



**ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI RESISTEN TIMBAL  
DARI SEDIMEN LAUT TERDAMPAK PENAMBANGAN TIMAH INKONVENSIONAL DI PANTAI  
SAMPUR, BANGKA TENGAH**

**Ina Miranti<sup>1</sup>, Rahmad Lingga<sup>1\*</sup>, Very Andre Fabiani<sup>2</sup>**

Program Studi Biologi, Universitas Bangka Belitung, Balun ijuk, Merawang, Bangka, Kep. Bangka Belitung, 33172<sup>1</sup>) ; Program Studi Kimia, Universitas Bangka Belitung, Balun ijuk, Merawang, Bangka,

Kep. Bangka Belitung, 33172<sup>2</sup>)

email korespondensi: [linkgarahmad@gmail.com](mailto:linkgarahmad@gmail.com)

*Diterima: April 2021; Direvisi: Juni 2021; Disetujui: Agustus 2021*

**ABSTRAK**

Penambangan timah di Laut dapat menyebabkan terjadinya pencemaran logam berat, salah satunya logam Timbal (Pb). Pencemaran Timbal dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan bersifat toksik bagi makhluk hidup. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran Timbal adalah dengan teknik bioremediasi. Bakteri resisten diketahui berpotensi sebagai agen bioremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar Timbal di perairan Pantai Sampur dan mendapatkan bakteri yang memiliki resistensi terhadap logam berat Timbal. Metode penelitian yang dilakukan adalah *purposive sampling* untuk mengambil sampel air dan sedimen. Hasil uji SSA menunjukkan bahwa kadar Pb pada air laut lebih tinggi dibandingkan pada sedimen. pH air laut yang normal menyebabkan kelarutan senyawa Pb dalam air menjadi stabil. Kadar Pb dalam air laut sudah melewati baku mutu sehingga berpotensi menyebabkan toksisitas bagi biota perairan. Kadar Pb pada sedimen paling tinggi berada di lokasi yang dekat dengan aktivitas penambangan timah. Hasil isolasi menunjukkan bahwa jumlah bakteri berkisar  $11,10^5 - 34,10^5$  CFU/g. Semakin tinggi kadar Pb pada sedimen maka jumlah bakteri akan semakin rendah. Terdapat 7 isolat yang resisten Pb 100 ppm dan diduga merupakan bakteri dari genus *Alcaligenes*, *Meniscus*, *Neisseria*, *Erythrobacter*, dan *Alteromonas*.

**Kata Kunci :** Bakteri resisten Timbal, Bioremediasi, Pantai Sampur, Penambangan timah, Pencemaran Timbal.

**ISOLATION AND CHARACTERISATION OF Pb RESISTANT BACTERIA FROM MARINE SEDIMENT  
AFFECTED BY INCONVENTIONAL TIN MINING AT SAMPUR BEACH, BANGKA TENGAH DISTRICT**

**ABSTRACT**

Offshore tin mining can causes heavy metal contamination, one of which is lead (Pb) metal. Lead pollution can causes environmental damage and toxic to living organisms. One of the methods to reduce lead pollution was by bioremediation techniques. Resistant bacteria were potential to be used as bioremediation agent. This research aimed to determine the lead level in Sampur coastal waters and to obtain bacteria that have resistance to lead (Pb). The research method was purposive sampling to take a sample of water and sediment. The AAS test results indicated that the Pb level in seawater is higher than sediment. A normal sea water pH can caused the Pb solubility in the water to be stable. The Pb level in seawater was passed the established quality standards, so that potentially cause toxicity for the aquatic biota. The highest Pb levels in sediment was found in vicinity of tin mining activities area. The isolation results showed that the number of bacteria ranged from  $11,10^5 - 34,10^5$  CFU/g. The higher Pb levels in sediment causing the number of bacteria will be lower. There were 7 isolates that resistant of Pb 100 ppm and constitute bacteria from the genus *Alcaligenes*, *Meniscus*, *Neisseria*, *Erythrobacter*, and *Alteromonas*.

**Keywords:** *Bioremediation, Lead pollution, Lead resistant bacteria, Sampur Beach, Tin mining*

## Pendahuluan

Indonesia merupakan negara produsen timah terbesar kedua di dunia setelah Republik Rakyat Tiongkok (Salim & Munadi, 2016). Daerah penghasil timah utama di Indonesia adalah Kepulauan Bangka Belitung (Sukarman & Gani, 2017). Penambangan timah di Bangka Belitung pada awalnya dilakukan di wilayah darat, kemudian mulai masuk ke wilayah laut sejak tahun 1952 (Sujitno, 2015).

