

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI MIKROORGANISME  
INDIGEN PADA SEDIMEN PELABUHAN TANJUNG EMAS  
SEMARANG**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna  
Memperoleh Gelar Sarjana Biologi



Diajukan oleh:

**SALSABIELA PERTIWI**

NIM. 1708016017

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Salsabiela Pertiwi

NIM : 1708016017

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

### **ISOLASI DAN KARAKTERISASI MIKROORGANISME INDIGEN PADA SEDIMEN PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya sendiri,  
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, Juli 2021  
Pembuat pernyataan,



**Salsabiela Pertiwi**  
NIM. 1708016017



KEMENTERIAN AGAMA R.I.  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang  
Telp.024-7601295 Fax.7615387

### PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul skripsi : Isolasi dan Karakterisasi Mikroorganisme  
Indigen pada Sedimen Pelabuhan Tanjung  
Emas Semarang  
Penulis : **Salsabiela Pertiwi**  
NIM : 1708016017  
Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam Sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima  
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu  
Biologi.

Semarang, 01 Oktober 2021

Dewan Penguji

Penguji I

Dr. Ling Rusmadi, M.Si.  
NIDN: 2026018302

Penguji II

Tara Puri Ducha R., M.Sc.  
NIP. 198806132019032011

Penguji III

Abdul Malik, M.Si.  
NIP. 19891103201807001

Penguji IV

Andang Syaifudin, M.Sc.  
NIP. 198907192019031010

Dosen Pembimbing I

Dr. Ling Rusmadi, M.Si.  
NIDN: 2026018302

Dosen Pembimbing II

Tara Puri Ducha R., M.Sc.  
NIP. 198806132019032011

## NOTA DINAS

Semarang, 28 Juni 2021

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Isolasi dan Karakterisasi Mikroorganisme Indigen pada Sedimen Pelabuhan Tanjung Emas Semarang**

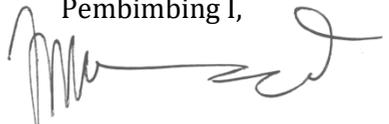
Penulis : Salsabiela Pertiwi

NIM : 1708016017

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqasyah*.

Pembimbing I,



Dr. Ling. Rusmadi, M.Si  
NIDN. 2026018302

## NOTA DINAS

Semarang, 28 Juni 2021

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Isolasi dan Karakterisasi Mikroorganisme Indigen pada Sedimen Pelabuhan Tanjung Emas Semarang**

Penulis : Salsabiela Pertiwi

NIM : 1708016017

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang *Munaqasyah*.

Pembimbing II,



Tara Puri Ducha Rahmani, M.Sc  
NIP. 198806132019032011

## ABSTRAK

Pelabuhan Tanjung Emas Semarang merupakan pelabuhan yang aktif dengan berbagai aktivitas perkapalan yang dapat mengakibatkan pencemaran kondisi laut yang dapat mengganggu ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan adanya bakteri yang berasal dari sedimen perairan tersebut dapat hidup pada lingkungan yang memiliki kandungan cemaran timbal didalamnya. Isolasi bakteri menggunakan media *Nutrient Agar* yang ditambahkan  $Pb(NO_3)_2$  menunjukkan adanya beragam bakteri yang tumbuh, semakin tinggi pengenceran maka semakin sedikit bakteri yang muncul. Jumlah populasi koloni terbanyak terdapat pada cawan petri kode 1 sebanyak  $13,2 \times 10^3$  koloni/ml. Pengamatan morfologi dan uji biokimia pada bakteri menunjukkan pada kode 1A koloni berwarna putih susu, tepi rata, struktur koloni *translucent*, sudut elevasi rata, gram negatif, bentuk bakteri *coccus*, uji katalase positif, uji sitrat negatif dan *non motile*. Kode 1B koloni berwarna putih susu, tepi rata, struktur koloni *translucent*, sudut elevasi sedikit cembung, bentuk koloni bulat, gram negatif, bentuk bakteri *coccus*, uji katalase positif, uji sitrat negatif dan *non motile*. Kode 17 koloni berwarna putih pucat, tepi tidak beraturan, struktur koloni transparan, sudut elevasi rata, gram positif, bentuk bakteri *streptococcus*, uji katalase positif, uji sitrat negatif dan *non motile*. Kode 24 koloni berwarna kekuningan, tepi tidak beraturan, struktur koloni tidak tembus cahaya, sudut elevasi datar, bentuk koloni bulat, gram negatif, bentuk bakteri *bacillus*, uji katalase, uji sitrat negatif dan *non motile*.

*Keyword: bakteri, pelabuhan Tanjung Emas, pengamatan morfologi, sedimen perairan, uji biokimia*

## ABSTRACT

The Port of Tanjung Emas Semarang is an active port with various shipping activities that can cause pollution of marine conditions that can disrupt aquatic ecosystems. This study aims to show the presence of bacteria originating from these aquatic sediments can live in an environment that contains lead contamination in it. Isolation of bacteria using Nutrient Agar media which was added with  $Pb(NO_3)_2$  showed the presence of various bacteria that grew, the higher the dilution, the less bacteria appeared. The highest number of colony populations was found in code 1 petri dishes as much as  $13.2 \times 10^3$  colonies/ml. Morphological observations and biochemical tests on bacteria showed that in code 1A the colonies were milky white, flat edges, translucent colony structure, flat elevation angle, gram negative, coccus bacteria shape, positive catalase test, negative citrate test and non-motile. Code 1B colony is milky white, flat edge, translucent colony structure, slightly convex elevation angle, round colony shape, gram negative, coccus bacteria shape, positive catalase test, negative citrate test and non-motile. Code 17 colonies were pale white, irregular edges, transparent colony structure, flat elevation angle, gram positive, streptococcus bacteria form, positive catalase test, negative citrate test and non-motile. Code 24 colonies were yellowish, irregular edges, opaque colony structure, flat elevation angle, round colony shape, gram negative, bacillus bacteria shape, catalase test, citrate test negative and non motile.

*Keyword: aquatic sediment, bacteria, biochemical test, morphological observation, Tanjung Emas port*

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Pedoman penulisan skripsi ini mengikuti pedoman transliterasi huruf arab latin SKB (Sesuai Keputusan Bersama) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Menteri Kebudayaan R.I. Nomor: 158 tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987 sebagai berikut:

ا	A	ط	T
ب	B	ظ	Z
ت	T	ع	'
ث	S	غ	G
ج	J	ف	F
ح	H	ق	Q
خ	KH	ك	K
د	D	ل	L
ذ	Z	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ها	H
ش	SY	ء	'
ص	S	ي	Y
ض	D		

Keterangan: penulisan kata sandang (al-) dalam teks ditulis menyesuaikan rujukan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Isolasi dan Karakterisasi Mikroorganisme Indigen pada Sedimen Pelabuhan Tanjung Emas Semarang”** yang merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan S1 Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Sholawat serta salam senantiasa penulis panjatkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju ke zaman yang terang akan ilmu. Penulis menyadari banyak pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama dalam kegiatan penelitian hingga penyelesaian naskah skripsi, dengan penuh rasa hormat penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Ismail, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

3. Baiq Farhatul Wahida ,S. Si., M. Si. selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Dr. Ling Rusmadi, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Tara Puri Ducha Rahmani, M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
5. Staff dosen dan jajarannya, serta pegawai di lingkungan UIN Walisongo Semarang khususnya Prodi Biologi.
6. Kedua orang tua yang selalu memberi doa dan restu, serta mendukung baik secara moral maupun materil.
7. Muhammad Yusrun Niam, Ulwiyah, Malia Ulfah, Wanda Wardani, Umi Sa'adah dan Denik Hermalasari yang telah membantu dan mendukung dalam pengerjaan skripsi.
8. Teman-teman mahasiswa biologi UIN Walisongo Semarang dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan selama menjalankan penelitian hingga pembuatan naskah skripsi

ini. Oleh karenanya penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca dan semoga naskah skripsi yang belum sempurna ini dapat memberikan informasi dan wawasan baru sehingga dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Juli 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop followed by several vertical strokes.

Salsabiela Pertiwi  
NIM. 1708016017

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN .....	iii
NOTA DINAS .....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian .....	8
D. Manfaat Penelitan .....	8

BAB II.....	10
TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A.  Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.....	10
B.  Timbal.....	14
C.  Bakteri Bioremediasi.....	18
D.  Enumerasi.....	26
E.  Uji Biokimia.....	27
F.  Kerangka Pemikiran Teoritis.....	29
G.  Rumusan Hipotesis.....	30
BAB III.....	31
METODE PENELITIAN.....	31
A.  Jenis dan Desain Penelitian.....	31
B.  Lokasi Penelitian.....	31
C.  Populasi Sampel.....	31
D.  Teknik Pengambilan Sampel.....	31
E.  Variabel Penelitian.....	32
F.  Metode Analisis Data.....	32
G.  Alur Kerja Penelitian.....	32
BAB IV.....	37

HASIL DAN PEMBAHASAN .....	37
A.    Kualitas Air Laut.....	37
B.    Bakteri Tahan Timbal dan Enumerasi.....	41
C.    Karakterisasi Bakteri.....	51
BAB V .....	64
PENUTUP .....	64
A.    Simpulan.....	64
B.    Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	74
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (Kasih 2019, diakses pada 16 Desember 2020)	10
Gambar 2.2	Pewarnaan gram dan pengamatan sel bakteri (A) Genus <i>Pseudomonas</i> dan (B) Genus <i>Bacillus</i> (Roekhan, 2020)	22
Gambar 2.3	Kurva Pertumbuhan Bakteri (Kusnadi, 2003)	24
Gambar 2.4	Kerangka Pemikiran Teoritis	28
Gambar 4.1	Lokasi Pengambilan Sampel 1 ( <i>Google earth</i> 2021, diakses pada 6 Oktober 2021)	37
Gambar 4.2	Lokasi Pengambilan Sampel 2 ( <i>Google earth</i> 2021, diakses pada 6 Oktober 2021)	37
Gambar 4.3	(A) hasil pengamatan uji sitrat dan (B) gambar pembanding hasil uji sitrat (Microbioholic 2020, diakses pada 9 Juli 2021)	53
Gambar 4.4	Hasil pengamatan uji motilitas	54
Gambar 4.5	Hasil <i>streak</i> koloni kode 1A	54
Gambar 4.6	Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 1A (A) perbesaran 10x10 dan (B)	55

	perbesaran 10x40	
Gambar 4.7	Hasil <i>streak</i> koloni kode 1B	56
Gambar 4.8	Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 1B (A) perbesaran 10x10 dan (B) perbesaran 10x40	57
Gambar 4.9	Hasil <i>streak</i> koloni kode 17	57
Gambar 4.10	Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 17 (A) perbesaran 10x10 dan (B) perbesaran 10x40	58
Gambar 4.11	Hasil <i>streak</i> koloni kode 24	59
Gambar 4.12	Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 24 (A) perbesaran 10x10 dan (B) perbesaran 10x40	59

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Gambar 4.1	Hasil Pengamatan <i>Spread Plate</i>	41
Gambar 4.2	Enumerasi koloni bakteri	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan di Semarang yang aktif dalam kegiatan transportasi dan ekspedisi. Aktivitas pembakaran bahan bakar dari kapal-kapal tersebut menyebabkan adanya peningkatan jumlah polusi di pelabuhan Tanjung Emas baik pada air dan sedimen perairannya. Polusi yang terdapat pada perairan ini dapat mengganggu kestabilan dari ekosistem di pesisir laut pelabuhan Tanjung Emas.

