

ISOLASI DAN KELIMPAHAN BAKTERI SEDIMEN MANGROVE DI PANTAI TIRANG, KOTA SEMARANG

Isolation and Abundance of Mangrove Sediment Bacteria at Tirang Beach, Semarang

Zalfa Langgeng Fadhila¹, Aninditia Sabdaningsih¹, Diah Ayuningrum¹, Oktavianto Eko Jati¹

¹Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax: 024-76480685

Email: zalfalafadh@gmail.com, aninditiasabdaningsih@live.undip.ac.id, diahayuningrum21@lecturer.undip.ac.id,
oktavianto.ekojati@live.undip.ac.id

Diserahkan tanggal: 12 Agustus 2023, Revisi diterima tanggal: 12 September 2023

ABSTRAK

Ekosistem mangrove merupakan kawasan produktif di daerah pesisir pantai yang dipengaruhi oleh adanya pasang surut dan memiliki keanekaragaman hayati tinggi termasuk mikroba. Sumber karbon organik yang ada pada sedimen mangrove berasal dari detritus makhluk hidup baik hewan maupun tumbuhan dan adanya aktivitas antropogenik. Bakteri pada sedimen mangrove membantu dalam transfer bahan organik pada proses dekomposisi serasah mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan bakteri dan jumlah isolat bakteri yang didapatkan dari isolasi bakteri sedimen ekosistem mangrove Pantai Tirang, Semarang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2022 - Maret 2023. Metode yang digunakan yaitu deskriptif eksploratif dan metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Sampel sedimen mangrove diambil pada 3 stasiun yang berada di dekat pemukiman, dekat tambak dan dekat dengaurian muara. Hasil kelimpahan bakteri tertinggi terdapat pada stasiun dekat pemukiman sebesar $4,3 \times 10^4$ CFU/mL dan kelimpahan terendah pada stasiun dekat tambak sebesar $8,9 \times 10^3$ CFU/mL. Hasil isolasi bakteri didapatkan sebanyak 32 isolat bakteri, dimana pada stasiun dekat pemukiman didapatkan sebanyak 14 isolat, stasiun dekat tambak sebanyak 8 isolat, dan stasiun dekat muara sebanyak 10 isolat dengan karakteristik morfologi yang berbeda.

Kata Kunci: Bakteri, Mangrove, Sedimen

ABSTRACT

Mangrove ecosystems are productive areas in coastal areas that are influenced by tides and have high biodiversity including microbes. Organic carbon sources in mangrove sediments come from animal and plant detritus and anthropogenic activities. Bacteria in mangrove sediments help in the transfer of organic matter in the process of mangrove litter decomposition. This study aims to determine the abundance of bacteria and the number of bacterial isolates obtained from bacterial isolation of mangrove ecosystem sediments of Tirang Beach, Semarang. The research was conducted in December 2022 - March 2023. The method used was descriptive exploratory and the sampling method used was purposive sampling. Mangrove sediment samples were taken at 3 stations located near settlements, near ponds and close to the estuary. Based on the results of the study, the highest bacterial abundance was found at stations near settlement at 4.3×10^4 CFU/mL and the lowest abundance at stations near ponds at 8.9×10^3 CFU/mL. The results of bacterial isolation obtained were 32 bacterial isolates, of which 14 isolates were obtained at station near settlements, 8 isolates at stations near ponds, and 10 isolates at stations near estuaries with different morphological characteristics.

Keywords: Bacteria, Mangrove, Sediment

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir adalah suatu kawasan peralihan antara wilayah daratan dengan lautan dimana terdapat berbagai macam ekosistem sebagai zona penting, salah satunya yaitu ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove merupakan kawasan produktif di daerah pesisir pantai yang dipengaruhi oleh adanya pasang surut dan memiliki keanekaragaman hayati tinggi. Mangrove memiliki fungsi penting secara ekologis, biologis, dan ekonomis. Fungsi hutan mangrove sebagai pembatas antara ekosistem daratan dan laut yang menjadi salah satu tempat untuk kelompok mikroorganisme seperti bakteri dalam berkembang biak (Behera et al. 2016).