Pantai Sampur di Kabupaten Bangka Tengah merupakan salah satu kawasan pesisir yang banyak ditemui aktivitas penambangan timah inkonvensional di laut (TI Apung) dan diduga telah mengalami pencemaran. Perairan yang keruh, berwarna coklat, dan adanya sedimentasi merupakan gejala umum pencemaran perairan laut (Santosa, 2013). Penambangan timah di laut dilakukan dengan proses pengerukan menggunakan kapal keruk. Material kerukan akan mengendap dan menutupi dasar perairan yang disebut sedimen kerukan. Sedimen kerukan dapat mengandung polutan berupa material organik, pestisida, minyak, bahan kimia berbahaya, dan logam berat.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang terkandung di dalam limbah penambangan timah dan dapat terakumulasi di air, sedimen, dan biota laut dalam jangka waktu yang lama (Christita *et al.*, 2018; Komalasari *et al.*, 2019). Timbal termasuk polutan di laut yang sangat berbahaya, tidak hanya bagi biota perairan, tetapi akan berdampak bagi manusia yang mengkonsumsi biota perairan tersebut (Rompas, 2010).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran Timbal adalah dengan metode bioremediasi. Bioremediasi merupakan proses yang dapat menurunkan konsentrasi zat pencemar di lingkungan dengan bantuan makhluk hidup. Makhluk hidup yang digunakan harus mampu hidup di lingkungan tercemar, seperti bakteri resisten yang diketahui memiliki kemampuan untuk mengembangkan daya tahan terhadap ion logam berat yang toksik (Inggraini, 2014).

Sampai saat ini, aktivitas penambangan timah di laut masih berlangsung, termasuk aktivitas tambang inkonvensional yang dalam operasinya jauh dari praktek penambangan yang aman dan memperhatikan aspek lingkungan. Jika

hal ini terus berlangsung, maka dikhawatirkan dapat memberikan efek negatif bagi keberlangsungan ekosistem laut beserta biota di dalamnya. Oleh karena itu, maka pentingnya dilakukan penelitian ini menjadi semakin tinggi. Beberapa penelitian sejenis telah dilakukan sebelumnya (Lingga & Afriyansyah, 2020), akan tetapi belum menyentuh aspek komunitas mikroba dan resistensinya terhadap logam timbal (Pb).

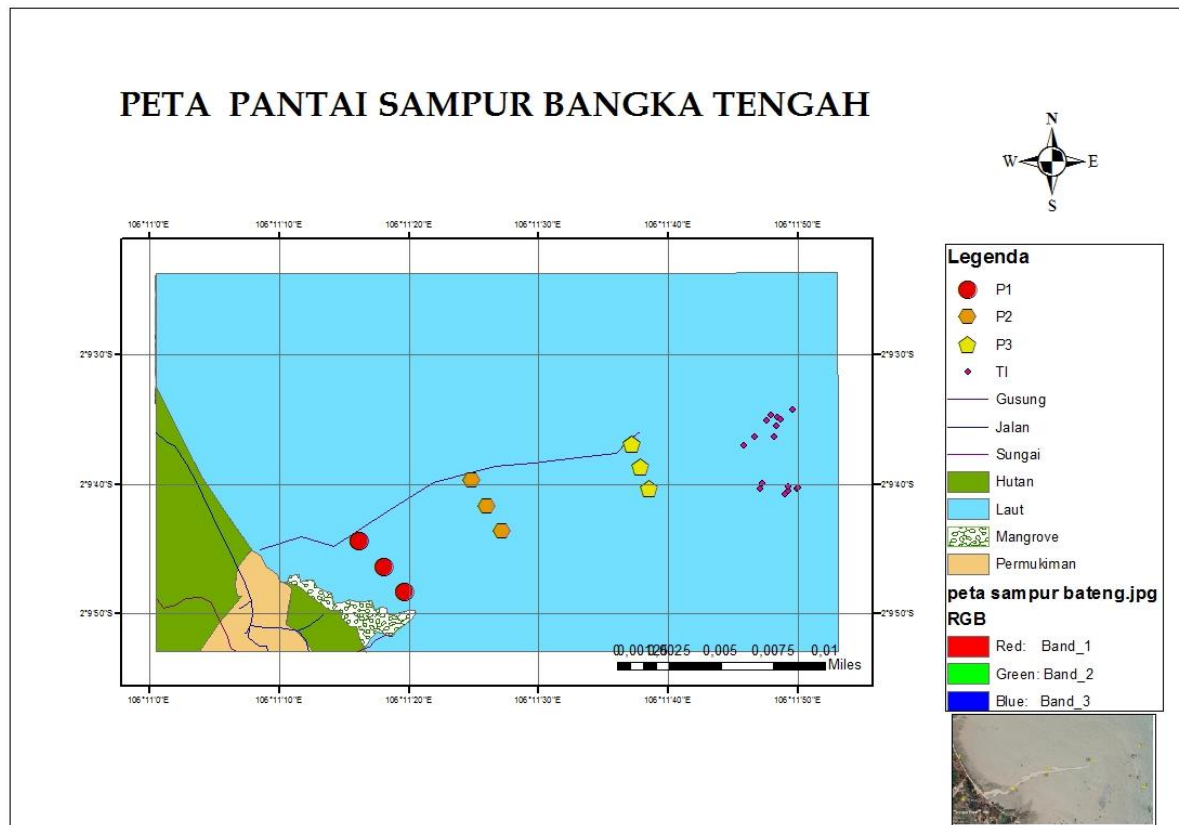
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar Pb di perairan Pantai Sampur dan mendapatkan isolat bakteri yang resisten Pb. Isolasi bakteri yang memiliki kemampuan resisten Pb diharapkan bermanfaat sebagai informasi awal untuk mengembangkan upaya bioremediasi laut atau bioremediasi lahan bekas tambang timah yang tercemar logam berat Timbal (Pb).

