., (2018). Evaluasi In Vitro Kapasitas Bakteri *Pseudomonas putida* dan *Staphylococcus aureus* Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat Timbal (Pb). *Jurnal Orbital.* Vol. 3(1). Hal : 16-27. ISSN : 2580-9660. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist>. DOI : <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i1.4836>.

Ulfa, A., Suarsini, E dan Muhdar, M., H. (2016). Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Proceeding Biology Education Conference.* Vol. 3 No. 1 Hal:793-799. ISSN : 2528-5742.
<https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/5916>.

Verdianti, P., *et al.* (2018). Resistance Test Of *Vibrio* sp. From Milkfish (*Chanos chanos*) in Fishpond Jabon Sidoarjo to Heavy Metals and Antibiotick. *Intenasiaonal Conference Postgraduate School.* Scitepress. Page. 371-375. DOI: 10.5220/0007543203710375.

Wahyuninsi dan Zulaika. (2018). Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik Pada Media *Nutrien Broth* dan *Carboxy Methyl Cellulose.* *Jurnal sains dan Seni ITS.*7(2). ISSN : 2337-3520. DOI: [10.12962/j23373520.v7i2.36283](https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283)

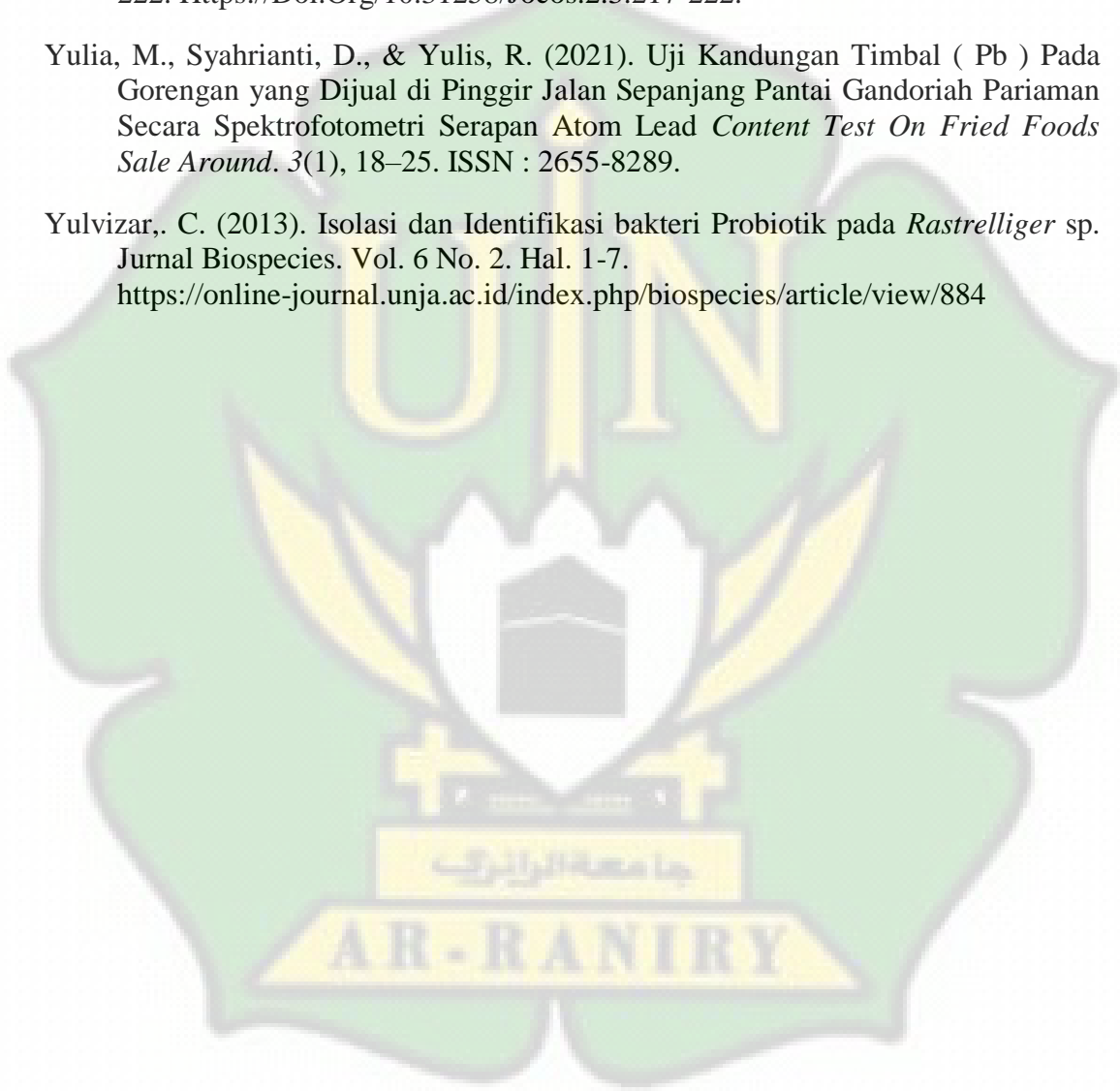
Wulandari, B., I., M., *et al.* (2020). Uji Mikrobiologis *Salmonella*, *Water Activity*