Polusi merupakan senyawa atau zat yang mencemari lingkungan. Polusi ini biasa terdapat pada udara, tanah, air, dan komponen-komponen lingkungan lainnya. Keberadaan polutan di lingkungan umumnya terjadi karena adanya kegiatan manusia baik berupa kegiatan industri, penggunaan kendaraan bermotor dan kegiatan lainnya. Pencemaran lingkungan yang terjadi memiliki dampak buruk untuk kesehatan

masyarakat sekitar dalam jangka panjang (Dewata, 2018).

Timbal merupakan salah satu polusi yang terdapat pada pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Timbal merupakan zat berbahaya yang dapat menyebabkan gangguan fisiologis pada organisme hidup karena mampu mengikat molekul biologis. Timbal memiliki potensi untuk menyebabkan kanker, tumor pada ginjal, mutasi gen dan kerusakan genetik (Hertika, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian Sijabat, dkk (2014) mengenai kandungan logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen dan kerang hijau (*Perna viridis*) di pelabuhan Tanjung Emas Semarang pada 3 stasiun berbeda (muara sungai, tambak dan pelabuhan) menunjukkan timbal pada perairan dan sedimennya berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan. Airnya menunjukkan jumlah timbal yang berada dibawah 0,003 mg/L sedangkan baku mutu yang ditetapkan pada Kementrian Negara Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004 sebesar 0,008 mg/L. Sedangkan baku mutu sedimen ditetapkan berdasarkan *sediment*

*quality guideline values for metals and associated levels of concern to be used in doing assessments of sedimen quality* tahun 2003 sebesar 36 mg/kg, dan pada ketiga stasiun di pelabuhan Tanjung Emas tidak melebihi angka tersebut, paling tinggi pada bulan Desember di stasiun 3 (pelabuhan) sebesar 35,12 mg/kg. Konsentrasi timbal juga dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen, pada stasiun 3 di bulan Desember sedimennya berupa lumpur berlempung sehingga pori-porinya kecil dan daya serapnya tinggi. Berdasarkan terdapatnya jumlah kandungan timbal pada perairan pelabuhan Tanjung Emas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya bakteri yang memiliki kemampuan untuk hidup pada kondisi lingkungan yang mengandung timbal.

Polusi-polusi yang terdapat pada lingkungan merupakan salah satu kerusakan lingkungan akibat dari ulah dan kegiatan manusia, seperti firman Allah SWT pada Al-Quran surah Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ  
لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah Nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. (Q.S Ar-Rum/30:41)

Akibat adanya kerusakan lingkungan yang memungkinkan adanya efek negatif bagi kehidupan makhluk hidup lainnya, maka manusia memiliki akal dan pemikiran yang dapat dipergunakan juga untuk memperbaiki kondisi lingkungan menjadi berada pada keadaan yang aman dan stabil. Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh manusia untuk mengurangi jumlah polusi di lingkungan dengan melakukan kegiatan bioremediasi.

Bioremediasi adalah pemanfaatan mikroorganisme berupa bakteri atau jamur untuk mendegradasi limbah atau zat-zat berbahaya yang terdapat pada lingkungan. Secara alami pada lingkungan telah terdapat mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi limbah, namun jumlahnya terbatas. Keberadaan bakteri

yang terdapat secara alami pada lingkungan biasa disebut dengan bakteri *indigenous* atau bakteri indigen (Nugroho, 2018). Keberadaan timbal yang terdapat pada sedimen pelabuhan Tanjung Emas Semarang dikarenakan adanya aktivitas kapal-kapal dapat mengganggu kestabilan ekosistem biota perairan seperti udang, kerang, ikan-ikan kecil dan biota perairan lainnya (Hidayat, 2017). Alasan penggunaan bioremediasi sebagai salah satu cara yang digunakan untuk mendegradasi cemaran lingkungan dibandingkan dengan penggunaan teknologi remediasi lingkungan secara fisik dan kimia karena memiliki beberapa kelebihan seperti biaya yang diperlukan lebih murah dibandingkan dengan remediasi lingkungan menggunakan cara lain, kontaminan atau cemaran yang didegradasi menjadi tidak berbahaya lagi, kontaminan dimusnahkan secara permanen, dan kegiatannya lebih mudah dilakukan. Selain kelebihan-kelebihan tersebut, bioremediasi juga memiliki beberapa kekurangannya yaitu sulit untuk dikontrol, waktu yang diperlukan lebih lama, efektifitasnya sulit untuk diprediksi, pengurangan konsentrasi

kontaminan mungkin tidak sesuai dengan level yang diinginkan dan pengawasan yang dibutuhkan lebih ketat (Nugroho, 2018).

Kondisi sedimen perairan yang memiliki kandungan timbal di dalamnya diharapkan dapat menunjukkan keberadaan bakteri yang memiliki toleransi untuk dapat hidup pada perairan yang tercemar tersebut. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan adanya bakteri yang mampu tahan terhadap keberadaan timbal bahkan memiliki kemampuan untuk melakukan bioremediasi timbal pada perairan pelabuhan Tanjung Emas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya keberadaan dari bakteri indigen pada bagian sedimen pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang memiliki kemampuan untuk hidup pada lingkungan yang memiliki kandungan timbal dan mengetahui karakteristik dari koloni bakteri tersebut. Diharapkan terdapat keberadaan bakteri yang mampu hidup pada kondisi sedimen perairan yang tercemar timbal, dan akan lebih baik apabila keberadaan bakteri tersebut memiliki

kemampuan untuk melakukan bioremediasi terhadap timbal di lingkungan tersebut, namun untuk mengetahui hal tersebut diperlukan penelitian lebih lanjut. Pemilihan bakteri indigen pada sedimen dikarenakan jumlah timbal di lingkungan perairan lebih banyak pada bagian sedimen, dan untuk penelitian sebelumnya lebih banyak mengenai kandungan timbal pada tiap-tiap objek lingkungan seperti air, sedimen, air balas kapal dan kerang-kerangan, sedangkan untuk bakteri indigen diisolasi dari air pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

#### B. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat bakteri pada sedimen pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang memiliki toleransi terhadap keberadaan timbal?
2. Berapakah jumlah populasi koloni bakteri indigen (enumerasi) yang tahan terhadap timbal di pelabuhan Tanjung Emas Semarang?
3. Bagaimana karakteristik morfologi dan biokimia dari bakteri yang telah diisolasi?

### C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui ada tidaknya bakteri pada sedimen pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang memiliki toleransi terhadap keberadaan timbal.
2. Mengetahui jumlah populasi koloni bakteri indigen (enumerasi) yang tahan terhadap timbal di pelabuhan Tanjung Emas Semarang.
3. Mengetahui karakteristik morfologi dan sifat biokimia dari bakteri yang telah diisolasi.

### D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis: Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan tambahan sumber ilmu dan informasi untuk pembaca mengenai keberadaan alami jenis bakteri yang memiliki kemampuan hidup dalam sedimen perairan yang mengandung timbal pada pelabuhan Tanjung Emas Semarang akibat adanya aktivitas pelabuhan.
2. Manfaat Praksis: Hasil penelitian ini diharapkan juga dapat bermanfaat dalam pengelolaan pelabuhan Tanjung Emas Semarang dalam menjaga kualitas sarana

prasarana serta lingkungan pelabuhan, salah satunya yang berefek pada penambahan jumlah timbal di perairan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 69 Tahun 2001 tentang Kepelabuhan, pengertian pelabuhan disebutkan sebagai berikut: “Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.”

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan di Kota Semarang yang letaknya berada di Jalan Coaster No. 10. PT Pelabuhan Indonesia III adalah pengelola dari Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Pelabuhan ini memiliki fasilitas-fasilitas pelabuhan seperti pemecah gelombang, alur pelayaran, kolam pelabuhan, dermaga, fender,

gudang, terminal seluas 3000 m<sup>2</sup>. Pelabuhan Tanjung Emas juga mempunyai fasilitas pendukung seperti kapal tunda, kapal pandu, kapal kepil, gudang, lapangan penumpukan dan alat bongkar. Pelabuhan Tanjung Emas memiliki delapan dermaga yaitu dermaga samudera, dermaga nusantara, dermaga pelabuhan dalam 1, dermaga pelabuhan dalam 2, dermaga pelabuhan dalam multipurpose, dermaga CPO, dermaga curah cair, dermaga petikemas (DPMPTSP n.d, diakses pada 16 Desember 2020).



Gambar 2.1 Pelabuhan Tanjung Emas Semarang (Kasih 2019, diakses pada 16 Desember 2020)

Pelabuhan merupakan tempat yang berpotensi memiliki tingkat pencemaran lingkungan cukup tinggi karena adanya kegiatan transportasi laut. Kegiatan pelabuhan maupun kegiatan-kegiatan lain di pesisir seperti pariwisata, pemukiman, industri, penangkapan ikan, dan budidaya memiliki dampak lingkungan berupa sedimentasi, polusi, erosi abrasi, dan kerusakan laut. Aktivitas dari kegiatan kapal-kapal di pelabuhan menghasilkan limbah yang berasal dari kegiatan seperti pembersihan tangki kapal, pembuangan air *ballast*, efek dari penggunaan bahan bakar dan mesin kapal yang langsung masuk ke dalam perairan (Subagyo, 2017).