Mangrove memiliki peran sebagai penyimpan dan penyerap karbon serta memiliki kontribusi besar sebagai sumber karbon organik. Sumber karbon organik mangrove terdapat pada bagian sedimen. Karbon organik ini dapat berasal dari detritus makhluk hidup baik hewan maupun tumbuhan dan adanya aktivitas antropogenik. Serasah mangrove yang berasal dari daun dan ranting vegetasi mangrove yang jatuh ke tanah akan terdekomposisi oleh adanya bantuan bakteri. Menurut Yulma et al. (2017), bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang membantu dalam proses dekomposisi serasah mangrove yang kemudian menghasilkan bahan organik yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lainnya.

Pantai Tirang merupakan salah satu tempat wisata yang ada di Pesisir Kota Semarang. Pantai ini cukup strategis, dekat dengan pusat keramaian, dan pemukiman penduduk. Selain itu, Pantai Tirang memiliki berbagai aktivitas menarik dan ditumbuhi oleh tumbuhan mangrove. Pantai Tirang juga dimanfaatkan masyarakat untuk kegiatan tambak perikanan. Aktivitas manusia serta kerapatan vegetasi mangrove berpotensi dalam mempengaruhi jumlah total bahan organik dalam mangrove (Ismoyo et al. 2017). Beragam aktivitas yang ada di sekitar Pantai Tirang ini dapat mempengaruhi besarnya masukan bahan organik pada sedimen mangrove, yang kemudian dapat mempengaruhi keberagaman bakteri pada sedimen mangrove. Keberagaman bakteri yang berasal dari sedimen mangrove ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam industri bioteknologi, sehingga perlu dilakukan penelitian terkait Isolasi Bakteri Sedimen Mangrove di Pantai Tirang, Kecamatan Tugu, Kota Semarang.

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelimpahan bakteri dan mengisolasi bakteri sedimen mangrove di Pantai Tirang, Kota Semarang untuk mengetahui jumlah isolat bakteri yang didapatkan.

METODE PENELITIAN

Materi

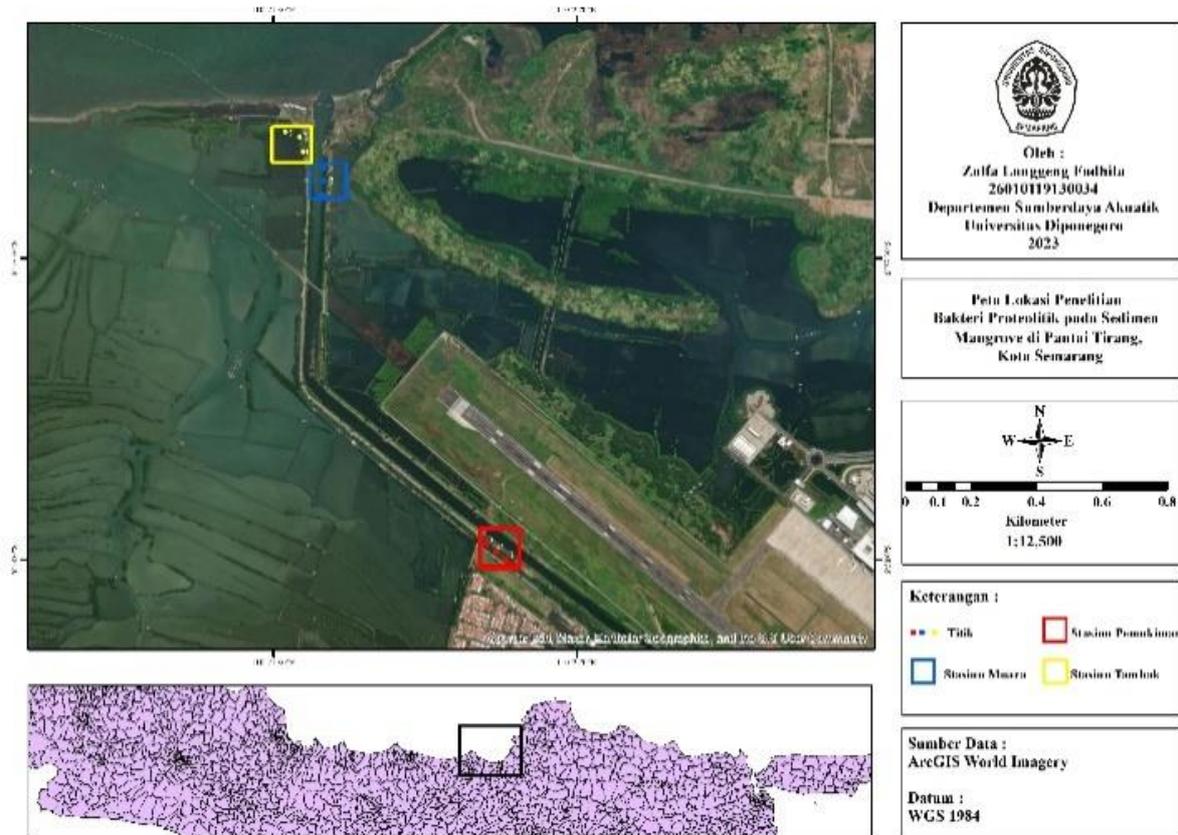
Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel sedimen mangrove Pantai Tirang, Semarang. Alat yang digunakan pada saat pengambilan sampel terdiri atas *sediment core* modifikasi untuk mengambil sampel sedimen, plastik *zipper* dan *coolbox* sebagai wadah untuk menyimpan sampel sedimen sementara untuk dibawa ke laboratorium, papan jalan dan alat tulis untuk membantu dalam mencatat hasil data pengamatan, label digunakan untuk menamai kode sampel. Termometer, pH *soil* dan refraktometer sebagai alat pengukur parameter lingkungan. Beberapa alat yang digunakan dalam menganalisis sampel bakteri di laboratorium yaitu gelas *beaker*, gelas ukur, tabung reaksi, erlenmeyer, timbangan elektrik, *hot plate magnetic stirrer*, *vortex*, bunsen, mikrotip, mikropipet, jarum ose, plastik *wrap*, dan kamera. Autoklaf untuk mensterilkan alat dan media yang akan digunakan. Cawan petri digunakan sebagai tempat pertumbuhan bakteri. *Laminar Air Flow* (LAF) merupakan meja kerja steril yang digunakan pada saat menuangkan media, kegiatan penanaman dan mengisolasi bakteri. Bahan yang digunakan yaitu air laut, akuades, *peptone* (Himedia), *yeast extract* (Himedia), agar (Himedia), *nystatin* (Novell), alkohol 70% dan spiritus.

Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif eksploratif. Metode ini bertujuan untuk memberikan gambaran terkait bakteri yang ada pada sedimen di Pantai Tirang, Semarang. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling*. *Sampling purposive* merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan sampel yang diambil dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2016). Sampel sedimen diambil pada tiga stasiun, yaitu di dekat pemukiman, tambak, dan muara. Tiap stasiun diambil sebanyak tiga titik pada area yang terdapat banyak serasah daun yang jatuh ke tanah.

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 – Maret 2023. Lokasi pengambilan sampel di Pantai Tirang, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Isolasi bakteri dilakukan di Laboratorium *Tropical Marine Biotechnology*, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Prosedur penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini berupa data pengukuran parameter lingkungan dan hasil isolasi bakteri dari sedimen mangrove Pantai Tirang, Semarang. Parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu, pH, dan salinitas. Beberapa tahap yang perlu dilakukan hingga mendapatkan isolat bakteri murni dimulai dari pengambilan sampel sedimen, pembuatan media, isolasi, purifikasi dan karakterisasi morfologi.

Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen mangrove menggunakan alat *sediment core* modifikasi dengan cara ditancapkan ke dalam tanah hingga kedalaman kurang lebih 10 cm. Setelah itu alat diangkat dan sampel sedimen dimasukkan ke dalam plastik *zipper* yang telah diberi kode penamaan pada label yang telah disterilkan sebelumnya dengan lampu UV, kemudian sampel sedimen dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk dibawa ke laboratorium.

Pembuatan Media

Media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri pada penelitian ini yaitu media *peptone yeast agar* (PYA). Bahan yang akan digunakan untuk membuat media perlu ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan elektrik. Komposisi bahan terdiri atas *peptone* 2,5 gram, *yeast extract* 0,5 gram, *agar* 15 gram dan dilarutkan dalam 1000 mL pelarut (Ayuningrum et al. 2020). Pelarut yang digunakan

akuades dan air laut dengan perbandingan volume 1:1. Kadar salinitas pada pelarut telah disesuaikan berdasarkan lingkungannya. Media yang telah dibuat dihomogenkan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* dengan bantuan *stir bar*. Alat dan media PYA yang akan digunakan perlu disterilkan terlebih dahulu menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 20 menit. Sebelum penuangan media pada cawan petri, perlu ditambahkan *nystatin* 0,1% untuk menghindari adanya kontaminasi jamur pada media.