dan Total Bakteri Multinutrien Blok Dari Cangkang Kerang dan Cangkang Telur Sebagai Sumber Mineral. *Jurnal Sains Pertenakan Indonesia*. Vol. 15 No. 1. ISSN: 1978-3000. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.1.43-49>.

Yanti, D. H., Nursyirwani, N., & Yoswaty, D. (2021). Isolation And Identification Of Bacteria From Dumai Marine Waters That Have Potencial As Lead Bioremediation Agents. *Journal Of Coastal And Ocean Sciences*, 2(3), 217–222. <https://doi.org/10.31258/Jocos.2.3.217-222>.

Yulia, M., Syahrianti, D., & Yulis, R. (2021). Uji Kandungan Timbal (Pb) Pada Gorengan yang Dijual di Pinggir Jalan Sepanjang Pantai Gandoriah Pariaman Secara Spektrofotometri Serapan Atom Lead *Content Test On Fried Foods Sale Around*. 3(1), 18–25. ISSN : 2655-8289.

Yulvizar, C. (2013). Isolasi dan Identifikasi bakteri Probiotik pada *Rastrelliger* sp. *Jurnal Biospecies*. Vol. 6 No. 2. Hal. 1-7. <https://online-journal.unja.ac.id/index.php/biospecies/article/view/884>




LAMPIRAN I

I. 1 Rancangan Biaya

No	Alat/Bahan	Volume	Rp
1	Media NA	20 gr	120.000
2	Media NB	5 gr	30.000
3	Tiram	20 ekor	0
4	Aquades	3 L	9.000
5	Alkohol 70%	2 L	50.000
6	NaCl	500 ML	12.000
7	Alat tulis	1 rangkap	40.000
8	Sarung tangan	1 <i>pack</i>	20.000
9	Masker	1 <i>pack</i>	15.000
10	Kertas <i>Wrap</i>	1 gulung	15.000
11	Tisu	1 <i>pack</i>	9.000
12	Kapas	1 <i>pack</i>	15.000
13	Uji biokimia	10 Isolat	230.000
14	Uji kadar logam	1 sampel	60.000
15	Label <i>name</i>	1 <i>pack</i>	7.000
16	Spiritus	1 liter	27.000
17	Spidol	1	8.000
18	Plastic gula	1 kg	15.000
19	Aluminium Foil	1 gulung	20.000
20	Media TCBS	8 gram	50.000
21	Logam timbal (Pb) (NO ₃) ₂	10 gram	50.000
22	Ketambat	1 <i>pack</i>	5.000
23	Media MHA	18 gram	144. 000
24	Cawan Petri	2 <i>pack</i> (selama 3 bulan)	600. 000
25	Cakram	124 disc	372. 000
21	Media MRVP	5 gram	30.000
22	Media EMBA	6 gram	33.000
23	KOH	3 ml	9. 000
24	Methyl Red	4 ml	12. 000
Total			2.010. 000.00

1.2 Pengecekan Kadar logam Timbal Pada Tiram (*Crassostrea gigas*).



Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi


Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi
Jl. Syekh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

LEMBAR KOMPILASI DATA

1. Nama pengguna layanan : Mona Lisa
2. Tanggal pengujian : 16 - 20 Januari 2023
3. Nama sampel : Kerang
4. Jumlah sampel : 1
5. Parameter uji : Timbal (Pb)
6. Metode uji : MDS, AAS - Flame

7. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs
Blank	0,0	0,0000
Std-1	1,0	0,0194
Std-2	2,0	0,0394
Std-3	3,0	0,0595
Std-4	4,0	0,0784
Std-5	5,0	0,0956
Nilai r ²	0,999674	
slope	0,01928	
Intercept	0,00050	



8. Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 3 mg/L	0,0591	3,039	1	3,039	1,20	100,45
2	Std-8 3 mg/L	0,0589	3,029	1	3,029	Ok	Ok
3	Std-9 3 mg/L	0,0578	2,972	1	2,972		


LOQ = 0,0513 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 3 mg/L Batas Rec = 85-115 %
9. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs	StdKons (mg/L)	Massa (g)	Vol. Preparasi (mL)	Hasil (mg/Kg)	Ket.
1	Kerang	0,0009	0,0192	0,5414	50	1,7723	<LOQ


Analisis



Rizki Kurniawan, S.Si.



Banda Aceh, 20 Januari 2023
Ka Lab FST



Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
LABORATORIUM FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jalan Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651-7551 423/Fax: 0651-7553020 Email : laboratorium.fst@ar-raniry.ac.id

LAPORAN HASIL UJI

Nomor : B-6/Un.08/FST-Lab/KP.07.6/1/2023

Nama pengguna layanan : Monalisa
No. Telpn : -
Tanggal diterima : 16 Januari 2023
Tanggal pengujian : 16 – 20 Januari 2023
Nama sampel : Kerang
Spesifikasi sampel : Daging
Jumlah sampel : 1 (satu) buah
Pengambilan sampel : Oleh yang bersangkutan

Informasi Hasil Pengujian Sampel

No	Nama Sampel	Parameter	Hasil Analisis	Satuan	Metode
1	Kerang	Pb	1.7723	mg/kg	AAS-Flame

- Catatan :
1. LHU yang ditampilkan hanya berhubungan dengan contoh yang di uji.
 2. LHU ini dibuat untuk penggunaan pelanggan yang disebutkan dalam LHU ini
 3. Laboratorium FST tidak bertanggung jawab atas setiap kerugian dan tanggung jawab hukum yang diderita oleh pihak ketiga atas penerapannya laporan ini.
 4. Laporan hasil uji tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya dan atas persetujuan dari laboratorium.
LOQ Pb = 0,0513 mg/L.

Banda Aceh, 20 Januari 2023
Kepala Laboratorium FST



Hadi Kurniawan

Lampiran II

II.1 Observasi di Perairan Alue Naga



SURAT PENELITIAN



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : [0651-7557321](tel:0651-7557321), Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-852/Un.08/FST.I/PP.00.9/04/2023
Lamp : -
Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,
Kepada yang terhormat kepala Lab mikrobiologi multifungsi UN Ar-raniry
Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **MONA LISA / 180703059**
Semester/Jurusan : / Biologi
Alamat sekarang : Lamlagang

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **ISOLASI BAKTERI RESISTEN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA TIRAM (*Crassostrea gigas*) DARI ALUE NAGA**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 03 April 2023
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,



Berlaku sampai : 30 Juni 2023

Yusran, S.Pd., M.Pd.

SURAT KEPUTUSAN (SK) PENELITIAN



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-758/Un.08/FST/KP.07.6/12/2022

TENTANG

**PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa Prodi Biologi pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 29 Tahun 2021 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2022 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan** : Keputusan Seminar Proposal Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 25 Oktober 2022.
- Menetapkan** : **MEMUTUSKAN**
- Kesatu** : Menunjuk Saudara:
1. Syafrina Sari Lubis, M.Si Sebagai Pembimbing I
2. Diannita Harahap, M.Si Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing Skripsi:
Nama : Mona Lisa
NIM : 180703059
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Isolasi Bakteri Resisten Logam Berat Timbal (Pb) pada Tiram (*Crassostrea gigas*) dari Alue Naga
- Kedua** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2022/2023 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 20 Desember 2022
Dekan,

Muhammad Dirhamyah

- Terselusan:**
1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh,
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry,
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk diserahkan dan didakusasikan,
4. Yang bersangkutan

LAMPIRAN III

(Pembuatan Larutan Induk Timbal)