## Bahan dan Metode

### *Waktu dan Tempat Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2019 – April 2020. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Januari di Pantai Sampur Desa Kebintik, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Isolasi, karakterisasi, dan uji resistensi bakteri dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Penerapan Mutu Hasil Perikanan (LPPMHP) Prov. Kepulauan Bangka Belitung dan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Bangka Belitung. Sementara itu, uji kadar Pb di sedimen dan air laut dilakukan di Baristand Industri Palembang.

Penentuan titik dalam pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan keberadaan TI apung. TI apung merupakan aktivitas penambangan yang biasa dilakukan oleh masyarakat secara tradisional dengan menggunakan kapal ponton kayu dan dilengkapi dengan alat hisap sederhana. Terdapat 3 titik dalam pengambilan sampel, yaitu di bagian tepi pantai (titik 1 atau P1), titik 2 atau P2 dan titik yang terletak di dekat penambangan timah (titik 3 atau P3). Aktivitas TI umumnya dilakukan pada jarak yang bervariasi. Di lokasi penelitian ini, aktivitas TI apung dilakukan pada jarak sampai beberapa ratus meter dari tepi pantai. Setiap titik terdiri atas 3 ulangan pengambilan sampel. Peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan titik-titik pengambilan sampel

#### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sediment core*, spektrofotometer serapan atom (SSA), autoklaf, *laminar air flow*, mikroskop cahaya binokuler, *colony counter* dan jangka sorong. Bahan yang digunakan adalah sampel sedimen dan air laut dari Pantai Sampur, media Zobell 2216 E, Pb nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ),  $\text{HNO}_3$  Pekat, akuades, alkohol 70%, dan NaCl fisiologis.

#### Pengambilan Sampel

Sampel air laut diambil menggunakan botol sampel pada bagian permukaan perairan. Sementara itu, sampel sedimen diambil pada saat kondisi air laut paling surut menggunakan *Sediment core* pada kedalaman keruk  $\pm 10$  cm. Sampel air dan sedimen selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak pendingin sebelum dibawa ke laboratorium agar tidak terjadi perubahan secara biologis dan kimiawi. Sifat fisik kimia perairan seperti suhu, pH, oksigen terlarut (DO), salinitas, dan kekeruhan diukur pada saat pengambilan sampel.

#### Pengukuran Kadar Timbal

Sampel air dan sedimen untuk uji kadar logam timbal di preparasi dengan proses destruksi basah menggunakan asam nitrat pekat ( $\text{HNO}_3$ ). Sampel yang telah di preparasi kemudian diukur

menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

#### Isolasi Bakteri Sedimen

Sampel sedimen untuk isolasi bakteri dibuat pengenceran bertingkat hingga  $10^{-5}$  menggunakan NaCl fisiologis. Hasil pengenceran  $10^{-2}$  s.d  $10^{-5}$  sebanyak 100  $\mu\text{L}$  diinokulasikan ke dalam media Zobell 2216 E dengan metode sebar dan diinkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24-48 jam. Jumlah koloni bakteri dihitung menggunakan *colony counter* dan isolat dengan karakteristik koloni berbeda akan dimurnikan dengan metode gores.

#### Uji Resistensi Logam Pb

Isolat yang sudah murni, diinokulasikan ke dalam cawan petri yang berisi media Zobell 2216 E sampai merata. Selanjutnya *paper disk* diletakkan pada media dan ditetesi dengan larutan logam berat Pb nitrat konsentrasi 10, 20, 40, 80, dan 100 ppm sebanyak 20  $\mu\text{L}$  dengan menggunakan pipet mikro. Media selanjutnya diinkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24 jam, dan zona hambat yang muncul disekitar *paper disk* diukur menggunakan jangka sorong. Apabila ukuran zona hambat yang terbentuk kurang dari 1 mm maka tergolong bakteri yang resisten.

