

Identification of Biofilm-Producing Bacteria From Nangka Island Marine Water in District of Bangka Tengah

Identifikasi Bakteri Pembentuk Biofilm Dari Perairan Pulau Nangka, Kabupaten Bangka Tengah

Robika, Rahmad Lingga(*), Budi Afriansyah

Jurusan Biologi Universitas Bangka Belitung, Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, *Corresponding author: linkgarahmad@gmail.com

Diterima 03 Februari 2022 dan disetujui 28 Februari 2022

Abstrak

Komunitas bakteri merupakan elemen penting dari sebuah ekosistem baik di darat maupun air. Pada ekosistem air, bakteri yang memiliki kemampuan dalam menghasilkan biofilm memiliki kelebihan karena dapat dengan mudah menempel pada suatu substrat. Adapun fungsi dari biofilm adalah membantu dalam penyerapan nutrisi dari air serta membantu bakteri bertahan dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi serta menguji potensi bakteri dalam membentuk biofilm secara invitro. Tahapan metodologisnya antara lain pengukuran parameter fisik-kimia perairan; isolasi dengan metode cawan tuang; karakterisasi dan identifikasi secara morfologi, biokimia dan pewarnaan Gram; serta pengujian aktivitas pembentukan biofilm dengan teknik pembacaan menggunakan *microplate reader*. Kelimpahan bakteri tertinggi $3,3 \times 10^6$ cfu/ml ditemukan pada titik 3 (substrat berlumpur). Isolat bakteri yang memiliki kemampuan tertinggi dalam membentuk biofilm secara invitro adalah isolat Bb3, Bb4 dan Bb1 dengan nilai masing-masing 0.3315, 0.2370) dan 0.2131. Bakteri yang berpotensi membentuk biofilm dari berbagai substrat di perairan pulau Nangka berasal dari kelompok *Alcaligenes* dan *Meniscus*. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bakteri dari substrat berbatu memiliki kemampuan dalam menghasilkan biofilm lebih baik dibandingkan isolat dari substrat lain.

Kata Kunci: Bangka Tengah, Bakteri, Biofilm, Identifikasi, Pulau Nangka

Abstract

*Bacterial community is an important element of an ecosystem both on land and in water. In aquatic ecosystems, bacteria that have the ability to produce biofilms have the advantage of being able to easily attach on a substrate. The main function of biofilm is assisting nutrition absorption from water and facilitating bacteria survivens from unfavorable environmental conditions. This research was conducted to isolate and identify and test the potential of bacteria to form biofilms in vitro. The methodological steps included measuring the physical-chemical parameters of the waters; isolation by pour plating method; characterization and identification based on morphological, biochemical and Gram staining; as well as testing the activity of biofilm formation by reading technique using microplate reader. The highest bacterial abundance was found at Station 3 (muddy substrate) which was 3.3×10^6 cfu/ml. Bacterial isolates that had the highest ability to form biofilms in vitro were Bb3, Bb4 and Bb1 isolates with values of 0.3315, 0.2370) and 0.2131, respectively. Bacteria that have the potential to form biofilms from various substrates in the waters of Nangka Island belong to *Alcaligenes* and *Meniscus* genera. From the results of the study, it can be concluded that bacteria from rocky substrates have the ability to produce biofilms better than isolates from other substrates.*

Keywords : Bacteria, Biofilm, Identification, Central Bangka, Nangka Island



Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus is Licensed Under a CC BY SA Creative Commons Attribution-Share a like 4.0 International License. [doi https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i1.2492](https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i1.2492).

PENDAHULUAN

Ekosistem laut merupakan habitat alamiah bagi beragam jenis mikroba yang memiliki peranan ekologis dan potensi bioteknologi (Passerini *et al.* 2019). Mikroba memiliki kemampuan untuk mengkolonisasi berbagai jenis habitat termasuk ekosistem laut karena kemampuannya untuk membentuk agregat sel yang dikenal dengan *Biofilm*. Biofilm merupakan sebuah struktur yang dibangun oleh bakteri dengan memanfaatkan matriks ekstraseluler, terutama polisakarida yang berikatan dengan suatu permukaan pada ekosistem yang lembab atau berair (Barral-Fraga *et al.* 2018; Mora-Gómez *et al.*, 2016). Biofilm merupakan strategi bakteri dalam mempertahankan diri dari berbagai macam kondisi dan memungkinkan bakteri untuk mengkolonisasi semua jenis habitat di permukaan bumi. Bakteri memperoleh keuntungan zona interfase padat-cair, terutama terkait dengan kondisi hidrodinamis dan penyerapan nutrisi pada permukaan (Westall *et al.* 2001; Carvalho 2018).