Isolasi

Sebelum mengisolasi bakteri, perlu dilakukan pengenceran bertingkat terlebih dahulu pada sampel sedimen dengan tujuan untuk mengurangi jumlah mikroba pada sampel agar lebih mudah pada saat menghitung jumlah koloni. Menurut David and Davidson (2014), tujuan pengenceran bertingkat untuk memperkirakan konsentrasi bakteri dari suatu sampel dalam menghitung jumlah koloni yang dibiakkan. Pengenceran bertingkat dilakukan hingga 10^{-3} . Pengenceran dilakukan dengan perbandingan 1:9, sebanyak 1gram sampel sedimen basah dilarutkan dalam 9 mL air laut dan akuades steril dengan volume 1:1 yang telah disesuaikan salinitasnya dengan lingkungan mangrove pada tabung reaksi.

Perhitungan jumlah koloni bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Syarat perhitungan jumlah koloni berdasarkan SNI 01-2332.3-2006 berkisar antara 20 – 250. Jumlah koloni

per cawan >250, maka hasilnya terlalu banyak untuk dihitung (TBUD). Menurut Putri dan Kurnia (2018), perhitungan jumlah koloni menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$N \text{ (CFU/mL)} = \text{jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Keterangan :

N = jumlah koloni
Faktor pengenceran = Pengenceran x jumlah yang ditumbuhkan

Isolasi bakteri dilakukan dengan metode tuang (*pour plate*). Sebanyak 1 mL diambil dari tiap hasil tingkat pengenceran menggunakan mikropipet dan mikrotip lalu dimasukkan ke cawan petri steril. Selanjutnya media PYA dituang ke dalam cawan petri dan dihomogenkan dengan pergerakan cawan membentuk angka 8. Setelah mengeras, cawan petri dibalut dengan plastik *wrap* dan diletakkan dalam posisi terbalik. Selanjutnya perlu dilakukan inkubasi selama 2 x 24 jam pada suhu ruang (Zebua et al. 2020).

Purifikasi

Purifikasi merupakan suatu proses pemisahan koloni bakteri untuk mendapatkan biakan murni. Proses purifikasi bakteri menggunakan metode gores (*streak plate*). Pemurnian bakteri dilakukan dengan menginokulasikan bakteri pada media baru menggunakan jarum ose yang telah dipanaskan di atas bunsen dengan metode goresan kuadran. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang (28±2°C) selama 48 jam.

Karakterisasi Morfologi

Koloni tunggal yang terbentuk pada cawan petri diamati secara makroskopik. Identifikasi morfologi yang diamati secara makroskopik berdasarkan American Type Culture Collection (2015) meliputi bentuk, *margin*, elevasi dan warna. Terdapat berbagai macam bentuk bakteri, seperti *circular*, *rhizoid*, *irregular*, *filamentous*, dan *spindle*. *Margin* atau bagian tepi terdiri atas *entire*, *undulate*, *filamentous*, *curled*, *rhizoid* dan *lobate*. Jenis elevasi yaitu *flat*, *raised*, *convex*, *pulvinate* dan *umbonate*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kualitas Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan yang telah dilakukan yaitu pengukuran suhu, tingkat keasaman (pH), dan salinitas. Pengukuran dilakukan pada tiga stasiun, yaitu stasiun dekat pemukiman, tambak, dan muara. Hasil pengukuran parameter lingkungan tersaji pada Tabel 1. Nilai suhu air rata-rata pada stasiun dekat pemukiman dan stasiun dekat tambak sebesar 32,33°C, stasiun dekat muara sebesar 29,33°C. Suhu

tanah stasiun dekat pemukiman memiliki rata-rata sebesar 29,67°C, stasiun dekat tambak sebesar 32°C, dan stasiun dekat muara sebesar 29°C. Stasiun dekat tambak memiliki nilai suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua stasiun lainnya. Nilai rata-rata pH yang didapatkan dari ketiga stasiun yaitu sekitar 6,67 – 6,77 yang termasuk pH asam. Nilai rata-rata salinitas yang telah diukur pada stasiun dekat pemukiman, dekat tambak, dan dekat muara didapatkan sebesar 7 – 24‰, dimana nilai rata-rata salinitas tertinggi terdapat pada stasiun dekat tambak dan nilai rata-rata salinitas terendah terdapat pada stasiun dekat pemukiman.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter lingkungan