Berdasarkan penelitian Ismail, Bintang Wahyu, dkk (2017) mengenai indeks kualitas kesehatan lingkungan di pelabuhan Tanjung Emas Semarang menunjukkan hasil bahwa kualitas udara seperti debu dan timbal termasuk dalam tercemar ringan dengan indeks pencemarnya 1,11. Kebisingan lingkungan yang diperbolehkan di lingkungan pelabuhan adalah dibawah 70 dBA, sedangkan pada ketiga area pelabuhan Tanjung

Emas yang berbeda yaitu 60 dBA, 71 dBA dan 72 dBA. Vektor penyakit berupa tikus baik, sedangkan pada lalat termasuk tercemar ringan karena adanya tempat pembuangan sampah sementara yang hanya diangkut sehari sekali. Higenitas dan sanitasi penyedia makanan di pelabuhan termasuk kondisi yang baik. Kualitas air lautnya termasuk baik karena tidak tercemar oleh limbah, tidak ada pengikisan tanah, dan gelombang pasangnnya tidak membawa partikel-partikel dari daerah yang dilewatinya. Kualitas air bersih kandungan bakteriologisnya memenuhi syarat, kadar timbal pada airnya termasuk tercemar ringan. Kualitas tanahnya terutama timbal termasuk dalam kualitas yang baik. Lokasi pelabuhan yang aktif dengan kegiatan perkapalan akan menunjukkan adanya konsentrasi timbal di perairannya, namun konsentrasi jumlah timbal yang rendah pada air dan sedimen pelabuhan dapat menunjukkan indikasi bahwa terdapat keberadaan mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mengakumulasi jumlah timbal di lingkungan

sehingga konsentrasi jumlah timbal di lingkungan mengalami penurunan dan menjadi rendah.

## B. Timbal

Timbal merupakan unsur logam golongan IV A pada tabel periodik. Timbal terdapat secara alami di alam pada udara, perairan dan tanah. Penambahan jumlah timbal di lingkungan biasanya diakibatkan oleh adanya cemaran polusi dari aktivitas industri dan kendaraan bermotor. Timbal sendiri biasa dimanfaatkan dalam industri untuk pembuatan batu baterai, kabel dan *Pb-tetraethyl* untuk menaikkan oktan pada bahan bakar kendaraan bermotor (Wahikun, 2016).

Keberadaan timbal pada perairan selain karena kondisi alami juga dapat terjadi karena adanya aktivitas manusia yang menimbulkan polusi seperti pembakaran bahan bakar kapal. Timbal biasanya ditambahkan pada bahan bakar sebagai bahan tambahan yang berfungsi untuk mengontrol nilai oktan. Timbal yang terdapat pada perairan umumnya lebih banyak pada bagian sedimen karena timbal sebagai logam berat memiliki sifat yang mudah mengendap pada dasar

perairan, sehingga timbal akan lebih banyak ditemukan pada sedimen dibanding pada air. Selain pada sedimen dan air, timbal yang berada pada perairan juga dapat diserap oleh organisme-organisme di perairan tersebut (Azizah, 2018).

Timbal merupakan logam berat yang keberadaannya dapat berada pada perairan secara alami dalam jumlah yang sangat sedikit berupa bentuk terlarut, endapan maupun butiran halus. Salah satu hasil penelitian timbal terhadap ekosistem laut menunjukkan keberadaan timbal dapat menyebabkan gangguan terhadap laju penambahan jumlah klorofil pada alga sehingga terjadi penurunan laju pertumbuhan sel dan pada konsentrasi yang tinggi dan lama dapat menyebabkan kematian karena efek toksik yang melebihi ambang batas (Puspasari, 2006).

Efek toksik dari timbal yang melebihi ambang batas berbahaya apabila terpapar oleh makhluk hidup. Paparan timbal pada manusia dapat menyebabkan gangguan neurotoksik dikarenakan timbal akan memperlambat dan menghentikan transmisi impuls neuron.

Kerusakan pada saraf juga dapat terjadi karena adanya paparan timbal yang menghambat sintesis hemoglobin pada sel darah merah, merusak fungsi hati dan ginjal (Widyastuti, 2005). Timbal yang terdapat pada perairan dapat memberi efek negatif pada biota laut berupa adanya gangguan proses penyerapan kalsium pada ikan, penurunan daya hidup, depresi hormon reproduksi yang berpengaruh pada perkembangbiakan ikan, penurunan daya tetas telur, menimbulkan peradangan pada insang ikan, timbal yang mengkontaminasi makanan ikan dapat menyebabkan perpindahan timbal dari makanan ke tubuh ikan, dan menyebabkan ikan mengalami histopatologi pada epidermis kulitnya (Muliari, 2019).

Kandungan logam berat timbal pada perairan pelabuhan biasanya terjadi akibat adanya kebocoran pipa, penggunaan bahan bakar kapal, oli kapal yang tercecer dan kerusakan dari bagian-bagian kapal yang mengalami korosi oleh air laut. Selain itu bagian sanitasi pada kapal juga berpengaruh terhadap meningkatnya jumlah

kandungan logam berat di perairan, karena adanya limbah yang langsung dibuang ke laut berpengaruh terhadap penambahan konsentrasi logam berat di laut. Berdasarkan penelitian sebelumnya kandungan timbal pada 3 dermaga yang terdapat di pelabuhan Tanjung Emas Semarang salah satunya berada di atas baku mutu air laut pada pelabuhan yang telah ditetapkan sebesar 0,05 mg/l seperti yang telah tercantum pada KEPMEN LH Nomor 51 tahun 2004. Kandungan timbal pada ketiga dermaga berikut yang melebihi baku mutu adalah dermaga Dwiatama yaitu 0,47 mg/l, sedangkan pada kedua dermaga lainnya berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan yaitu di dermaga Nusantara 0,003 mg/l dan dermaga Samudera 0,002 mg/l (Anisyah, 2016).

Berdasarkan penelitian Suryono, Chrisna Adhi dan Ali Djunaedi (2017) mengenai kandungan logam berat timbal (Pb), kromium (Cr) dan kadmium (Cd) di perairan pelabuhan Tanjung Emas Semarang menunjukkan adanya logam berat tersebut dalam jumlah yang relatif sedikit. Bahkan

jumlah kandungan timbal yang teramati dari perairan pelabuhan menunjukkan jumlah yang konstan dan berjumlah sedikit hingga berada dibawah kemampuan AAS untuk mendeteksi adanya kandungan timbal dari bulan Mei hingga Desember pada lokasi 7 stasiun. Sedangkan untuk jumlah kandungan kromium mengalami peningkatan pada bulan Juli dan kandungan tertinggi terdapat pada stasiun 1, jumlah kandungan kadmium juga mengalami peningkatan pada bulan September dan November serta jumlah yang tinggi pada stasiun 1 dan 4.

### C. Bakteri Bioremediasi

Keberadaan cemaran lingkungan berupa timbal di pelabuhan Tanjung Emas yang melebihi baku mutu air kemungkinan akan menyebabkan gangguan ekosistem perairan, untuk mengatasi masalah tersebut dapat menggunakan penerapan dari bioremediasi. Bioremediasi merupakan pemanfaatan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dengan tujuan untuk mengurai bahan cemaran atau polusi yang terdapat di lingkungan sehingga menjadi tidak berbahaya.

Mikroorganisme yang melakukan bioremediasi akan menghasilkan enzim-enzim yang akan mengubah struktur kimia dari polutan yang akan didegradasi sehingga menghasilkan metabolit yang aman dan tidak berbahaya. Polutan yang didegradasi oleh mikroorganisme akan mengalami penurunan konsentrasi dan lama kelamaan akan hilang sehingga menjadi lingkungan yang pulih seperti semula. Penggunaan bakteri indigen sebagai agen bioremediasi banyak disebutkan memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan penggunaan kultur tunggal, hasilnya penggunaan bakteri indigen menunjukkan hasil kerja konsoriumsnya dan penurunan konsentrasi cemaran lingkungan lebih baik (Wignyanto, 2020).

Berdasarkan penelitian Yazid (2014) mengenai isolasi bakteri indigen dari limbah uranium cair yang terdapat pada laboratorium pengolahan limbah radioaktif PT APB-BATAN yang digunakan sebagai agen bioremediasi menunjukkan adanya bakteri *indigenous* dari lokasi tersebut yaitu genus *Pseudomonas* dan *Bacillus* yang kemudian dibandingkan dengan

bakteri *non indigenous* yaitu *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bakteri indigenous mengikat uranium lebih efektif dibandingkan dengan bakteri non indigenous. Efektivitas pengaruh masing-masing bakteri terhadap penurunan jumlah uranium yaitu: *Pseudomonas indigen* sebesar 84,99% yang lebih efektif dibandingkan dengan *Pseudomonas aeruginosa non indigenous* sebesar 78,47% dan *Bacillus indigenus* sebesar 52,70% yang lebih efektif dibandingkan dengan *Bacillus subtilis non indigenous* sebesar 45,22%. Penelitian ini memberikan perlakuan penambahan asam asetat pada media pertumbuhan bakteri yang dimanfaatkan sebagai sumber karbon bagi bakteri dan mempengaruhi lama waktu tercapainya fase stasioner pada kedua genus bakteri tersebut secara signifikan.

Bakteri dengan genus *Bacillus* dan *Pseudomonas* merupakan beberapa jenis bakteri yang sangat toleran terhadap keberadaan timbal. Bakteri tersebut bahkan mampu menurunkan

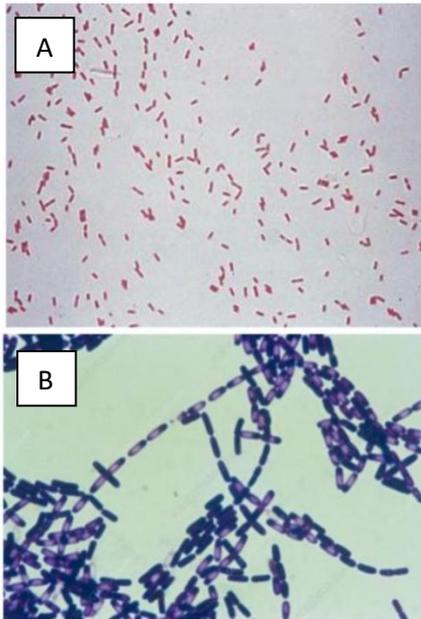
konsentrasi dari logam berat timbal. Kemampuan bakteri untuk melakukan hal tersebut karena permukaan dari sel bakteri bermuatan negatif, sedangkan logam berat memiliki muatan positif sehingga dapat membuat ikatan antara permukaan sel bakteri dan logam berat yang kemudian bakteri akan mengakumulasi logam berat dengan membentuk ikatan dengan protein yang disebut metalotionin (Hasyimuddin, 2018).