### Identifikasi Bakteri Resisten Pb

Identifikasi isolat dilakukan secara manual menggunakan buku *Bergey's Manual Determinative Bacteriology 9th Edition*. Karakteristik yang diamati meliputi karakter makroskopis (bentuk, ukuran, tepi, permukaan, dan warna koloni bakteri), mikroskopis (bentuk sel bakteri dan pewarnaan gram), dan fisiologis (uji sitrat, indol, MRVP, katalase, dan uji TSIA).

### Analisis dan Interpretasi Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel atau gambar. Data perbandingan kepadatan bakteri antar ulangan pada setiap titik dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah jumlah bakteri pada setiap ulangan berbeda nyata atau tidak. Selain itu, dilakukan Analisis Korelasi menggunakan SPSS 20

untuk melihat korelasi atau hubungan antara dua variabel. Jika nilai koefisien korelasi positif maka hubungan kedua variabel searah, sebaliknya jika koefisien korelasi negatif maka hubungan kedua variabel mempunyai hubungan terbalik.

### Hasil dan Pembahasan

#### Sifat Fisik Kimia Perairan

Perairan Pantai Sampur secara fisik terlihat berwarna coklat keruh dengan dasar perairan yang tertutup oleh lumpur. Perubahan warna air dan sedimentasi di Pantai Sampur diduga terjadi akibat adanya aktivitas penambangan timah di lokasi tersebut. Tingginya lumpur dari limbah hasil penambangan dapat menghambat lalu lintas nelayan saat ingin menangkap ikan (Dede, 2020). Sedimentasi juga dapat menyebabkan kerusakan dan kemusnahan biota laut terutama untuk komunitas bentik (Santosa, 2013).

**Tabel 1.** Data Pengukuran Sifat Fisik Kimia Perairan

No.	Parameter	Baku Mutu*	Lokasi		
			Titik 1	Titik 2	Titik 3
1.	Suhu air (°C)	28-32	27	26	27
2.	Suhu sedimen (°C)	-	25	25,5	25,5
3.	pH	7-8,5	7,74	7,78	7,77
4.	Salinitas (‰)	33-34	35	37	36
5.	Kekeruhan (NTU)	<5	339	553	132
6.	DO (mg/L)	>5	0,16	0,17	0,17

\*Baku mutu menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 tentang Baku mutu air laut untuk biota laut.

Suhu air laut Pantai Sampur pada semua titik sedikit lebih rendah dibandingkan dengan baku mutu (Tabel 1). Hal ini diduga dipengaruhi oleh kondisi cuaca saat pengambilan sampel yang mendung dan berawan. Menurut Hamuna *et al.* (2018) penutupan awan dapat mempengaruhi suhu pada badan air. pH perairan Pantai Sampur pada semua titik masih sesuai dengan baku mutu (Tabel 1). Perairan Pantai Sampur memiliki pH normal yang berada di kisaran 7-8 (Prianto & Husnah, 2009). Salinitas perairan pantai sampur memiliki nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan baku mutu. Namun jika dibandingkan dengan pernyataan Effendi (2003) bahwa nilai salinitas normal pada perairan laut adalah 30-40 ‰, maka nilai salinitas Pantai Sampur masih dikatakan normal.

Data hasil pengukuran DO (oksigen terlarut) dan kekeruhan perairan tidak sesuai dengan baku mutu (Tabel 1). Menurut Mentari *et al.* (2017) limbah hasil penambangan timah mengandung lumpur dan senyawa organik yang dapat meningkatkan kekeruhan perairan. Kekeruhan air dapat mempengaruhi kadar DO, dimana pada saat kekeruhan suatu perairan tinggi

maka nilai DO akan semakin rendah. Menurut Hamuna *et al.* (2018), DO dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk proses pernafasan dan metabolisme. Kadar DO yang terlalu rendah dapat mengakibatkan ikan dan organisme air lainnya mengalami kematian, sehingga dapat mengurangi hasil tangkapan ikan oleh nelayan (Sugianti & Astuti, 2018).

#### Kadar Pb pada air dan sedimen

Kandungan Pb di sedimen laut lebih rendah dibandingkan dengan kandungan Pb di air laut (Tabel 2). Hal ini diduga disebabkan karena logam berat Pb lebih banyak yang terlarut di dalam air. Kelarutan senyawa Pb dalam air sangat dipengaruhi oleh pH perairan, dimana pH perairan Pantai Sampur berada pada kisaran pH normal yaitu 7-8 (Tabel 1). Kelarutan Pb cenderung lebih stabil pada badan perairan yang mempunyai pH mendekati normal. Kenaikan pH dapat mengubah kestabilan logam berat dari bentuk karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) menjadi hidroksida ( $\text{OH}^-$ ), yang kemudian membentuk ikatan dengan partikel pada badan air sehingga akan mengendap dalam bentuk lumpur (Usman *et al.*, 2013).