No	Parameter Lingkungan	Stasiun		
		P	T	M
1	Suhu Air (°C)	32,33	32,33	29,33
2	Suhu Tanah (°C)	29,67	32	29
3	pH	6,67	6,72	6,77
4	Salinitas (‰)	7	24	22,33

Keterangan : P = Pemukiman, T = Tambak, M = Muara

Berdasarkan hasil pengukuran parameter lingkungan yang didapatkan, nilai rata-rata suhu air pada ketiga stasiun yaitu berkisar 29,33°C - 32,33°C dan nilai rata-rata suhu tanah sebesar 29°C - 32°C. Nilai suhu yang didapatkan pada penelitian ini tergolong baik untuk pertumbuhan bakteri. Menurut Sila et al. (2022), bakteri dapat hidup pada rentang suhu 0°C - 45°C. Suhu optimal untuk pertumbuhan bakteri yaitu antara 25°C hingga 35°C. Hasil data parameter suhu yang didapatkan memenuhi standar baku mutu kualitas air pada ekosistem mangrove berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada Lampiran VIII, bahwa suhu pada ekosistem mangrove untuk kehidupan biota laut sebesar 28 - 32°C. Nilai rata-rata suhu air dan tanah terendah terdapat pada stasiun dekat muara, sedangkan nilai rata-rata suhu tertinggi terdapat pada stasiun dekat tambak karena pada saat melakukan pengukuran suhu pada stasiun dekat muara dilakukan pada pagi hari, sedangkan pada stasiun dekat tambak pada siang hari sehingga nilai rata-rata suhu meningkat menjadi lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Sidabutar et al. (2019), bahwa faktor yang dapat mempengaruhi tingginya suhu perairan yaitu intensitas cahaya matahari.

Nilai pH yang diukur pada ekosistem mangrove di Pantai Tirang, Kota Semarang memiliki rata-rata berkisar antara 6,67 – 6,77. Nilai pH ini baik untuk pertumbuhan mangrove dan bakteri. Nilai pH optimal pertumbuhan bakteri berkisar antara 6,5 hingga 7,5 (Fajar et al., 2022). Pertumbuhan mangrove dapat dikatakan baik apabila memiliki nilai pH kisaran 6,5 hingga 8,5 (Baksir et al., 2018).

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Total Plate Count* (TPC)

Stasiun	TPC Dekat Pemukiman (\bar{x} TPC (CFU/mL))	Dekat Tambak (\bar{x} TPC (CFU/mL))	Dekat Muara (\bar{x} TPC (CFU/mL))
1	$3,1 \times 10^4$	$4,1 \times 10^3$	$5,3 \times 10^4$
2	$5,8 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$
3	$4,3 \times 10^4$	$8,9 \times 10^3$	$3,9 \times 10^4$
	$3,9 \times 10^4$	$3,6 \times 10^3$	$3,5 \times 10^4$

Hasil pengukuran salinitas pada ekosistem mangrove di Pantai Tirang memiliki nilai rata-rata sebesar 7‰ hingga 24‰. Nilai salinitas yang didapatkan pada ekosistem mangrove di Pantai Tirang ini jika dibandingkan dengan baku mutu air laut PP RI Nomor 22 Tahun 2021, nilai salinitas tersebut masih memenuhi baku mutu untuk mendukung kehidupan biota pada ekosistem mangrove yaitu sampai dengan 34‰. Nilai rata-rata salinitas terendah terdapat pada stasiun dekat pemukiman, hal ini dapat disebabkan oleh faktor jarak titik sampling stasiun dekat pemukiman cukup jauh dengan daerah pantai yaitu sekitar 1,49 km dan terdapat pengaruh dari masukan air darat yang berasal dari buangan perumahan yang ada di dekat lokasi. Stasiun dekat muara dan stasiun dekat tambak nilai rata-rata salinitas 22,33‰ dan 24‰ karena lokasinya yang cukup dekat dengan laut lepas. Menurut Indriatmoko (2016), adanya perubahan salinitas akibat adanya pengaruh air laut. Semakin dekat dengan pantai, maka nilai salinitas akan semakin meningkat.