III.1. Pembuatan Larutan Induk Timbal (Pb) 1000 ppm

$$\begin{aligned} \text{Mr Pb (NO}_3)_2 &= 331,29 \text{ g/mol} \\ \text{Ar Pb} &= 207,19 \text{ g/mol} \\ &= \frac{\text{Mr Pb (NO}_3)_2}{\text{Ar Pb}} \times 1000 \text{ mg} \\ &= \frac{331,29 \text{ g/mol}}{207,19 \text{ g/mol}} \times 1000 \text{ mg} \\ &= 1598,97 \text{ mg} \\ &= 1,59897 \text{ gram} \end{aligned}$$

III.2. Pembuatan Larutan Timbal 10 ppm dari 1000 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 1000 \text{ mg/L} &= 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 \times &= \frac{10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} \\ &= 1 \text{ mL} \end{aligned}$$

III.3. Pembuatan Larutan Timbal 15 ppm dari 1000 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 1000 \text{ mg/L} &= 15 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 \times &= \frac{15 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} \\ &= 1,5 \text{ mL} \end{aligned}$$

III.3. Pembuatan Larutan Timbal 20 ppm dari 1000 ppm

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 1000 \text{ mg/L} &= 20 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL} \\ V_1 \times &= \frac{20 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}} \\ &= 2 \text{ mL} \end{aligned}$$

LAMPIRAN IV
(Rumus pengulangan)

Pengulangan menggunakan rumus Federer, sebagai berikut:

$$(t-1)(n-1) \geq 15$$

$$(10-1)(n-1) \geq 15$$

$$9(n-1) \geq 15$$

$$9n - 9 \geq 15$$

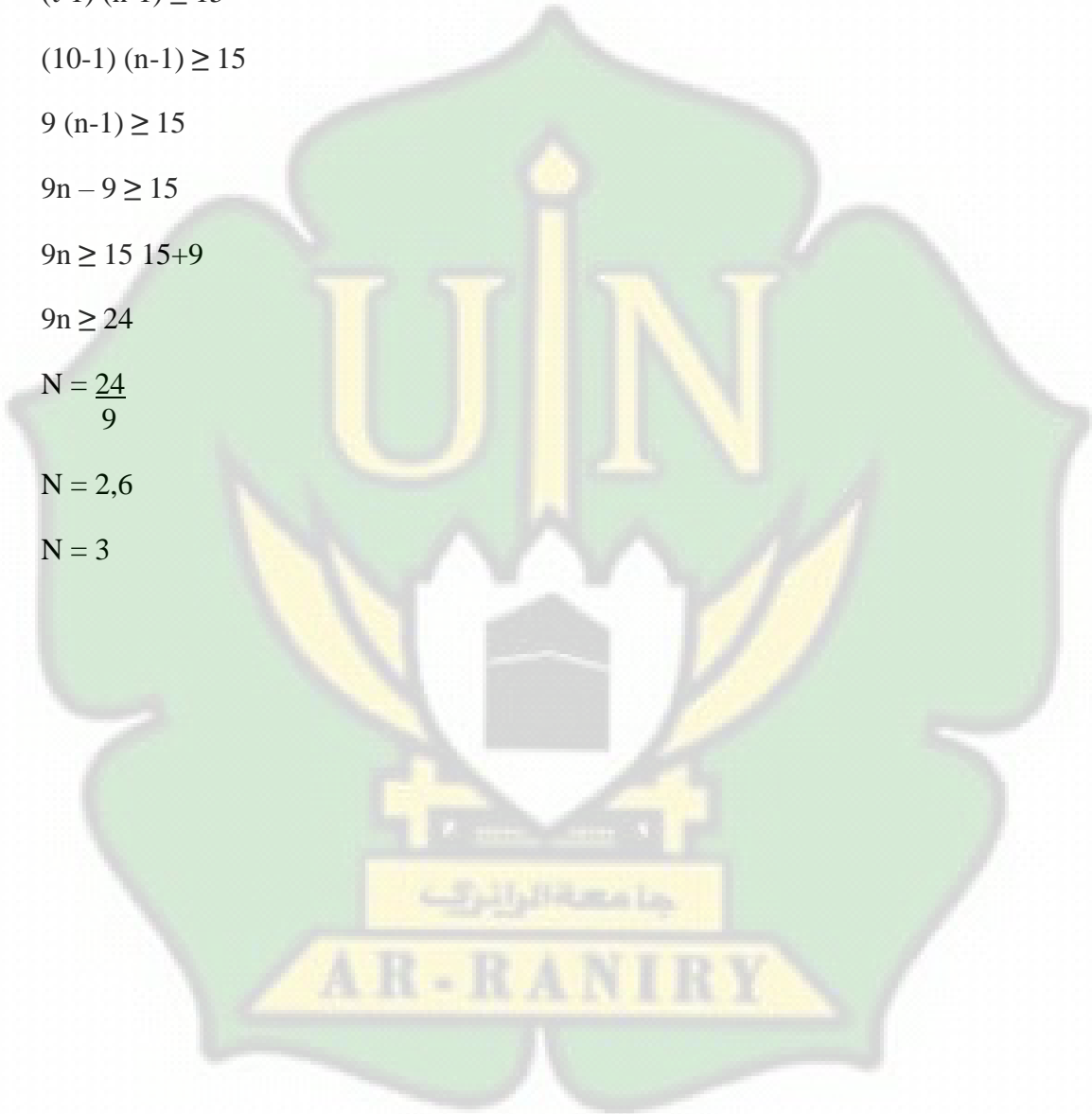
$$9n \geq 15 + 9$$

$$9n \geq 24$$

$$N = \frac{24}{9}$$

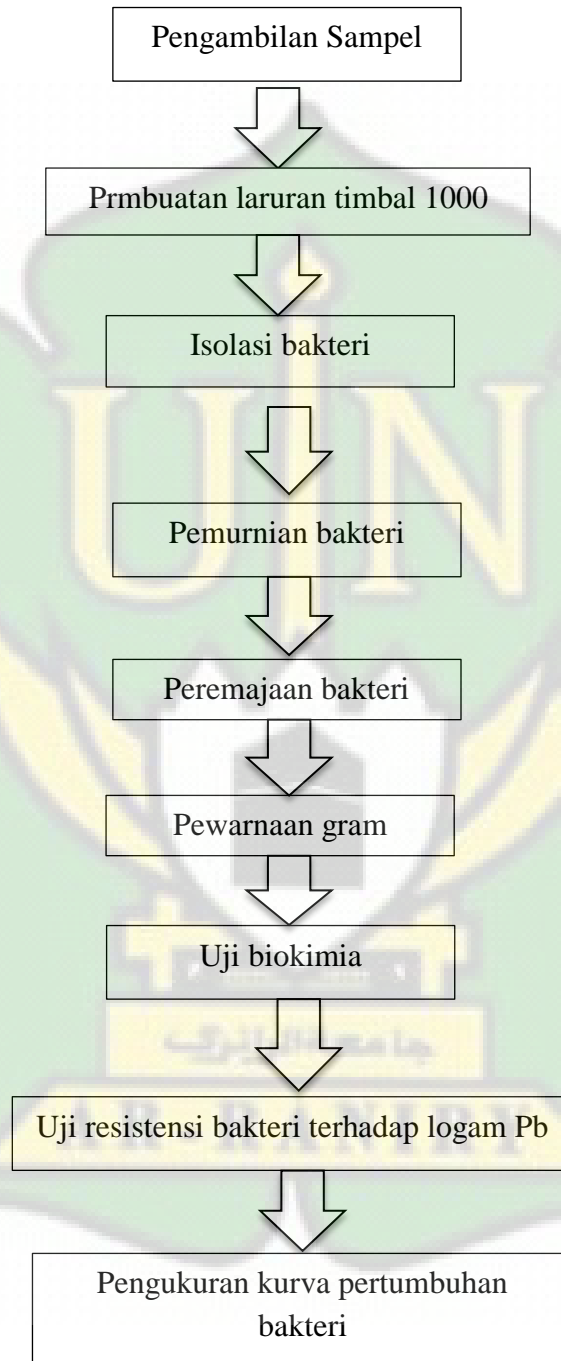
$$N = 2,6$$

$$N = 3$$





LAMPIRAN V

(Alur Penelitian)