**Tabel 2.** Data Hasil Pengukuran kadar Timbal (Pb) dalam Air dan Sedimen

Lokasi	Kadar Timbal (ppm)		Baku Mutu* (ppm)	
	Air	Sedimen	Air	Sedimen
Titik 1	0,2476	0,0121		
Titik 2	0,1546	0,0741	0,008	30,2
Titik 3	0,2104	0,1546		
Rata-rata	0,2042	0,0803		

\*Baku mutu air menurut KMNLH No.51 Tahun 2004

Baku mutu sedimen menurut (CCME) *Canadian Council of Ministers for the Environment*

Kadar Pb di air laut Pantai Sampur pada semua titik sudah melewati baku mutu yang ditetapkan (Tabel 2). Hal ini diduga dipengaruhi karena adanya aktivitas penambangan timah yang masih aktif beroperasi di lokasi tersebut. Penelitian Prianto & Husnah (2009) menunjukkan bahwa limbah cair hasil penambangan timah mengandung Pb hingga konsentrasi 0,095 ppm. Penelitian Komalasari (2019) juga menunjukkan bahwa kadar Pb pada perairan yang dekat dengan aktivitas penambangan timah tradisional sudah melewati baku mutu (0,1042-0,1748 ppm). Hasil analisis Korelasi Pearson menunjukkan bahwa tidak ada korelasi/pengaruh antara jarak (lokasi penambangan timah) terhadap kadar logam Pb dalam air laut Pantai Sampur (Sig. 0,740). Amin *et al.* (2011) menyatakan bahwa kandungan logam berat pada sampel air dapat berubah-ubah dalam waktu yang relatif singkat disebabkan oleh mobilitas air yang tinggi dan pengaruh pertukaran air di perairan. Kadar Pb yang tinggi dalam perairan dapat menyebabkan toksisitas terhadap biota perairan. Penelitian Triadayani *et al.* (2010) menunjukkan bahwa paparan Pb konsentrasi 0,15 ppm dapat menyebabkan kerusakan pada sel hati ikan.

Kadar Pb pada sedimen jauh lebih rendah dibandingkan baku mutu yang ditetapkan (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan logam Pb di sedimen Pantai Sampur masih berada pada kisaran normal. Hasil analisis Korelasi Pearson menunjukkan bahwa semakin jauh jarak (lokasi penambangan timah) maka semakin rendah kandungan logam Pb dalam sedimen Pantai Sampur (koefisien korelasi -0,997). Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa pola sebaran Pb dalam sedimen diketahui bersifat lokal, sehingga stasiun yang paling dekat dengan sumber pencemar memiliki kandungan logam berat paling tinggi (Susantoro & Andayani, 2019; Usman *et al.*, 2013). Hasil penelitian (Nguyen & Volkova, 2018) menunjukkan bahwa distribusi Pb di perairan dan sedimen dapat menyebar hingga jarak 40 km dari titik awal pencemaran dan semakin jauh jarak maka konsentrasi Pb dalam sedimen akan semakin rendah.

#### *Kepadatan Populasi Bakteri*

Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan bahwa data antar ulangan pada setiap titik tidak berbeda nyata (Sig. > 0,05). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri tersebar homogen pada setiap ulangan pengambilan sampel. Perhitungan jumlah bakteri (Tabel 3) menunjukkan bahwa kepadatan bakteri tertinggi ada pada titik 1, yaitu titik yang paling dekat dengan tepi pantai. Kepadatan bakteri tertinggi ke-dua ada pada titik 2 dan yang terendah ada pada titik 3. Hal ini diduga dipengaruhi oleh kandungan Pb pada sedimen. Hal ini didukung dengan hasil uji Korelasi Pearson yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan logam Pb dalam sedimen Pantai Sampur maka jumlah bakteri akan semakin rendah (koefisien korelasi -0,772).

Timbal merupakan salah satu logam berat yang bersifat toksik bagi makhluk hidup. Pb dapat merusak struktur protein dan asam nukleat, serta menghambat kerja enzim, proses transkripsi dan fosforilasi oksidatif (Fashola *et al.*, 2016). Hal inilah yang menyebabkan sedimen dengan konsentrasi Pb lebih tinggi (titik 3) memiliki jumlah bakteri lebih sedikit. Semakin besar konsentrasi suatu logam maka semakin banyak juga kerusakan yang ditimbulkan dalam sel bakteri.