Isolasi dan Purifikasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan setelah melakukan pengenceran bertingkat. Sebanyak 12 sampel sedimen mangrove yang telah diambil dari 3 titik pada 3 stasiun dilakukan pengenceran hingga tingkat ketiga (10^{-3}) sehingga terdapat 27 sampel yang akan diisolasi. Media yang digunakan untuk mengisolasi bakteri menggunakan media *peptone yeast agar* (PYA) sebagai media umum untuk menumbuhkan bakteri pada lingkungan bersalinitas tinggi agar mendapatkan berbagai jenis bakteri. Bakteri yang telah diisolasi pada media PYA kemudian dilakukan purifikasi untuk mendapatkan isolat murni. Hasil purifikasi bakteri yang telah didapatkan tersaji pada Tabel 3.

Hasil TPC yang didapatkan pada tiap stasiun memiliki rata-rata sebesar $4,3 \times 10^4$ pada stasiun dekat pemukiman, $8,9 \times 10^3$ pada stasiun dekat tambak, dan $3,9 \times 10^4$ pada stasiun dekat muara. Rata-rata TPC tertinggi terdapat pada stasiun P dengan hasil $4,3 \times 10^4$ CFU/mL, sedangkan rata-rata TPC terendah ada

pada stasiun tambak sebesar $8,9 \times 10^3$ CFU/mL. Tingginya populasi total bakteri dapat disebabkan karena adanya buangan limbah ke perairan yang berasal dari aktivitas penduduk. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mufaidah *et al.* (2016), bahwa total bakteri tertinggi yang didapatkan berasal dari stasiun pemukiman karena aliran air telah terkontaminasi oleh limbah domestik dari adanya kegiatan rumah tangga. Hasil perhitungan *Total Plate Count* (TPC) disajikan pada Tabel 2.

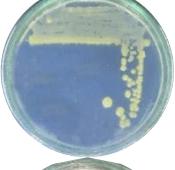
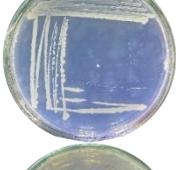
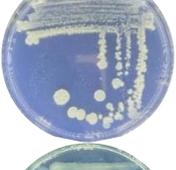
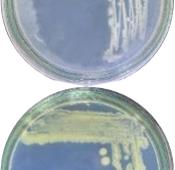
Berdasarkan hasil purifikasi didapatkan sebanyak 32 isolat bakteri murni. Stasiun dekat pemukiman terdapat 14 isolat, stasiun dekat tambak sebanyak 8 isolat, dan stasiun dekat muara terdapat 10 isolat bakteri. Banyak sedikitnya jumlah isolat yang ditemukan pada tiap stasiun dapat disebabkan oleh kandungan nutrisi yang ada pada sedimen. Semakin tinggi kandungan bahan organik yang ada, maka populasi bakteri juga akan semakin tinggi (Abna *et al.* 2020). Banyaknya jumlah isolat bakteri pada stasiun dekat pemukiman dapat disebabkan akibat adanya limpasan limbah dari kegiatan rumah tangga seperti sisa makanan yang mengandung bahan organik. Selain itu, faktor suhu, pH, dan kelembaban udara memiliki pengaruh penting terhadap pertumbuhan bakteri (Fajar *et al.* 2022).

Karakteristik Morfologi Bakteri

Isolat bakteri murni yang didapatkan dari hasil purifikasi kemudian dilakukan karakterisasi morfologi bakteri. Karakterisasi morfologi bakteri ini dilakukan secara makroskopik. Pengamatan morfologi terhadap 32 isolat bakteri meliputi bentuk, *margin*, *elevasi*, dan warna koloni. Hasil karakteristik morfologi koloni dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil karakterisasi morfologi pada Tabel 4 terlihat bahwa terdapat hasil morfologi koloni bakteri yang beragam. Secara keseluruhan, bentuk koloni bakteri yang dominan adalah *circular* atau bulat. Bentuk koloni bakteri lain yang ditemukan yaitu *rhizoid* dan *irregular*. *Margin* atau tepi paling banyak yaitu *entire* atau rata, tetapi ditemukan juga koloni bakteri bertepi *filamentous*, *lobate*, dan *curled*. Elevasi koloni bakteri ditemukan sangat bervariasi yaitu *flat*, *umbonate*, *raised*, *convex*, dan *pulvinate*. Koloni bakteri berwarna krem, putih, dan kuning. Tiap bakteri memiliki karakteristik morfologi yang berbeda. Dilakukannya pengamatan karakteristik morfologi koloni bakteri bertujuan untuk mempermudah pada saat proses identifikasi jenis bakteri (Lenni dan Yasmin, 2011).