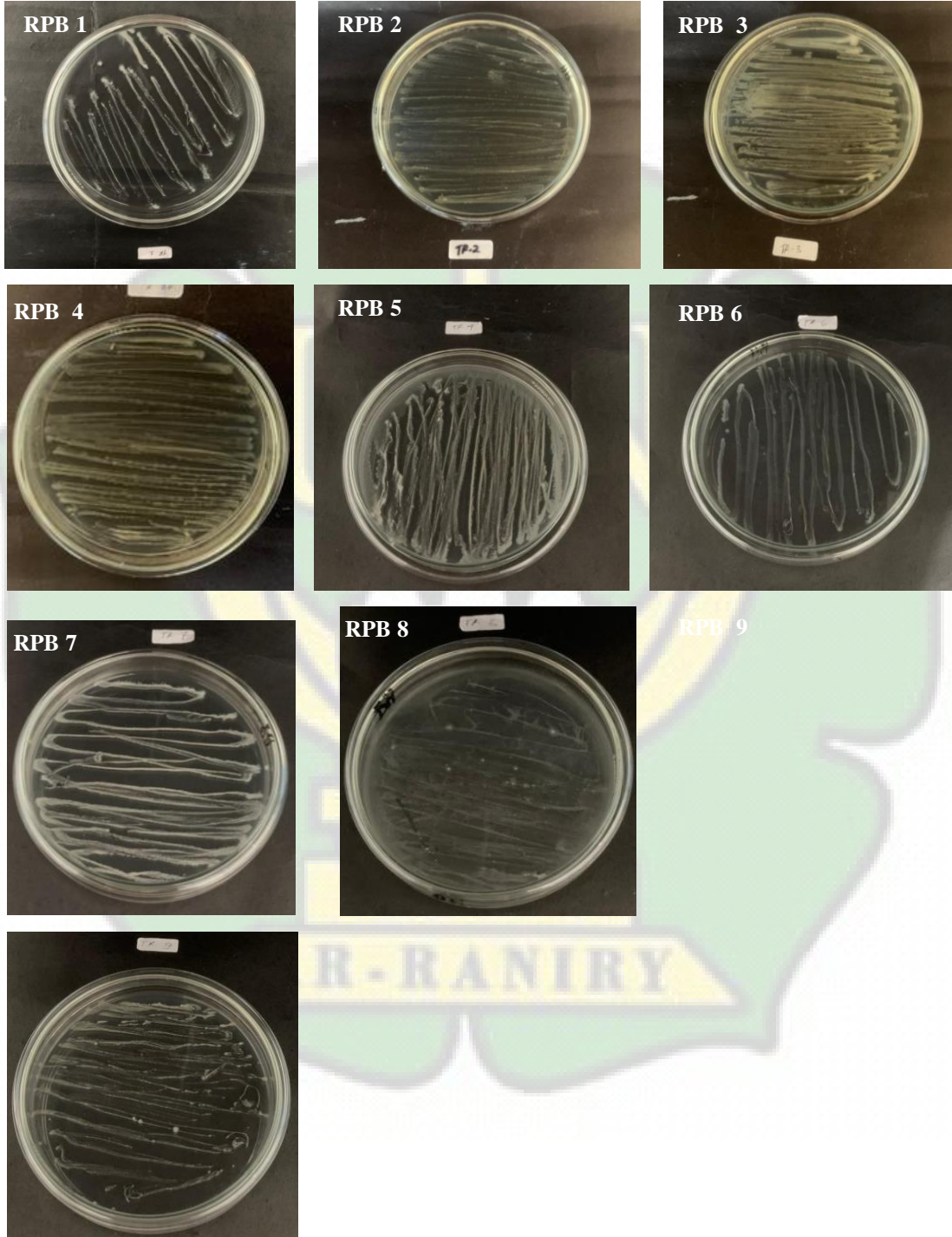


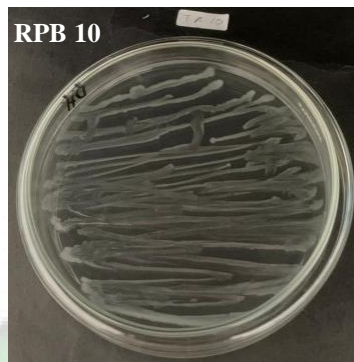
LAMPIRAN VI
(Dokumentasi Kegiatan Penelitian)