Selain itu, faktor abiotik seperti suhu, pH, kadar oksigen terlarut, dan salinitas (Tabel 1) juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Suhu sedimen berada pada kisaran 25°C dan masih dapat mendukung pertumbuhan bakteri terutama kelompok mesofilik (Lisdayanti, 2013). Sementara itu, pH perairan Pantai Sampur termasuk normal (kisaran 7-8) dan masih dapat mendukung pertumbuhan bakteri air yang umumnya hidup optimum pada pH 6-8 (Mudatsir, 2007). Nilai DO perairan Pantai Sampur diketahui sangat rendah yaitu 0,1 ppm (Tabel 2). Menurut Mudatsir (2007), jika kadar DO air mendekati nol, maka mikroorganisme yang berperan dalam perombakan adalah mikroorganisme anaerobik. Sementara itu, salinitas perairan berkisar 35- 37 ‰ dan masih dapat mendukung pertumbuhan bakteri laut yang umumnya halofilik (Lisdayanti, 2013).

**Tabel 3.** Data Jumlah Bakteri Hasil Isolasi

Lokasi	Ulangan	Jumlah Bakteri (CFU/mg)	Rata-rata Jumlah Bakteri (CFU/mg)
Titik 1	1	2,3.10 <sup>6</sup> ± 0,7*	3.10 <sup>6</sup> ± 0,8*
	2	3,9.10 <sup>6</sup> ± 0,7*	
	3	2,9.10 <sup>6</sup> ± 0,3*	
Titik 2	1	3,8.10 <sup>6</sup> ± 0,2*	2,6.10 <sup>6</sup> ± 1,0*
	2	2,3.10 <sup>6</sup> ± 0,5*	
	3	1,8.10 <sup>6</sup> ± 0,2*	
Titik 3	1	1,2.10 <sup>6</sup> ± 0,7*	1,1.10 <sup>6</sup> ± 0,1*
	2	1,0.10 <sup>6</sup> ± 0,1*	
	3	1,2.10 <sup>6</sup> ± 0,1*	

Keterangan : \*Standar Deviasi

#### Resistensi Bakteri Terhadap Pb

Resistensi logam berat merupakan kemampuan mikro-organisme untuk mengembangkan daya tahan terhadap ion logam berat yang toksik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 13 isolat yang diuji, terdapat 7 isolat yang resisten terhadap Timbal pada konsentrasi 100 ppm, yaitu isolat I2, I3, I7, I9, I10, I12, dan I13. Penelitian sebelumnya oleh Lingga & Afriyansyah (2020) telah berhasil mendapatkan 3 isolat bakteri potensial dari lokasi yang sama yaitu isolat B6, B8, dan A10 yang resisten terhadap logam berat Cu 100 ppm.

Mekanisme resistensi bakteri terhadap logam berat secara umum terbagi menjadi mekanisme ekstraseluler dan intraseluler. Mekanisme ekstraseluler berperan dalam mencegah masuknya logam berat ke dalam sel bakteri, yaitu dengan menghasilkan polimer ekstraseluler dan menggunakan dinding sel untuk mengikat ion logam di luar sel. Sementara itu, mekanisme intraseluler berperan dalam mencegah ion logam mengganggu metabolisme sel bakteri, yaitu dengan menghasilkan enzim fosfatase dan *Methallothienins* (MTs) yang dapat mengikat ion logam di dalam sel (Rohmah, 2017).

**Tabel 4.** Resistensi bakteri sedimen terhadap berbagai konsentrasi logam Pb

Nama Isolat	Hasil Uji Resistensi				
	10 ppm	20 ppm	40 ppm	80 ppm	100 ppm
I 2	+	+	+	+	+
I 3	+	+	+	+	+
I 7	+	+	+	+	+
I 9	+	+	+	+	+
I 10	+	+	+	+	+
I 12	+	+	+	+	+
I 13	+	+	+	+	+
I 1	+	+	+	-	-
I 4	+	+	+	-	-
I 6	+	+	-	-	-
I 8	+	+	-	-	-
I 5	-	-	-	-	-
I 11	-	-	-	-	-

Keterangan : (+) resisten, (-) tidak resisten

#### Identifikasi Bakteri

Berdasarkan hasil identifikasi terhadap tujuh isolat bakteri yang resisten Pb 100 ppm

diperoleh 5 genus bakteri yaitu *Alcaligenes*, *Meniscus*, *Neisseria*, *Erythrobacter*, dan *Alteromonas*.