Tabel 3. Hasil Purifikasi Isolat Bakteri

No	Kode Isolat	Gambar Isolat Bakteri	No	Kode Isolat	Gambar Isolat Bakteri	No	Kode Isolat	Gambar Isolat Bakteri
1	SP1.A1		11	SP3.B1		21	ST3.A1	
2	SP1.A2		12	SP3.B2		22	ST3.A2	
3	SP1.B1		13	SP3.C1		23	SM1.B3	
4	SP1.B2		14	SP3.C2		24	SM1.C1	
5	SP1.C1		15	ST1.A2		25	SM1.C2	
6	SP1.C2		16	ST1.B1		26	SM2.A2	
7	SP2.A1		17	ST1.B2		27	SM2.B1	
8	SP2.B1		18	ST2.A3		28	SM2.B2	
9	SP2.C1		19	ST2.B1		29	SM2.C1	
10	SP3.A2		20	ST2.C1		30	SM2.C2	

No	Kode Isolat	Gambar Isolat Bakteri	No	Kode Isolat	Gambar Isolat Bakteri
31	SM3.A2		32	SM3.C1	

Keterangan : S = Sedimen, Huruf kedua (P, T, M) = Stasiun (Dekat pemukiman, dekat tambak, dekat muara), Angka pertama (1,2,3) = Titik sampling, Huruf kedua setelah angka pertama (A, B, C) = Tingkat pengenceran (A = Pengenceran tingkat pertama, B = Pengenceran tingkat kedua, C = Pengenceran tingkat ketiga), Angka terakhir (1,2,3) = kode isolat bakteri yang telah murni.

Tabel 4. Karakteristik Morfologi Bakteri

Kode Isolat	Bentuk	Margin	Elevasi	Warna
SP1.A1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Umbonate</i>	Krem
SP1.A2	<i>Rhizoid</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	Putih
SP1.B1	<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Umbonate</i>	Kuning
SP1.B2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Krem
SP1.C1	<i>Circular</i>	<i>Lobate</i>	<i>Flat</i>	Kuning
SP1.C2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Kuning
SP2.A1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Krem
SP2.B1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning tipis
SP2.C1	<i>Irregular</i>	<i>Entire</i>	<i>Pulvinate</i>	Kuning
SP3.A2	<i>Irregular</i>	<i>Curled</i>	<i>Pulvinate</i>	Putih
SP3.B1	<i>Rhizoid</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	Putih
SP3.B2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Umbonate</i>	Krem
SP3.C1	<i>Circular</i>	<i>Curled</i>	<i>Raised</i>	Krem
SP3.C2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Umbonate</i>	Krem
ST1.A2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Pulvinate</i>	Putih
ST1.B1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Krem
ST1.B2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Flat</i>	Kuning tipis
ST2.A3	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Umbonate</i>	Putih
ST2.B1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Putih
ST2.C1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Kuning
ST3.A1	<i>Irregular</i>	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Krem
ST3.A2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Pulvinate</i>	Krem
SM1.B3	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Pulvinate</i>	Kuning
SM1.C1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	Putih
SM1.C2	<i>Circular</i>	<i>Curled</i>	<i>Flat</i>	Krem
SM2.A2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Krem
SM2.B1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Kuning gelap
SM2.B2	<i>Irregular</i>	<i>Curled</i>	<i>Raised</i>	Putih
SM2.C1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Kuning
SM2.C2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Krem
SM3.A2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Pulvinate</i>	Krem
SM3.C1	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	Krem

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang didapatkan yaitu hasil kelimpahan bakteri tertinggi terdapat pada stasiun dekat pemukiman sebesar $4,3 \times 10^4$ CFU/mL dan kelimpahan terendah pada stasiun dekat tambak sebesar $8,9 \times 10^3$ CFU/mL. Hasil isolasi dan purifikasi bakteri pada sedimen mangrove di Pantai Tirang, Kota Semarang diperoleh sebanyak 32 isolat bakteri, pada stasiun dekat pemukiman terdapat 14 isolat, stasiun dekat tambak sebanyak 8 isolat, dan stasiun dekat muara sebanyak 10 isolat yang dapat tumbuh pada media PYA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Diponegoro atas dana hibah yang telah diberikan dengan skema Riset Publikasi Internasional (RPI) dengan Nomor SK: 185-71/UN7.6.1/PP/2022. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, saran dan motivasi dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abna, I.M., P.G.M.W. Mahayasih, dan M. Amir. 2020. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Tanah di Kelurahan Kampung Melayu Jakarta Timur. *Archives Pharmacia*, 2(2) : 102-111.