Bakteri dengan genus *Bacillus* merupakan bakteri yang dapat banyak ditemui pada lingkungan yang ekstrim. Beberapa penelitian menunjukkan bakteri *Bacillus* dapat hidup dan bergerak pada larutan yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi. Bakteri *Pseudomonas* juga merupakan bakteri yang tahan terhadap berbagai jenis kontaminan. Bahkan perpaduan antara bakteri jenis *Bacillus* dengan *Pseudomonas* efektif mendegradasi logam berat salah satunya Ni(II) pada sisa pertambangan. Berdasarkan isolasi yang telah dilakukan dari air dan lahan bekas tambang nikel di Halmahera Timur ini menunjukkan adanya beberapa jenis bakteri yang memiliki resistensi

terhadap keberadaan logam berat yaitu bakteri *Bacillus* sp., *Esherichia*, *Enterococcus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, dan *Klebsiella*. Jenis bakteri genus *Bacillus* merupakan jenis bakteri yang mendominasi dan paling dominan ditemukan pada wilayah ekstrim (Christita, 2018).

Biodegradabilitas merupakan penguraian secara mikrobiologi yang dipengaruhi oleh faktor-faktor bentuk dan sifat pengurai, faktor abiotik seperti bentuk, kadar air, suhu, sumber energi, sumber nutrisi, pH, dan bahan yang akan diurai. Degradasi senyawa organik umumnya lebih cepat dibandingkan dengan mendegradasi senyawa anorganik. Bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi limbah umumnya telah terdapat secara alami pada lingkungan maupun pada limbah tersebut, penambahan jumlah bakteri metanogen yang telah direkayasa ke lingkungan berfungsi untuk meningkatkan kinerjanya. Bakteri *Bacillus subtilis* merupakan salah satu bakteri yang berkemampuan untuk mengikat banyak limbah logam berat seperti timbal, kadmium, nikel, seng,

aluminium, dan besi dalam bentuk nitrat (Ristiati, 2017).

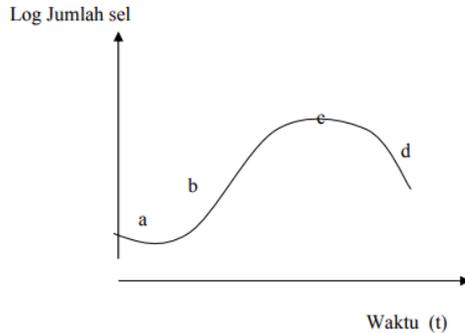


Gambar 2.2 Pewarnaan gram dan pengamatan sel bakteri (A) Genus *Pseudomonas* dan (B) Genus *Bacillus* (Roekhan, 2020)

Bakteri berkembang biak secara vegetatif dengan melakukan pembelahan biner. Bakteri memiliki empat fase pertumbuhan yang menunjukkan keadaan bakteri dalam waktu tertentu. Pertumbuhan dari bakteri mengikuti pola

berupa kurva pertumbuhan sigmoid. Fase pertumbuhan tersebut yaitu:

1. Fase lag (a), pada fase ini bakteri mengalami peningkatan ukuran sel, fase ini juga ditandai dengan naiknya jumlah komponen makromolekul, aktivitas metabolisme, kerentanan terhadap adanya faktor kimia dan fisik.
2. Fase log (b), merupakan keadaan bakteri yang bertumbuh secara seimbang dan pembelahan sel mengalami percepatan yang konstan berdasarkan sifat dari bakteri tersebut serta keadaan dari lingkungan pertumbuhan.
3. Fase stasioner (c), sel bakteri yang hidup konstan dan akhirnya menuju periode penurunan jumlah bakteri, penurunan jumlah bakteri ini disebabkan adanya akumulasi limbah, kekurangan nutrisi, adanya perubahan pH, dan berbagai faktor lainnya.
4. Fase kematian (d), fase ini menunjukkan penurunan jumlah sel bakteri akibat banyaknya yang mengalami kematian (Kusnadi, 2003).



Gambar 2.3 Kurva Pertumbuhan Bakteri (Kusnadi, 2003)

Selain mengetahui mengenai fase-fase pertumbuhan dari bakteri, dalam menumbuhkan bakteri perlu mengetahui ciri-ciri serta sifat dari bakteri yang akan ditumbuhkan. Bakteri memiliki beberapa ciri-ciri seperti mengandung DNA, RNA, enzim yang digunakan untuk siklus Krebs, ribosom untuk sintesis protein, berkembang biak secara membelah biner, dihambat oleh antibiotik seperti *tetrasiklin* dan *kloramfenikol*. Sifat bakteri dibedakan berdasarkan kebutuhan dari bakteri terhadap keberadaan oksigen. Bakteri anaerob merupakan bakteri yang tidak dapat tumbuh pada permukaan yang memiliki oksigen. Bakteri anaerobik aerotoleran dapat mengalami

pertumbuhan dengan baik pada permukaan yang memiliki tekanan oksigen dengan tingkat yang rendah. Bakteri anaerobik obligat merupakan bakteri yang tidak dapat terkena oksigen. Bakteri anaerobik fakultatif merupakan bakteri yang dapat hidup baik dengan ada atau tidaknya keberadaan oksigen (Boleng, 2015).

#### D. Enumerasi

Enumerasi merupakan suatu prosedur perhitungan jumlah koloni mikroba. Teknik yang biasa digunakan dalam prosedur enumerasi adalah teknik pengenceran bertingkat pada cawan petri yang berisi media agar. Media yang biasa digunakan dalam teknik ini yaitu *Soil Extract Agar*, *Trypticase Soy Agar* dan *Nutrient Agar* dengan teknik inokulasi yang biasa digunakan adalah *spread plate count* atau juga *pour plate count*. Penghitungan populasi koloni hanya dilakukan pada cawan petri yang memiliki jumlah koloni 30 hingga 300 koloni, apabila jumlahnya lebih dari 300 koloni maka jumlah populasi mikroba tersebut dianggap tidak terhingga (Saraswati, 2007).

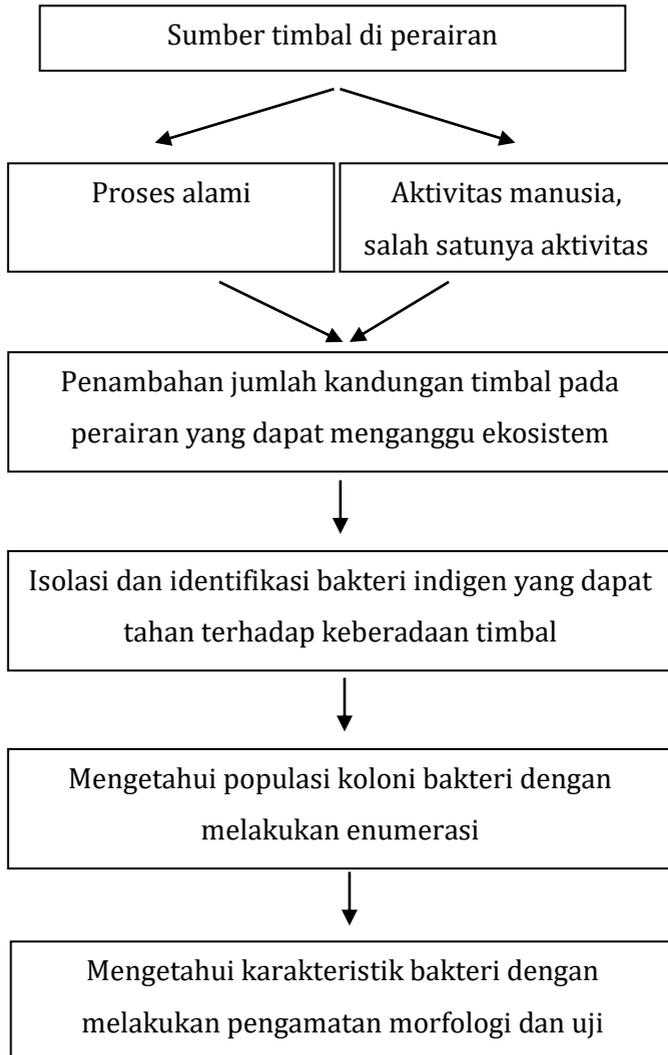
#### E. Uji Biokimia

Uji biokimia merupakan pengujian yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan dari perbedaan alkali dalam aktivitas biokimia yang ditunjukkan oleh tiap-tiap jenis bakteri. Terdapat berbagai macam uji biokimia yang umumnya dilakukan untuk identifikasi bakteri yaitu seperti:

1. Uji katalase, digunakan untuk mengetahui apakah bakteri menghasilkan enzim katalase yang akan menetralkan hidrogen peroksida dengan menghasilkan gelembung.
2. Uji koagulase, digunakan untuk mengetahui apakah bakteri dapat menghasilkan enzim koagulase yang akan mengkoagulasi plasma darah yang ditambahkan ke bakteri.
3. Uji oksidase, dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri dapat menghasilkan enzim sitokrom oksidase.
4. Uji indol, dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri dapat menghasilkan enzim triptofanase yang akan mengubah asam amino triptofan menjadi gas indol.

5. Uji sulfur, untuk mengetahui apakah bakteri berkemampuan untuk menghasilkan enzim sistein desulfurase yang mereduksi sistein menjadi tiosulfat yang akan mereduksi belerang menjadi hidrogen peroksida.
6. Uji urease, untuk mengetahui bakteri yang dapat menghasilkan enzim urease yang menghidrolisis urea menjadi  $\text{NH}_3$  dan karbondioksida.
7. Uji nitrat, untuk mengetahui bakteri yang dapat menghasilkan enzim nitratase yang mereduksi nitrat menjadi nitrit.
8. Uji hidrolisis pati, untuk mengetahui bakteri yang dapat menghasilkan alfa amylase dan oligo-1,6-glukosidase yang menyebabkan terjadinya hidrolisis pati.
9. Uji fermentasi karbohidrat, untuk mengetahui bakteri yang memiliki kemampuan memfermentasikan karbohidrat.
10. Uji pemanfaatan asam sitrat, untuk mengetahui bakteri yang menggunakan sitrat sebagai sumber energi (Shoib, 2020).