**Tabel 5.** Hasil Identifikasi Isolat Bakteri Sedimen

Karakteristik	Isolat						
	I 2	I 3	I 7	I 9	I 10	I 12	I 13
<b>Makroskopis</b>							
-Warna	Krem	Putih	Kuning	Putih	Putih	Oranye	Putih
-Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat	Bulat	Tidak beraturan	Bulat	Tidak beraturan
-Elevasi	Cembun	Cembun	Cembun	Timbul	Datar	Timbul	Datar
-Margin	Tidak beraturan	Licin	Licin	Licin	Tidak beraturan	Licin	Berombak
<b>Mikroskopis</b>							
-Bentuk sel	Batang	Batang	Bulat	Batang	Bulat	Batang	Batang
-Gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
<b>Fisiologis</b>							
-Simon	-	-	-	-	-	-	+
-Indol	-	-	-	-	-	-	-
-Motil	+	-	+	-	-	+	+
-H <sub>2</sub> S	-	-	-	-	-	-	-
-MR	-	-	-	-	-	-	-
-VP	-	-	-	-	-	-	-
-Katalase	+	-	+	-	-	+	-
<b>Fermentasi</b>							
-Glukosa	+	+	+	+	+	+	+
-Laktosa	+	+	+	+	+	+	-
-Sukrosa	+	+	+	+	+	+	-
<b>Genus</b>	<i>Alcali-Genes</i>	<i>Menis-Cus</i>	<i>Alcali-Genes</i>	<i>Menis-cus</i>	<i>Neis-Seria</i>	<i>Erythro-bacter</i>	<i>Altero-Monas</i>

Keterangan : (-) = hasil uji negatif, (+) = hasil uji positif

Isolat I 3 dan I 9 memiliki karakteristik yang mirip dengan genus *Meniscus*, yaitu bakteri gram negatif, berbentuk batang, tidak motil, fermentasi karbohidrat menghasilkan asam dan tidak menghasilkan gas, serta menunjukkan katalase dan oksidase negatif (*Bergey's Manual Determinative Bacteriology 9th Edition*). Bakteri ini memiliki koloni berwarna putih tulang berbentuk bulat, margin smooth, dan elevasi convex, serta menunjukkan hasil negatif terhadap uji indol, H<sub>2</sub>S, reduksi nitrat, dan urease.

Isolat I 10 memiliki karakteristik yang mirip dengan genus *Neisseria*, yaitu bakteri gram negatif berbentuk kokus kecuali *N. elongata* berbentuk basil, bersifat tidak motil, katalase positif atau negatif, serta fermentasi karbohidrat dapat atau tidak dapat menghasilkan asam (TSIA +/-) (*Bergey's Manual Determinative Bacteriology 9th Edition*).

Isolat I 12 memiliki karakteristik mirip dengan genus *Erythrobacter*, yaitu bakteri dengan koloni berwarna oranye karena adanya pigmen Carotenoid dan termasuk bakteri gram negatif berbentuk basil, bersifat motil, katalase positif, serta MR dan VP negatif (*Bergey's Manual Determinative Bacteriology 9th Edition*). Jung *et al.* (2012) melaporkan bahwa *Erythrobacter* memproduksi asam dari fermentasi karbohidrat

(TSIA positif), H<sub>2</sub>S negatif, uji sitrat negatif dan memproduksi pigmen Carotenoid.

Isolat I 13 memiliki karakteristik yang mirip dengan genus *Alteromonas*, yaitu bakteri gram negatif berbentuk basil, bersifat motil dan biasanya ditemukan pada laut terbuka. Bakteri ini membutuhkan bahan dasar berupa air laut untuk dapat tumbuh (*Bergey's Manual Determinative Bacteriology 9th Edition*). Bakteri ini menunjukkan hasil negatif pada uji katalase dan oksidase, dapat memfermentasi glukosa namun tidak untuk sukrosa dan laktosa, serta menunjukkan hasil negatif pada uji MR, Indol, dan sitrat (Sardiani *et al.*, 2015).

### Kesimpulan

Kadar Timbal (Pb) dalam air laut lebih tinggi dibandingkan sedimen dan sudah melebihi baku mutu. Sementara itu, untuk kadar Pb dalam sedimen masih berada pada kisaran normal. Semakin jauh jarak dari lokasi penambangan maka kadar Pb sedimen akan semakin rendah. Jumlah bakteri di sedimen perairan Pantai Sampur berkisar  $1,1 \cdot 10^6 - 3,4 \cdot 10^6$  CFU/g dan berbeda-beda pada setiap titik pengambilan sampel dipengaruhi oleh kadar Pb dalam sedimen, dimana semakin tinggi kadar Pb maka jumlah bakteri akan semakin rendah. Ditemukan 7 isolat bakteri yang resisten

terhadap Pb pada konsentrasi 100 ppm dan diduga merupakan bakteri dari genus *Alcaligenes*, *Meniscus*, *Neisseria*, *Erythrobacter*, dan *Alteromonas*.