Banyak penelitian yang melaporkan bahwa ekosistem perairan laut merupakan salah satu ekosistem yang banyak menerima dampak dari aktivitas pertambangan seperti halnya penurunan kualitas lingkungan pesisir yang seperti kerusakan terumbu karang, erosi pantai, serta sedimentasi (Marfirani & Adiatma 2012). Di Pulau Bangka, aktivitas pertambangan timah sudah berlangsung hampir 300 tahun lamanya dengan penambangan timah di laut baru berlangsung kurang lebih 30 tahun. Akibat dari adanya aktivitas penambangan timah di hulu sungai dan di sepanjang pantai Pulau Bangka telah menyebabkan terjadinya penumpukan sedimen di dasar perairan, naiknya tingkat kekeruhan air, terganggunya ekosistem, hilangnya biota perairan serta pencemaran logam berat (Prianto & Husnah 2009). Perubahan jenis sedimen juga dapat mempengaruhi fauna yang terpengaruh oleh arus lokal. Kerusakan yang terjadi dapat bersifat permanen dan sulit dikembalikan seperti semula (Pirwanda & Pirngadie 2015; Jabbari 2018).

Aktivitas pertambangan juga dapat mempengaruhi komunitas mikroba yang hidup di dasar perairan. Sebagai contoh misalnya, komunitas mikroba pada dasar perairan terutama yang berada di daerah lapisan yang bersifat aerob dapat terpengaruh perubahan kimiawi air laut sehingga dapat merubah respons fisiologis komunitas mikroba tersebut (Raulf *et al.* 2015). Gangguan terhadap komunitas mikroba pada ekosistem sedimen dapat memberikan pengaruh negatif terhadap keseimbangan ekosistem tersebut (Lingga *et al.* 2020) karena komunitas mikroba berperan dalam mendukung berlangsungnya siklus biogeokimia seperti produktivitas primer dan remineralisasi senyawa organik (Hewson *et al.* 2007) serta melindungi organisme yang lebih besar dengan membentuk biofilm (Mouchka *et al.* 2010).

Mikroba merupakan salah satu komponen utama dalam sebuah ekosistem yang berperan dalam keberlangsungan suatu siklus ekologis. Pada suatu ekosistem perairan, mikroba dapat hidup secara bebas sebagai organisme planktonik ataupun melekat dalam suatu permukaan. Mikroba yang hidup dengan melekat pada suatu permukaan dikenal

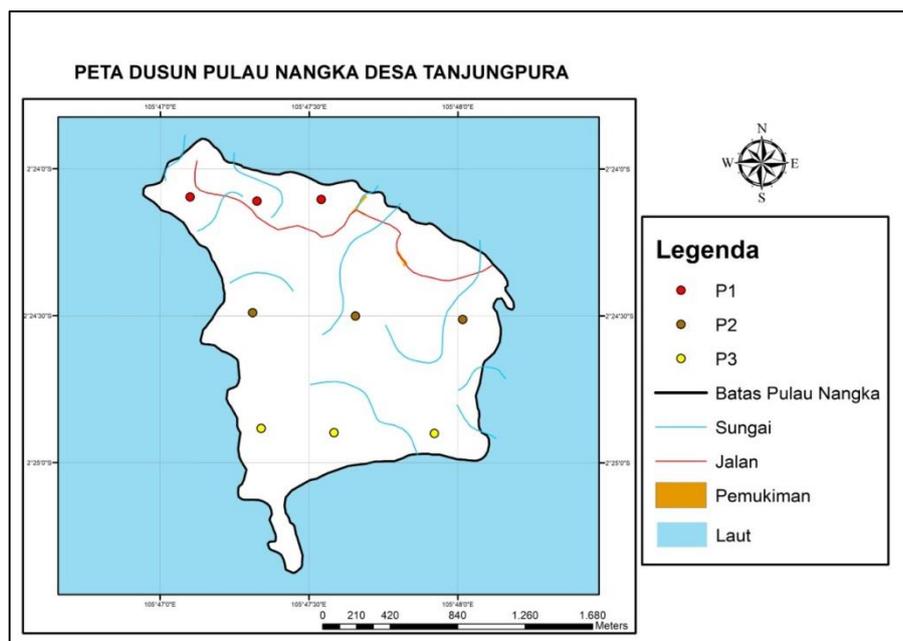
dengan biofilm. Biofilm merupakan suatu struktur yang dibentuk mikrob dengan memproduksi metabolit berupa ekopolisakarida yang dieksresikan dari dalam sel dan dimanfaatkan sebagai media komunikasi antar sel mikrob. Kelompok bakteri yang membentuk biofilm memiliki banyak keuntungan berupa kemudahan dalam memperoleh nutrisi dari lingkungan serta perlindungan terhadap cekaman pada habitatnya.