## F. Kerangka Pemikiran Teoritis



Gambar 2.4 Kerangka Pemikiran Teoritis

## G. Rumusan Hipotesis

- H0: Terdapat bakteri pada sedimen pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang memiliki toleransi terhadap keberadaan timbal.  
H1: Tidak terdapat bakteri pada sedimen pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang memiliki toleransi terhadap keberadaan timbal.
- H0: Dapat dihitung jumlah populasi bakteri indigen yang tahan terhadap timbal di pelabuhan Tanjung Emas Semarang.  
H1: Tidak dapat dihitung jumlah populasi bakteri indigen yang tahan terhadap timbal di pelabuhan Tanjung Emas Semarang.
- H0: Dapat teramati karakteristik morfologi dan sifat biokimia dari bakteri yang telah diisolasi.  
H1: Tidak dapat teramati karakteristik morfologi dan sifat biokimia dari bakteri yang telah diisolasi.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Desain Penelitian**

Jenis penelitian deskriptif kualitatif digunakan untuk mengetahui keberadaan dan karakteristik bakteri indigen yang mampu tahan terhadap timbal pada sedimen pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Penelitian dilakukan dengan analisis laboratorium di Laboratorium Biologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

#### **B. Lokasi Penelitian**

Sampel diambil dari pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang kemudian dibawa dan diteliti di Laboratorium Biologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

#### **C. Populasi Sampel**

Sampel yang akan diuji adalah sampel berupa sedimen dari pelabuhan Tanjung Emas Semarang.

#### **D. Teknik Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan metode *grab sample* pada dua titik berbeda.

#### E. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah variabel tunggal yaitu bakteri yang mampu tahan terhadap keberadaan timbal.

#### F. Metode Analisis Data

Analisis data dengan menganalisis, meringkas dan menjelaskan data-data yang telah dikumpulkan selama di lapangan dan di laboratorium.

#### G. Alur Kerja Penelitian

##### 1. Pendataan kualitas air laut

Air laut pada lokasi penelitian dilakukan pengukuran *salinitas*, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), suhu, intensitas cahaya.

##### 2. Isolasi bakteri yang mampu tahan timbal

Isolasi bakteri dari sedimen tanah yang telah diambil secara *grab sampling* diencerkan dari pengenceran  $10^{-1}$  sampai  $10^{-5}$  kemudian diambil 0,1 ml dan dimasukkan ke cawan petri yang berisi media *Nutrient Agar* (NA) yang telah ditambahkan  $Pb(NO_3)_2$  atau Timbal (II) Nitrat dengan konsentrasi 20 mg/L kemudian

diinkubasi selama 24-48 jam, dan dilakukan pemurnian kembali yang selanjutnya digunakan untuk uji morfologi, metode ini mengadopsi dari penelitian Hasyimudin (2018) dengan perubahan metode inokulasi menggunakan *spread plate*.

### 3. Enumerasi bakteri

Bakteri yang telah tumbuh dihitung menggunakan *coloni counter*, cawan petri yang memiliki lebih dari 30 koloni bakteri dihitung menggunakan perhitungan koloni dengan rumus (Irma, 2019):

$$\text{jml} \frac{\text{koloni}}{\text{ml}} = \frac{1}{\text{vol. sampel}} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}} \times \text{jml koloni dalam cawan}$$

Keterangan:

Jml: Jumlah

Vol: Volume

### 4. Karakteristik bakteri

Karakteristik bakteri dilakukan dengan mengamati morfologi dari koloni bakteri yang tumbuh pada media, uji motilitas serta uji

biokimia berupa uji pewarnaan gram, uji katalase dan uji penggunaan sitrat.

- Pewarnaan gram

Koloni bakteri yang akan diamati diambil satu ose dan diratakan pada *object glass* yang sudah disterilkan dan difiksasi. Pewarnaan pertama dengan meneteskan *gentian violet* pada preparat isolat yang akan diamati hingga isolat menggenang dan ditunggu selama 1 menit, kemudian dibilas aquades dan dianginkan. Pewarnaan kedua dengan meneteskan lugol dan ditunggu selama 2 menit, kemudian dibilas menggunakan aquades dan dianginkan. Pewarnaan ketiga menggunakan *ethanol absolute* 96% ditunggu selama 30 detik, kemudian bilas dengan aquades dan dianginkan. Pewarnaan keempat menggunakan safranin dan ditunggu selama 30 sampai 40 detik, kemudian dibilas menggunakan aquades dan dianginkan. Hasil yang nampak diamati menggunakan mikroskop

untuk melihat morfologi bakteri (Sukmawati, 2018).

- Uji katalase

Koloni bakteri yang akan diamati diambil satu ose dan diletakkan pada *object glass*, kemudian diteteskan  $H_2O_2$  pada preparat hingga menggenang dan diamati hasil positif terjadi apabila terdapat buih/gelembung udara (Syahri, 2019).

- Uji sitrat

Media *Simmons Citrate Agar* dengan jumlah sesuai yang tertera pada prosedur kemasan sebanyak 23 gram per 1 liter aquades, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan posisi miring, pada permukaan agar tersebut ditambahkan 1 ose koloni bakteri yang akan di amati dan diinokulasikan secara zig-zag. Media yang telah diinokulasikan bakteri kemudian diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}C$  selama 24-48 jam dan diamati. Hasil positif terjadi apabila adanya perubahan warna media

dari hijau menjadi warna biru (Pattuju, 2014).

- Uji motilitas

Media *Nutrient Agar* sesuai dengan prosedur pada kemasan sebanyak 28 gram per 1 liter aquades dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian koloni yang akan di amati diambil menggunakan jarum inokulum dan ditusukkan ke media. Media yang telah diinokulasikan bakteri kemudian di inkubasi selama 24 jam pada suhu 37<sup>0</sup>C (Kosasi, 2019).

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

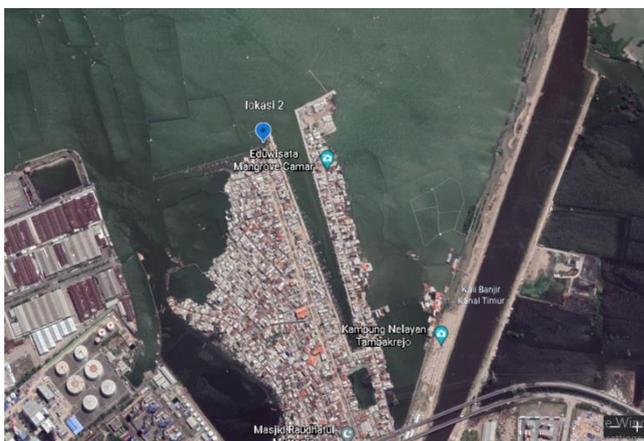
### **A. Kualitas Air Laut**

Lokasi yang digunakan sebagai tempat pengambilan data penelitian terdapat pada dua lokasi di kawasan pelabuhan Tanjung Emas Semarang, yaitu:

Lokasi 1 berada pada koordinat  $6^{\circ}57'19.1''$  S  $110^{\circ}25'12.7''$  E jalan Usman Jannatin yang berlokasi dekat dengan pintu gerbang masuk pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Lokasi 2 berada pada koordinat  $6^{\circ}56'36.1''$  S  $110^{\circ}26'11.6''$  E jalan Tambak Mulyo yang berlokasi dekat dengan Pasar Ikan Hasil Laut (TPI). Lokasi-lokasi ini merupakan tempat yang ramai dengan kegiatan dari kapal-kapal nelayan sekitar.



Gambar 4.1 Lokasi Pengambilan Sampel 1 (*Google earth* 2021, diakses pada 6 Oktober 2021)



Gambar 4.2 Lokasi Pengambilan Sampel 2 (*Google earth* 2021, diakses pada 6 Oktober 2021)

Pengukuran kualitas air laut mengamati tingkat keasaman (pH), kadar garam (salinitas), oksigen terlarut (DO) dan suhu pada air laut, serta keberadaan cahaya pada lokasi tersebut. Pengukuran kualitas air laut dan pengambilan sampel dilakukan pada waktu sore menjelang petang, yaitu lokasi 1 pada pukul 16:56 WIB dan lokasi 2 pada pukul 18:46 WIB. Pengukuran tingkat keasaman menggunakan pH meter menunjukkan hasil pada lokasi 1 yaitu 8,23 dan lokasi 2 menunjukkan angka 7,87 yang berarti kedua perairan tersebut berada pada kondisi basa. Tingkat keasaman pada lingkungan memiliki pengaruh dalam pertumbuhan bakteri yaitu berkaitan dengan kinerja enzim dari bakteri tersebut, pH optimal untuk pertumbuhan bakteri berbeda-beda tergantung juga dengan isolat bakteri yang ditumbuhkan namun memiliki rentang antara 5-8 (Suriani, 2013).

Pengukuran kadar garam atau salinitas dari air laut menggunakan salinometer menunjukkan hasil pada lokasi 1 yaitu 30‰ (per ml) dan lokasi 2 sebesar 28‰ (per ml). Besaran

kadar garam pada perairan ini memiliki pengaruh terhadap terjadinya korosi pada keberadaan logam sekitar, semakin tinggi kadar garam pada perairan maka semakin tinggi pula laju korosi dari logam di lingkungan. Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh suhu dan salinitas air laut terhadap laju korosi baja A36 menunjukkan korosi tertinggi sebesar 0,5616 mmpy (*millimeter per year*) terdapat pada perairan dengan kondisi kadar garam sebesar 38‰ (per ml) dan suhu 27°C (Kusuma, 2012).

Pengukuran oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) dan suhu menggunakan alat DO meter menunjukkan lokasi 1 memiliki oksigen terlarut sebesar 3,5 mg/L dan suhu 49°C, sedangkan lokasi 2 memiliki oksigen terlarut sebesar 7,5 mg/L dan suhu 42°C. Oksigen pada perairan memiliki pengaruh dalam keberadaan kehidupan organisme perairan pada wilayah tersebut. Jumlah oksigen terlarut minimal pada lingkungan yang menunjukkan kondisi perairan yang normal dan tidak tercemar yaitu sebesar 2 ppm atau 2 mg/L, berdasarkan hal tersebut menunjukkan

keberadaan perairan di kedua lokasi tersebut berada pada kondisi yang baik (Salmin, 2005). Suhu pada perairan juga memiliki pengaruh terhadap kecepatan dari pertumbuhan mikroorganisme, pada tiap-tiap mikroorganisme memiliki suhu optimumnya masing-masing bergantung pada aktivitas enzim tiap mikroorganisme. Salah satu jenis bakteri genus *Pseudomonas* memiliki suhu optimal yang umumnya berada pada rentang suhu 37<sup>0</sup>C sampai 40<sup>0</sup>C (Suriani, 2013).

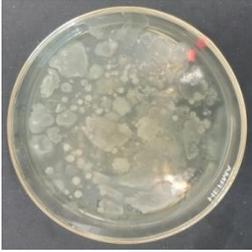
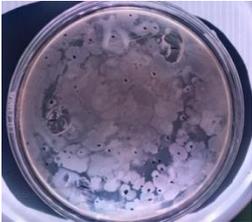
Pengukuran intensitas cahaya pada lokasi pengambilan data menggunakan alat lux meter. Berdasarkan penggunaan alat tersebut menunjukkan lokasi 1 memiliki intensitas cahaya sebanyak 7 lux, sedangkan pada lokasi 2 intensitas cahaya tidak dapat ditunjukkan karena kondisi lingkungan telah menunjukkan waktu malam sehingga lux meter tidak dapat menunjukkan intensitas cahaya di lokasi 2.