#### Daftar putaka

- Amin, B., Afriyani, E., & Saputra, M. A. (2011). Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*, 2(1), 1–8.
- Christita, M., Iwanuddin, Kafiar, Y., Supratman, T., & Mokodompit, H. S. (2018). Identifikasi Bakteri Pada Air Dari Lahan Bekas Tambang Nikel Di Halmahera Timur. *Jurnal Wasian*, 5(1), 35–42.
- Dede, H. (2020). 30 Ponton TI Rajuk Kepung Areal Tangkap Nelayan Sampur. <https://www.wowbabel.com>
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Fashola, M., Ngole-jame, V., & Babalola, O. (2016). Heavy Metal Pollution from Gold Mines: Environmental Effect and Bacterial Strategies For Resistance. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13(1), 1047–1067.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., & Maury, H. K. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–43. <https://doi.org/10.14710/jil.16.135-43>
- Ingraini, M. (2014). Efektivitas Pengikatan Logam Pb Oleh Bakteri *Bacillus subtilis*. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 4(2), 152–156.
- Jung, Y., Park, S., Oh, T., & Yoon, J. (2012). *Erythrobacter marinus* sp. nov., isolated from seawater. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 62, 2050–2055. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.034702-0>
- Komalasari, A., Afriyansyah, B., & Ihsan, M. (2019). Bioakumulasi Logam Berat Pb dan Cu terhadap *Penaeus merguensis* di Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(1), 1–8.
- Lingga, R., & Afriyansyah, B. (2020). Identifikasi Bakteri Resisten Cu dari Sedimen Laut Terdampak Aktivitas Tambang Timah. *Jurnal Pendidikan Biologi Nukleus*, 6(2), 112–119.
- Lisdayanti, E. (2013). *Potensi Antibakteri dari Bakteri Asosiasi Lamun (Seagrass) Dari Pulau Bonebatang Perairan Kota Makassar*. Universitas Hasanudin.
- Mentari, Umroh, & Kurniawan. (2017). Pengaruh Aktivitas Penambangan Timah Terhadap Kualitas Air Di Sungai Baturusa Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(2), 23–30.
- Mudatsir. (2007). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Mikroba Dalam Air. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 7(1), 23–29.
- Nguyen, N., & Volkova, I. (2018). Mathematical Modelling for Distribution of Heavy Metals in Estuary Area of Red River ( Vietnam ). *Journal of Physics*, 1015, 1–6.
- Prianto, E., & Husnah. (2009). Penambangan timah Inkonsvensional: Dampaknya Terhadap Kerusakan Biodiversitas Perairan Umum di Pulau Bangka. *Bawal*, 2(5), 193–198.
- Rohmah, N. S. (2017). *Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Timbal (Pb) Dari Lumpur Lapindo*. Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rompas. (2010). *Toksikologi Kelautan*. Sekretariat Dewan Kelautan Indonesia.
- Salim, Z., & Munadi, E. (2016). *Info Komoditi Tanah*. Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan.
- Santosa, R. W. (2013). Dampak Pencemaran Lingkungan Laut Oleh Perusahaan Pertambangan Terhadap Nelayan Tradisional. *Lex Administratum*, 1(2), 65–78.
- Sardiani, N., Litaay, M., Budji, R. G., Priosambodo, D., Syahribulan, & Dwyana, Z. (2015). Potensi Tunikata *Rhopalaea* sp Sebagai Sumber Inokulum Bakteri Endosimbion Penghasil Antibakteri. *Jurnal Alam Dan Lingkungan*, 6(11), 1–11.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203–112.
- Sujitno, S. (2015). *Timah Indonesia sepanjang Sejarah*. PT.Timah (Persero) TBK.
- Sukarman, & Gani, R. A. (2017). Lahan Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka dan Belitung, Indonesia dan Kesesuaiannya untuk Komoditas Pertanian. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(2), 101–112.
- Susantoro, M. T., & Andayani, A. (2019). Kontaminasi Logam Berat di Kawasan Pesisir Tanjung Selor Kalimantan Utara. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.14203/oldi.2019.v4i1.181>
- Thoyib, H., Setyaningsih, R., & Suranto. (2017). Seleksi dan Identifikasi Bakteri Alkalifilik Penghasil Xilanase dari Tanah Bukit Krakitan, Bayat, Klaten. *Bioteknologi*, 4(1), 6–12. <https://doi.org/10.13057/biotek/c040102>
- Triadayani, A. E., Aryawati, R., & Diansyah, G. (2010). Pengaruh logam timbal ( pb ) terhadap jaringan hati ikan kerapu bebek ( *Cromileptes altivelis* ). *Maspari Journal*, 01,



42-47.  
Usman, S., Nafie, N. La, & Ramang, M. (2013).  
Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb dalam

Air , Sedimen dan Ikan Merah ( *Lutjanus erythropterus* ) di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare. *Marina Chimica Acta*, 14(2), 49-55.