<p>Pengambilan Sampel</p> 	<p>Pembuatan pengenceran</p> 	<p>Isolasi Bakteri</p> 
<p>Peremajaan Bakteri</p> 	<p>Pewarnaan Gram</p> 	<p>Uji Biokimia</p> 
<p>Uji Resistensi</p> 	<p>Uji Kurva Pertumbuhan Bakteri</p> 	




LAMPIRAN VII

(Hasil Pemurnian Isolat bakteri)

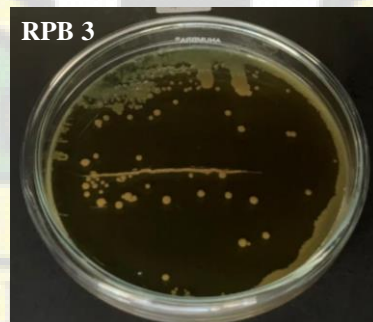
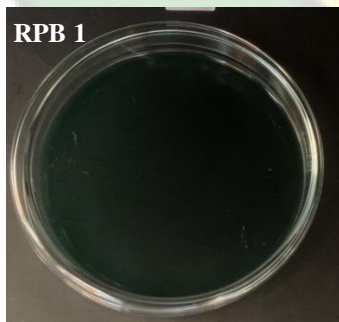




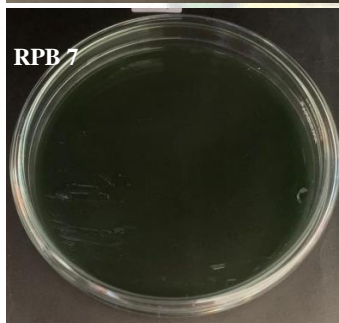
LAMPIRAN VIII
Hasil Dokumentasi Uji

Pengencerann Tiram	Preparasi Sampel	Uji Emba
		

Hasil Uji EMBA (Bakteri Positif *Vibrio* Sp.)

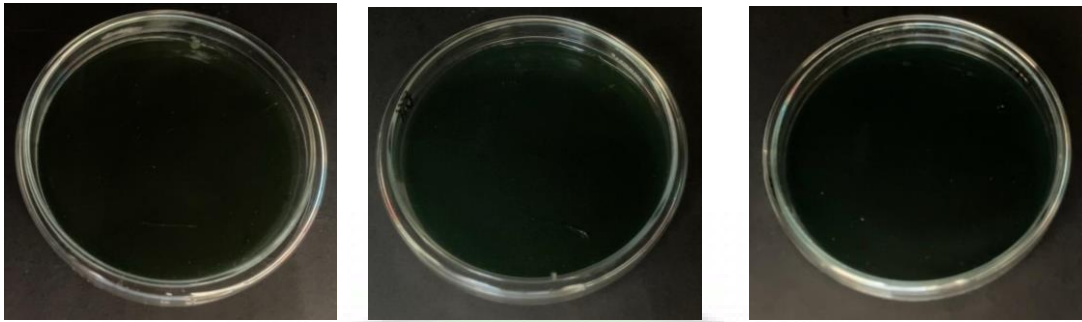


RPB 4

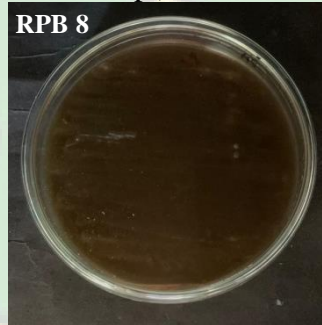
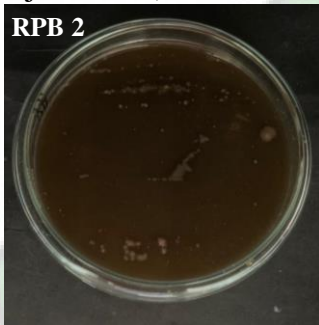


RPB 9

RPB 10



Uji MSSA (Bakteri Positif *Salmonella* Sp.)