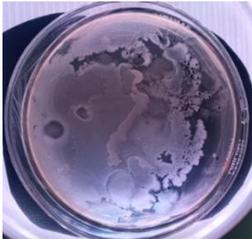
#### B. Bakteri Tahan Timbal dan Enumerasi

Sampel yang diambil dari dua lokasi yang berbeda tersebut ditanam pada media yang

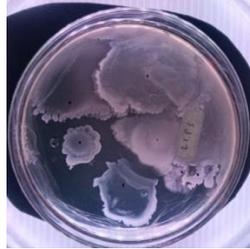
*Nutrient Agar* yang telah ditambahkan dengan  $Pb(NO_3)_2$  dengan konsentrasi 20 ppm, hal ini dilakukan dengan harapan koloni yang kemudian tumbuh pada media merupakan koloni bakteri yang memiliki kemampuan bertahan pada kondisi lingkungan dengan kandungan timbal didalamnya. Penanaman bakteri menggunakan metode *spread plate* dari dua sampel lokasi berbeda dengan pengenceran  $10^{-1}$  sampai  $10^{-5}$  masing-masing menggunakan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil pertumbuhan koloni bakteri:

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan *Spread Plate*

NO	KETERANGAN	GAMBAR	JUMLAH
1	Lokasi 1 Pengenceran $10^{-1}$ Ulangan 1		132
2	Lokasi 1 Pengenceran $10^{-1}$ Ulangan 2		38

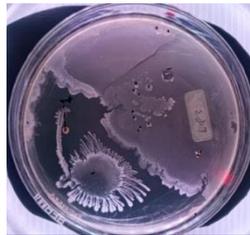
3	Lokasi 1 Pengenceran $10^{-1}$ Ulangan 3		18
4	Lokasi 1 Pengenceran $10^{-2}$ Ulangan 1		3
5	Lokasi 1 Pengenceran $10^{-2}$ Ulangan 2		21
6	Lokasi 1 Pengenceran $10^{-2}$ Ulangan 3		7

7 Lokasi 1  
Pengulangan 10<sup>-3</sup>  
Ulangan 1



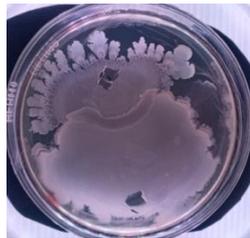
8

8 Lokasi 1  
Pengenceran 10<sup>-3</sup>  
Ulangan 2



18

9 Lokasi 1  
Pengenceran 10<sup>-3</sup>  
Ulangan 3



2

10 Lokasi 1  
Pengenceran 10<sup>-4</sup>  
Ulangan 1



-

11 Lokasi 1  
Pengenceran  $10^{-4}$   
Ulangan 2



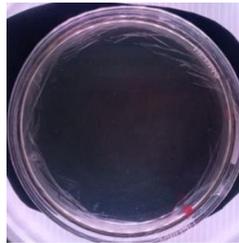
4

12 Lokasi 1  
Pengenceran  $10^{-4}$   
Ulangan 3



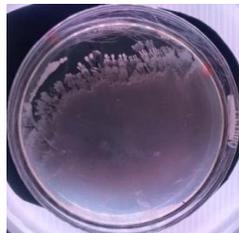
1

13 Lokasi 1  
Pengenceran  $10^{-5}$   
Ulangan 1

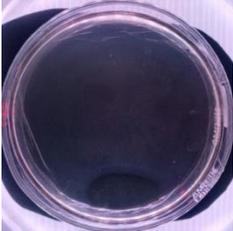
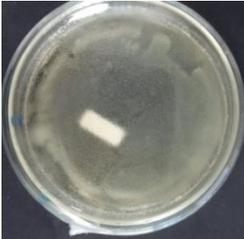


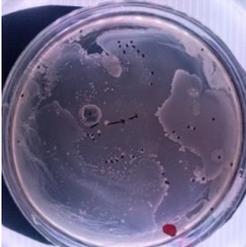
-

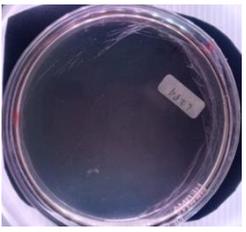
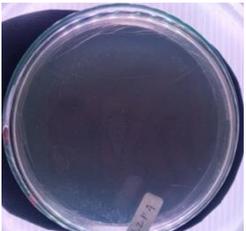
14 Lokasi 1  
Pengenceran  $10^{-5}$   
Ulangan 2

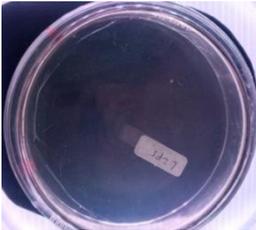
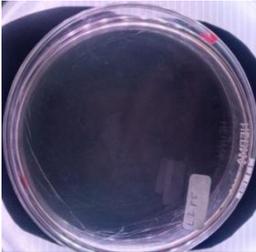


2

15	Lokasi 1 Pengenceran $10^{-5}$ Ulangan 3		-
16	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-1}$ Ulangan 1		10
17	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-1}$ Ulangan 2		8
18	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-1}$ Ulangan 3		1

19	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-2}$ Ulangan 1		12
20	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-2}$ Ulangan 2		42
21	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-2}$ Ulangan 3		16
22	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-3}$ Ulangan 1		6

23	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-3}$ Ulangan 2		2
24	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-3}$ Ulangan 3		15
25	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-4}$ Ulangan 1		-
26	Lokasi 2 Pengenceran $10^{-4}$ Ulangan 2		-

<p>27 Lokasi 2 Pengenceran <math>10^{-4}</math> Ulangan 3</p>		<p>13</p>
<p>28 Lokasi 2 Pengenceran <math>10^{-5}</math> Ulangan 1</p>		<p>3</p>
<p>29 Lokasi 2 Pengenceran <math>10^{-5}</math> Ulangan 2</p>		<p>-</p>
<p>30 Lokasi 2 Pengenceran <math>10^{-5}</math> Ulangan 3</p>		<p>-</p>

---

Berdasarkan dari hasil yang teramati terdapat beragam jenis koloni bakteri yang berbeda-beda penampakan morfologinya dan semakin tinggi tingkat pengenceran yang dilakukan maka akan semakin sedikit jumlah koloni yang tumbuh, bahkan pada beberapa media yang diinokulasikan dengan isolat pada pengenceran  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$  tidak menunjukkan adanya pertumbuhan koloni bakteri sama sekali. Hal tersebut selaras dengan tujuan dari pengenceran bertingkat yaitu untuk mengurangi jumlah mikroba yang ada pada tiap pengenceran. Berdasarkan jumlah dari koloni yang terbaca hanya terdapat 3 cawan petri yang memiliki jumlah koloni lebih dari 30 yang dapat dilakukan perhitungan (Saraswati, 2007).

Tabel 4.2 Enumerasi koloni bakteri

<b>Kode</b>	<b>Jumlah populasi bakteri</b>
1	$13,2 \times 10^3$
2	$38 \times 10^2$
3	$42 \times 10^3$

### C. Karakterisasi Bakteri

Keberagaman koloni yang tumbuh pada media membuat perlunya dilakukan pemurnian koloni agar menghasilkan koloni murni yang memudahkan untuk dilakukan pengamatan lanjutan. Beberapa koloni yang terpilih untuk dimurnikan dilakukan inokulasi kembali menggunakan teknik *streak* pada media yang sama yaitu *Natrium Agar* yang telah ditambahkan dengan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Koloni yang ditumbuhkan kembali berjumlah 10 petri (petri nomor 1, 8, 9, 14, 17, 19, 20, 22, 24, dan 28) namun tidak semua koloni dari bakteri tersebut dapat hidup pada media setelah di *streak*, hanya terdapat empat koloni yang tumbuh pada media *streak* yaitu koloni 1 dari lokasi 1, pengenceran  $10^{-1}$ , pengulangan 1 (kode 1A); koloni 2 dari lokasi 1, pengenceran  $10^{-1}$ , pengulangan 1 (Kode 1B); koloni 1, lokasi 2, pengenceran  $10^{-1}$ , pengulangan 2 (Kode 17); dan koloni 1, lokasi 2, pengenceran  $10^{-3}$ , pengulangan 3 (Kode 24).

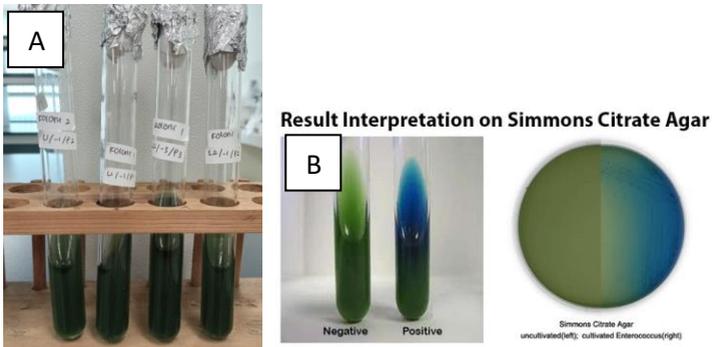
Kemungkinan penyebab dari terjadinya hal ini diakibatkan jarak waktu dari inokulasi pertama

(9 Juni 2021) hingga saat inokulasi *streak* (22 Juni 2021) terlalu lama sehingga bakteri telah mengalami fase stasioner atau bahkan fase kematian, sehingga banyak bakteri yang tidak tumbuh pada media.

Hasil dari bakteri yang tumbuh setelah di *streak* kemudian dilakukan beberapa pengamatan morfologi, motilitas dan biokimia. Hasil pewarnaan gram dan pengamatan morfologi dari keempat bakteri menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Pewarnaan gram merupakan salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengamati karakter fenotip dari bakteri dengan membedakan jenis bakteri berdasarkan struktur dari dinding sel bakteri tersebut. Hasil pada pengujian ini yaitu bakteri terbagi menjadi gram positif atau gram negatif. Bakteri gram positif memiliki kandungan lapisan *peptidoglikan* yang tebal yaitu sebanyak 90% dari dinding sel, sedangkan bakteri gram negatif memiliki lapisan *peptidoglikan* yang tipis hanya 10% dari dinding sel dan memiliki kandungan *lipid* yang tinggi (Smith, 2005).