American Type Culture Collection (ATCC). 2015. *Introduction to Microbiology*. University Blvd, Manassas.

Ayuningrum, D., R. Kristiana, dan M.A. Asagabaldan. 2020. Potensi Bakteri Asosiasi Tunikata sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri Guna Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Multidrug Resistant*. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2) : 102-107.

- Baksir, A., N. Akbar, I. Tahir, I. Haji, M. Ahmad, dan R. Kotta. 2018. Struktur Komunitas Hutan Mangrove di Pulau Sibul Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Enggano*, 3(2) : 178-196.
- Behera, B.C., S.K. Singdevsachan, R.R. Mishra, B.K. Sethi, S.K. Dutta, and H.N. Thatoi. 2016. *Phosphate Solubilising Bacteria from Mangrove Soils of Mahanadi River Delta, Odisha, India. World Journal of Agricultural Research*, 4(1): 18–23.
- David, A.B., and C.E. Davidson. 2014. *Estimation Method for Serial Dilution Experiments. Journal of Microbiological Methods*, 107: 214–21.
- Fajar, I., I.Y. Perwira dan N.M. Ernawati. 2022. Pengaruh Derajat Keasaman (pH) terhadap Pertumbuhan Bakteri Toleran Kromium Heksavalen dari Sedimen Mangrove di Muara Tukad Mati, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 5(1) : 1-6.
- Indriatmoko, R. H. 2016. Analisis Terhadap Perubahan Salinitas Air Tanah Dangkal pada Sistem Akuifer Tak Tertekan Cekungan Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 9(1): 37-46.
- Ismoyo, U., B. Hendarto, dan Suryanti. 2017. Analisis Bahan Organik dengan Kualitas Tanah Terhadap Ukuran Daun Bakau (*Rhizophora mucronata Lamk*) di Hutan Mangrove Desa Mojo, Ulujami, Pemalang. *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(2): 134-138.
- Lenni, F., dan Y. Yasmin. 2011. Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi*, 3(2) : 20-25.
- Mufaidah Z., Supriharyono dan M.R. Muskananfolo. 2016. Hubungan Kandungan Bahan Organik dengan Total Bakteri di Sedimen Muara Sungai Wisu, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(4) : 265-274.
- Putri, A. M., dan P. Kurnia. 2018. Identifikasi Keberadaan Bakteri *Coliform* dan Total Mikroba dalam Es DUNG-DUNG di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Media Gizi Indonesia*, 13(1): 41-48.
- Saraswati, N.L.G.R.A., Yulius, A. Rustam, H.L. Salim, A. Heriati, dan E. Mustikasari. 2017. Kajian Kualitas Air untuk Wisata Bahari di Pesisir Kecamatan Moyo Hilir dan Kecamatan Lape, Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Segara*, 13(1) : 37-47.
- Sidabutar, E.A., A. Sartimbul, dan M. Handayani. 2019. Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut Terhadap Kedalam di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1): 46- 52.
- Sila, N., A.B. Birawida, dan M.F. Natsir. 2022. Keberadaan Bakteri Pengurai Bahan Pencemar Organik pada Air Limbah Domestik Pulau Kodingareng. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 4(3): 44-51.
- Sugiyono. 2016. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta, Bandung.
- Yulma, B. Ihsan, Sunarti, E. Malasari, N. Wahyuni, dan Mursyban. 2017. Identifikasi Bakteri pada Serasah Daun Mangrove yang Terdekomposisi di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 2 : 28-33.
- Zebua, A.H.P., Nursyirwani, dan Feliatra. 2020. *Molecular Identification of Proteolytic Bacteria from Mangrove Sediment in Dumai Marine Station. Asian Journal of Aquatic Sciences*, 3(2): 179–88.