LAMPIRAN IX

(Uji Biokimia)

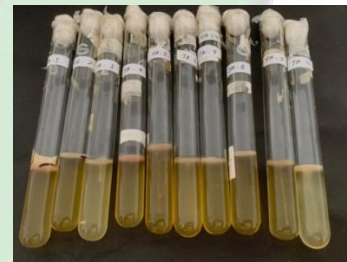
Uji MR



Uji VP



Uji Motil



Uji Indol



Uji TSIA



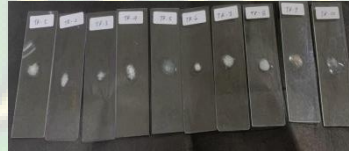
Uji Sitrat



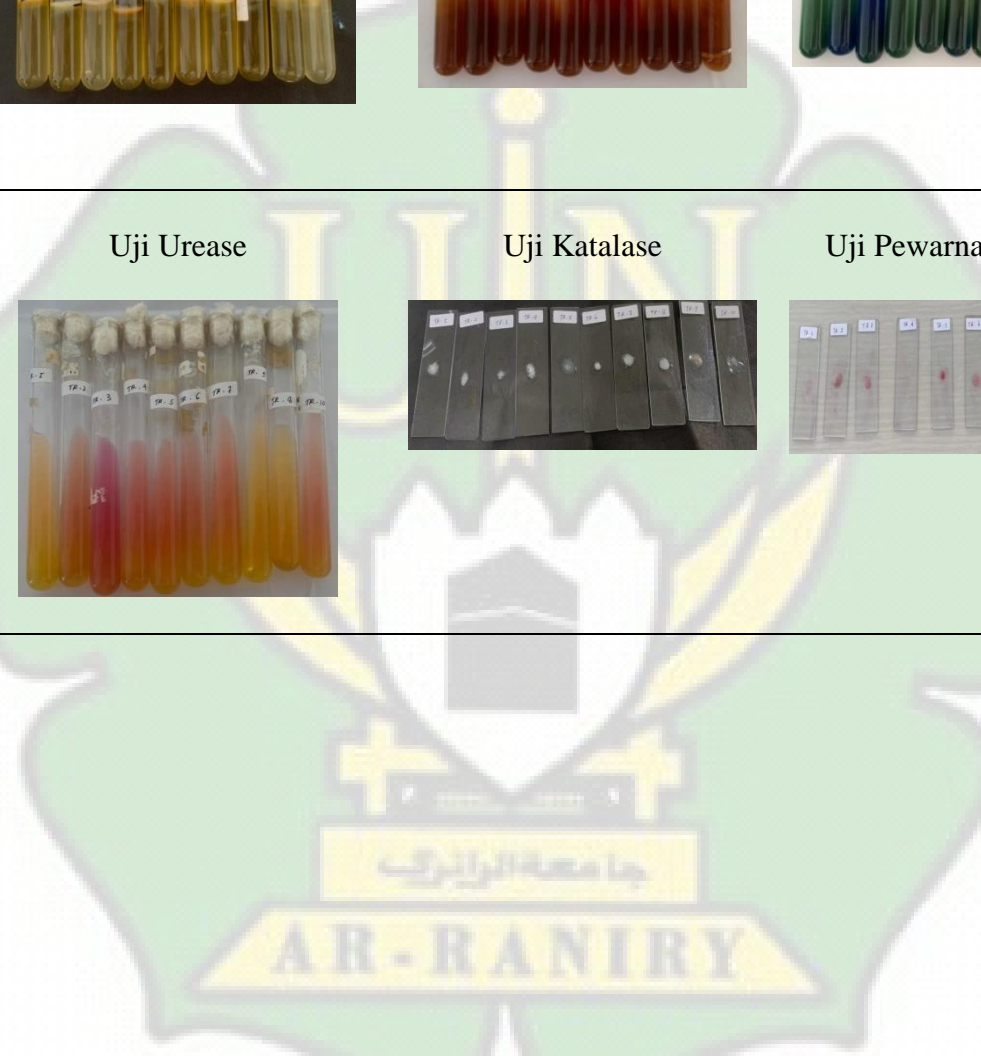
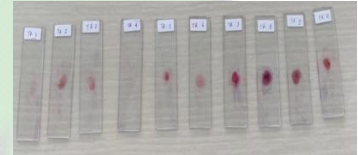
Uji Urease



Uji Katalase



Uji Pewarnaan Gram



LAMPIRAN X

(Hasil Uji Resistensi Logam Berat Timbal 10 ppm dan 20 ppm)