Uji katalase menggunakan  $H_2O_2$  yang diteteskan pada koloni bakteri yang akan diamati. Hasil positif ditandai dengan adanya gelembung udara, hal ini menunjukkan adanya enzim katalase yang berfungsi mengurai hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Penggunaan  $H_2O_2$  karena mikroorganisme membentuk hydrogen peroksida selama metabolisme aerobik dan merupakan salah satu komponen yang dihasilkan oleh bakteri selama proses respirasi aerob (Syahri, 2019).

Uji sitrat merupakan uji biokimia yang digunakan untuk mengetahui kemampuan bakteri memfermentasikan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon oleh enzim sitrat permease. Uji ini dilakukan dengan menggoreskan bakteri pada media simmons citrate agar miring. Hasil positif ditandai dengan berubahnya warna media yang sebelumnya hijau menjadi biru (Aditi, 2017).



Gambar 4.3 (A) Hasil pengamatan uji sitrat dan (B) Gambar pembandingan hasil uji sitrat (Microbioholic 2020, diakses pada 9 Juli 2021)

Uji motilitas dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya pergerakan dari bakteri. Hasil positif dari adanya pergerakan bakteri atau bakteri yang motil yaitu dengan tumbuhnya bakteri secara menyebar disekitar tusukan jarum inokulum hingga ke permukaan dari media. Sedangkan bakteri yang non motil atau tidak memiliki pergerakan tidak akan terjadi perubahan di sekitar tusukan jarum inokulum (Kosasi, 2019).



Gambar 4.4 Hasil pengamatan uji motilitas

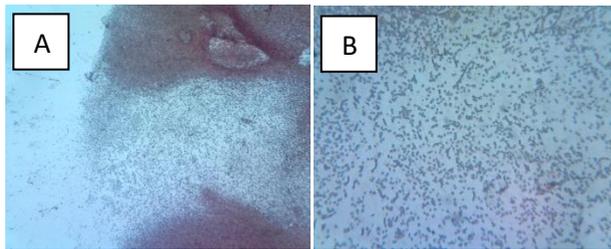
Berdasarkan 4 koloni yang dilakukan pengamatan morfologi, uji motilitas, dan uji biokimia menunjukkan hasil yang berbeda-beda:

- Kode 1A



Gambar 4.5 Hasil *streak* koloni kode 1A

Koloni morfologi yang dapat diamati yaitu koloni berwarna putih susu, memiliki tepi yang rata (*entire*), sudut elevasinya rata (*flat*), dan struktur dalam koloninya tembus cahaya (*translucent*).



Gambar 4.6 Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 1A (A) perbesaran 10x10 dan (B) perbesaran 10x40

Koloni yang teramati pada hasil pewarnaan yaitu berwarna merah sehingga menunjukkan bakteri tersebut adalah gram negatif. Bentuk dari bakteri yang teramati yaitu *coccus* atau bulat. Uji katalase yang dilakukan menunjukkan hasil yang positif karena menghasilkan gelembung, dari keempat koloni yang diamati gelembung paling banyak terdapat pada preparat ini. Uji motilitas dan uji sitrat

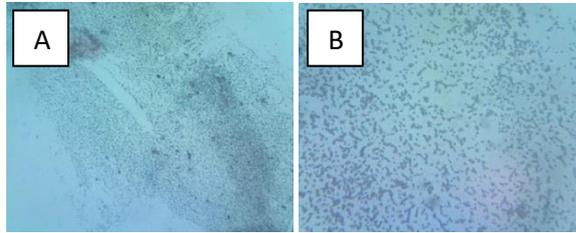
menunjukkan hasil negatif, karena tidak terjadi pergerakan dan perubahan warna pada media.

- Kode 1B



Gambar 4.7 Hasil *streak* koloni kode 1B

Koloni morfologi yang dapat teramati dari hasil streak koloni tersebut yaitu berwarna putih susu, bentuk tepi koloni rata (*entire*), bentuk koloni bulat, struktur dalam koloni tembus cahaya (*translucent*), sudut elevasi dari koloninya yaitu sedikit cembung (*raised*).



Gambar 4.8 Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 1B (A) perbesaran 10x10 dan (B) perbesaran 10x40

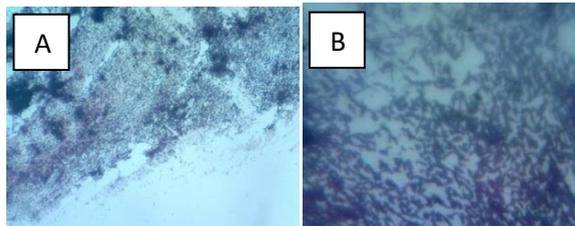
Koloni yang teramati pada hasil pewarnaan menghasilkan warna merah menunjukkan bakteri termasuk gram negatif. Bentuk bakteri yang teramati yaitu *coccus* atau bulat. Uji katalase menunjukkan hasil positif karena menghasilkan buih, uji motilitas dan uji sitrat menunjukkan hasil negatif.

- Kode 17



Gambar 4.9 Hasil *streak* koloni kode 17

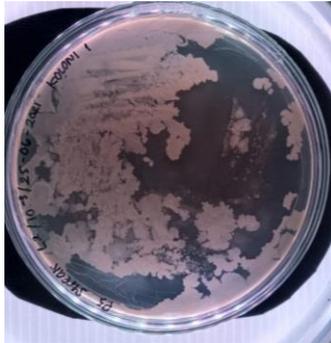
Hasil pengamatan morfologi koloni menunjukkan warna koloni yang putih pucat, bentuk dari tepi koloninya tidak beraturan (*undulate*), struktur dalam koloninya transparan tembus cahaya, sudut elevasi koloninya rata (*flat*).



Gambar 4.10 Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 17 (A) perbesaran 10x10 dan (B) perbesaran 10x40

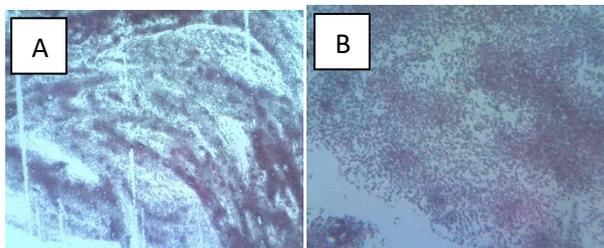
Koloni yang teramati berwarna ungu yang menunjukkan bakteri termasuk gram positif. Bentuk dari bakteri yang teramati adalah *streptococcus* atau bentuk *coccus* yang memanjang seperti rantai. Uji katalase menunjukkan hasil positif, uji motilitas dan uji sitrat menunjukkan hasil negatif.

- Kode 24



Gambar 4.11 Hasil *streak* koloni kode 24

Morfologi koloni yang teramati yaitu warna koloni yang kekuningan, bentuk koloni bulat, bentuk tepian koloni tidak beraturan (*undulate*), struktur dalam koloni tidak tembus cahaya (*opac*), sudut elevasi koloni datar (*flat*).



Gambar 4.12 Hasil pengamatan mikroskopis pewarnaan gram koloni kode 24 (A) perbesaran 10x10 dan (B) perbesaran 10x40

Pewarnaan gram pada koloni ini menghasilkan warna merah yang menunjukkan bakteri ini termasuk gram negatif. Bentuk dari bakteri yang teramati secara morfologis yaitu *bacillus* atau batang. Uji katalase, motilitas dan sitrat menunjukkan hasil negatif karena tidak mengalami perubahan.

Menurut Puspita (2017) isolat dari bakteri genus *Bacillus* sp. umumnya memiliki bentuk koloni bulat berwarna putih, tapi isolatnya berbeda-beda ada yang rata dan tidak, permukaan dari koloninya kasar tanpa lender dan tidak mengkilat. Pewarnaan gram pada isolat *Bacillus* sp. berwarna ungu karena termasuk bakteri gram positif dan memiliki bentuk sel bakteri batang atau *Bacillus*. Berdasarkan keempat isolat bakteri yang telah dilamati tidak memiliki kecocokan dengan karakteristik bakteri *Bacillus* sp. tersebut, sehingga dapat disebutkan isolat bakteri-bakteri tersebut bukan merupakan jenis dari genus *Bacillus* sp..

Terdapat penelitian sebelumnya (Prakoso, 2020) pada sedimen perairan pelabuhan Tanjung Emas Semarang mengenai bakteri pendegradasi

solar yang ditumbuhkan pada media selektif SMSSe cair yang telah ditambahkan minyak solar teridentifikasi jenis bakteri yang tumbuh yaitu *Vibrio alginolyticus* yang merupakan salah satu jenis bakteri yang terdapat pada sedimen dan memiliki kemampuan mendegradasikan rantai karbon dari senyawa *Polyaromatic Hydrocarbons* (PAHs). Bakteri tersebut memiliki karakteristik morfologi koloni berbentuk bulat, tepian koloni ada yg rata dan bergelombang, warna koloni putih, sudut elevasinya timbul dan datar, hasil pewarnaan gram berwarna merah yang menunjukkan jenis bakteri gram negatif dengan bentuk sel bakteri batang atau *bacillus*. Ciri tersebut hampir mirip dengan isolat kode 24, namun belum dapat dipastikan secara jelas karena perlunya pengujian molekuler lebih lanjut untuk memastikan praduga tersebut.

Keberadaan dari mikroorganisme-mikroorganisme yang teramati tersebut pastilah memiliki manfaat bagi ekosistem perairan. Sebagai umat muslim yang berakal baiknya memiliki minat akan pengetahuan penciptaan alam seisinya

karena dari penciptaan alam dan tiap-tiap makhluk hidup didalamnya memiliki manfaat dan kegunaan serta tidak ada yang sia-sia, seperti firman Allah SWT pada Al-Quran surah Ali Imran ayat 191:

لَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ  
فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا  
سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: "(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka"". (Q.S *Ali Imran*/3:191)

## **BAB V PENUTUP**

### **A. Simpulan**

1. Isolasi bakteri yang berasal dari isolat sedimen perairan di kawasan pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang ditumbuhkan dalam media yang telah ditambahkan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  sebanyak 20 ppm menunjukkan adanya beragam jenis bakteri yang tumbuh, dilihat dari beragam bentuk dan jumlah bakteri yang muncul. Hal ini menunjukkan adanya toleransi dari bakteri-bakteri yang dapat hidup pada kondisi lingkungan yang terpapar oleh timbal.
2. Bakteri yang diinokulasikan pada media merupakan isolat yang diencerkan dari pengenceran  $10^{-1}$  hingga  $10^{-5}$  menunjukkan jumlah bakteri paling banyak berada pada pengenceran rendah, semakin tinggi pengenceran yang dilakukan maka semakin sedikit bahkan ada yang tidak menunjukkan keberadaan bakteri yang hidup seperti pada pengenceran  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$ . Berdasarkan

perhitungan jumlah populasi koloni menunjukkan pada kode 1 terdapat  $13,2 \times 10^3$  koloni/ml, kode 2 terdapat  $38 \times 10^2$  koloni/ml, dan kode 20 terdapat  $42 \times 10^3$  koloni/ml.

3. Keempat isolat bakteri yang dilakukan uji morfologi dan uji biokimia menunjukkan hasil negatif pada uji motilitas dan uji sitrat. Kode 1A morfologi koloninya warna putih susu, tepi rata, struktur koloni *translucent*, sudut elevasi rata, termasuk gram negatif, bentuk bakteri *coccus*, uji katalase positif. Kode 1B morfologi koloninya warna putih susu, tepi rata, struktur koloninya *translucent*, sudut elevasi sedikit cembung, bentuk koloni bulat, termasuk gram negatif, bentuk bakteri *coccus*, uji katalase positif. Kode 17 morfologi koloninya warna putih pucat, tepi tidak beraturan, struktur dalam transparan tembus cahaya, sudut elevasi rata, termasuk gram positif, bentuk bakteri *streptococcus*, uji katalase positif. Kode 24 morfologi koloninya warna kekuningan, tepi tidak beraturan, struktur dalam tidak tembus cahaya, sudut elevasi datar, bentuk

koloni bulat, termasuk gram negatif, bentuk bakteri *bacillus*, uji katalase negatif.

#### B. Saran

Perlunya dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui adanya aktivitas dari bakteri-bakteri indigen pada sedimen perairan pelabuhan ini yang menunjukkan kemampuan untuk melakukan bioremediasi terhadap keberadaan timbal yang merupakan salah satu pencemar lingkungan, serta penelitian molekuler untuk keperluan identifikasi dari bakteri-bakteri indigen tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditi, Faria Y, dkk. 2017. A Study on the Microbiological Status of Mineral Drinking Water. *The Open Microbiology Journal*, 11, pp. 31-44.
- Angraeni, Dewi Sakti. 2017. *Kemampuan Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Berdasarkan Waktu Paparannya oleh Bakteri Endapan Sedimen Perairan Sekitar Rumah Susun Kota Makassar*. Skripsi. Makassar: UIN Alaudin Makassar.
- Anisyah, Azmi Umi, dkk. 2016. Studi Kandungan dan Beban Pencemaran Logam Timbal (Pb) pada Air Balas Kapal Barang dan Penumpang di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), pp. 843-851.
- Aplikasi Qur'an Kemenag. 2021. Diakses 4 April 2021.
- Azizah, Ria, dkk. 2018. Kandungan Timbal pada Air, Sedimen dan Rumput Laut *Sargassum* sp. di Perairan Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), pp. 155-166.
- Boleng, Didimus Tanah. 2015. *Bakteriologi Konsep-Konsep Dasar*. Malang: UMM Press.

- Christita, Margaretta, dkk. 2018. Identifikasi Bakteri pada Air dari Lahan Bekas Tambang Nikel di Halmahera Timur. *Jurnal WASIAN*, 5(1), pp. 35-42.
- Fitriani, Ade, dkk. 2014. Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada Sedimen dan Udang Windu (*Penaeus monodon*) di Pantai Biringkassi Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), pp. 191-202.
- Google Earth, 2021. <https://earth.google.com/web/>. Diakses pada tanggal 6 Oktober 2021.
- Hasyimuddin, dkk. 2018. Isolasi Bakteri Pengakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Saluran Pembuangan Limbah Industri di Kabupaten Gowa. *Biotropic*, 2(2), pp. 126-132.
- Hertika, Asus Maizar Suryanto & Renanda Baghaz DSP. 2019. *Ekotoksikologi untuk Lingkungan Perairan*. Malang: UB Press.
- Hidayat, Asep & Chairil Anwar Siregar. 2017. Telaah Mendalam tentang Bioremediasi: Teori dan Aplikasinya dalam Upaya Konservasi Tanah dan Air. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- <https://web.dpmpptsp.jatengprov.go.id/sarpras/3/29>. Diakses pada tanggal 16 Desember 2020.

- Inggraini, Maulin. 2014. Efektifitas Pengikatan Logam Pb oleh Bakteri, *Bacillus subtilis*. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 4(2), pp. 152-156.
- Irma, Wirdati, dkk. 2019. Isolat dan Enumerasi Bakteri pada Hamparan Tanah Gambut di DAS Kampar Riau Sumatera. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 24(1), pp. 16-23.
- Ismail, Bintar Wahyu, dkk. 2017. Penyusunan Indeks Kualitas Kesehatan Lingkungan (Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(5), pp. 521-530.
- Kusuma, Satria Nova M. & M. Nurul Misbah. 2012. Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW. *JURNAL TEKNIK ITS*, 1(1), pp. 75-77.
- Kasih, Lina. 2019. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Diusulkan Khusus Wisatawan. <https://joss.co.id/2019/10/pelabuhan-tanjung-emas-semarang-diusulkan-khusus-wisatawan/>. Diakses pada 16 Desember 2020.
- Kosasi, Cicilia, dkk. 2019. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri yang Berasosiasi dengan Alga *Turbinaria ornate* (Turner) J. Agardh serta

- Identifikasi secara Biokimia. *Pharmakon*, 8(2), pp. 351-359.
- Kusnadi, dkk. 2003. *Mikrobiologi*. Bandung: JICA-IMSTEP.
- Microbeholic. 2020. Simmons Citrate Agar(SCA) – Definisi, Komposisi, Cara Pembuatan dan Interpretasi Uji. <https://www.microbeholic.com/2020/11/simmons-citrate-agar-sca-definisi-komposisi-cara-pembuatan-dan-interpretasi-uji.html>.
- Muliari, dkk. 2019. *Ekotoksikologi Akuatik*. Bogor: IPB Press.
- Nugroho, Endik Deni & Dwi Anggorowati Rahayu. 2018. *Pengantar Bioteknologi (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Deepublish.
- Nurhamiddin, Fauziah & Marshus Hi. Ibrahim. 2018. Studi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen Laut di Pelabuhan Bastiong Kota Ternate Provinsi Maluku Utara. *Jurnal DINTEK*, 11(1), pp. 41-55.
- Peraturan Pemerintah Nomor 69 Tahun 2001 *Kepelabuhan*. 17 Oktober 2001. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 127.
- Prakoso, Bagus Enggal, dkk. 2020. Bakteri Pendegradasi Solar Dari Sedimen Perairan Dalam Skala

- Laboratorium (In Vitro). *Journal of Marine Research*, 9(4), pp. 453-463.
- Puspasari, Reny. 2006. Logam dalam Ekosistem Perairan. *BAWAL*, 1(2), pp. 43-47.
- Puspita, Fifi, dkk. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri *Bacillus* sp. Endofitik dari Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotek. Trop.* 6(2), pp. 44-49.
- Ristiati, Ni Putu. 2017. *Mikrobiologi Terapan*. Depok: PT. Raja Grafindo Persada.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 30(3), pp. 21-26.
- Saraswati. Rasti, dkk. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Jawa Barat: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Shoaib, Muhammad, dkk. 2020. A Mini-Review on Commonly used Biochemical Tests for Identifications of Bacteria. *International Journal of Research Publication*, 54(1), pp. 1-6.
- Sijabat, Emiliana, dkk. 2014. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau

- (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Journal of Marine Research*, 3(4), pp. 475-482.
- Smith, Ann C. & Marise A. Hussey. 2005. Gram Stain Protocols. *American Society for Microbiology*.
- Subagyo, Aris, dkk. 2017. *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Sukmawati. 2018. Isolasi Bakteri Selulolitik dari Limbah Kulit Pisang. *BIOTROPIC The Journal of Tropical biology*, 2(1), pp. 46-52.
- Suriani, Sanita, dkk. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *J-PAL*, 3(2), pp. 58-62.
- Suryono, Chrisna Adhi & Ali Djunaedi. 2017. Logam berat Pb, Cr dan Cd dalam Perairan Pelabuhan Tanjung Mas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1), pp. 25-29.
- Syahri, Y F, *et all*. 2019. Biochemical tests and identification of potential indigenous bacteria from

- nickel post-mining land in Pomalaa. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 382, pp. 1-7.
- Wahikun. 2016. *Radioaktivitas pada Perairan Pesisir Cilacap*. Yogyakarta: Deepublish.
- Widyastuti, Palupi. 2005. *Bahaya Bahan Kimia pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Wignyanto. 2020. *Bioremediasi dan Aplikasinya*. Malang: UB Press.
- Yazid, Mochd. 2014. Peranan Isolat Bakteri *Indigenous* sebagai Agen Bioremediasi Perairan yang Terkontaminasi Uranium. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*, 17(1), pp. 35-44.



## 2. Lokasi 2



DO: 7,5 mg/L, suhu: 42<sup>0</sup>C



pH: 7,87



salinitas: 28‰

## B. Dokumentasi preparasi dan penanaman bakteri



## C. Dokumentasi alat



*Laminar Air Flow*



*Autoclaf*



*Timbangan analitik*



*Coloni counter*



*Magnetic stirrer*



*mikroskop dan optilab*

D. Dokumentasi enumerasi menggunakan *coloni counter*



E. Dokumentasi hasil uji biokimia

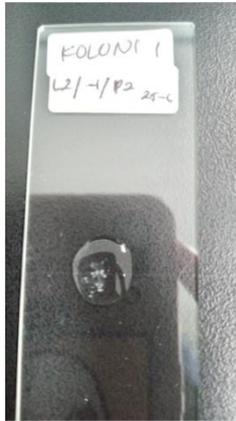
1. Uji katalase



Kode 1A



Kode 1B



Kode 17



Kode 24

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Salsabiela Pertiwi  
NIM : 1708016017  
Program Studi : Biologi  
Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 02 Juli 1999  
Agama : Islam  
Alamat : Jalan Kanfer Utara 1 RT.05 /  
RW.06, Kel. Pedalangan, Kec.  
Banyumanik, Kota Semarang  
No Telp : 087832654880  
Email : [salsabielapertiwi2@gmail.com](mailto:salsabielapertiwi2@gmail.com)  
Nama Orang Tua : Moch Fauzan (Ayah)  
Anna Mariati (Ibu)

### Riwayat Pendidikan

Tahun 2006 - 2012 : SD. St. Antonius 02 Semarang  
Tahun 2012 - 2015 : SMP Negeri 27 Semarang  
Tahun 2015 - 2017 : SMA Negeri 12 Semarang  
Tahun 2017 -2021 : UIN Walisongo Semarang