Pada satu ekosistem yang telah mengalami gangguan akibat aktivitas manusia, kajian tentang pembentukan biofilm oleh mikrob sangat diperlukan untuk mengetahui bagaimana suksesi mikrobial yang terjadi pada ekosistem tersebut. Perairan Pulau Nangka tidak terlepas dari aktivitas manusia seperti perikanan dan pertambangan. Aktivitas manusia di pulau tersebut kemungkinan dapat memberikan pengaruh terhadap dinamika mikrobial dalam ekosistem mikrobial di wilayah tersebut. Penelitian ini dirancang untuk mengungkap pengaruh aktivitas manusia terhadap komunitas mikrob pembentuk biofilm di perairan Pulau Nangka. Penelitian seperti menjadi sangat penting karena mikrob merupakan entitas yang berperan penting dalam siklus material dan kimia yang berlangsung dalam perairan laut, sehingga jelas akan berpengaruh terhadap keberlangsungan hidup organisme lainnya yang terdapat dalam ekosistem tersebut.

METODE

Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Mei s/d November 2021. Penelitian dilakukan di kawasan sekitar Perairan Pulau Nangka, Kecamatan Sungai Selan, Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Pemilihan lokasi dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik lokasi berdasarkan jenis aktivitas manusia di Pulau Nangka, antara lain: pelabuhan nelayan, pertambangan timah dan tanpa aktivitas manusia. Lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian Pulau Nangka

Pengambilan sampel

Sampel diambil dari perairan Pulau Nangka. Sampel biofilm diambil dari permukaan substrat pada dasar perairan dengan kedalaman 1 meter. Substrat yang diambil antara lain batu, pasir dan permukaan struktur pelabuhan nelayan. Substrat digerus dan dicuci dengan NaCl untuk kemudian disimpan dalam botol sampel dan dibawa ke laboratorium. Botol sampel diberi label dan disimpan dalam tabung pendingin.

Pengamatan Kondisi Lokasi dan Pengukuran Sifat Fisik Kimia

Pengamatan kondisi lokasi penelitian dilakukan secara langsung dengan mencatat kondisi area, aktivitas manusia, karakteristik perairan secara umum. Sifat fisik kimia perairan dan sedimen yang diukur beserta alat yang digunakan dan lokasi pengujian ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter sifat fisik kimia perairan yang diukur pada saat pengambilan sampel

Parameter	Sampel	Alat	Satuan	Lokasi Pengujian
Suhu	Air & sedimen	Thermometer	°C	Pulau Nangka
pH	Air	pH meter	-	Lab Biologi UBB
Salinitas	Air	Refraktometer	‰	Lab Biologi UBB
Kejernihan	Air	Secchi Disk	m	Pulau Nangka
Kekeruhan	Air	Turbidimeter	NTU	Lab Biologi UBB
TDS	Air	TDS meter	ppm	Lab Biologi UBB

Pengenceran Sampel

Sampel yang digunakan untuk isolasi berupa substrat yang ditempatkan pada wadah cawan petri berisi air laut steril. Sebanyak 10 ml sampel yang telah dihomogenkan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer yang berisi 90 ml air laut steril, kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Sebanyak 1 ml sampel dipindahkan ke dalam 9 ml aquadest steril, demikian selanjutnya untuk memperoleh pengenceran lebih besar. Pengenceran yang dilakukan untuk memperoleh pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} .

Isolasi Bakteri

Isolat bakteri yang berada di dalam tabung reaksi hasil pengenceran diisolasi ke dalam media NA menggunakan metode cawan sebar (*spread plate*) dan setiap dibuat pengulangan sebanyak 3 kali. Isolat lalu diinkubasi pada inkubator dengan suhu 37°C selama 1 hari.

Seleksi dan Pemurnian Isolat

Isolat bakteri yang tumbuh diseleksi menurut perbedaan morfologi (bentuk, permukaan dan warna) lalu diisolasi dan dimurnikan. Pemurnian isolat dilakukan sebanyak 2(dua) kali. Pemurnian pertama dilakukan dengan metode *Quadrant Streak* pada media yang sama, sedangkan pemurnian kedua dilakukan dengan metode *Continous Streak Plate* pada media yang sama. Isolat yang telah dimurnikan dikarakterisasi lanjut meliputi pengamatan bentuk dan penataan sel, kelompok Gram serta uji biokimia antara lain uji indol, motilitas, H₂S, metil red, Poger-Proskauer, dan katalase.

Uji Pembentukan Biofilm secara in vitro

Aktivitas membentuk biofilm bakteri dari koloni bakteri menggunakan teknik kristal ungu dengan menggunakan *microplate*. Isolat bakteri ditanam pada media agar selama 48 jam di 37 °C. Setiap koloni diambil dengan jarum ose steril dan dicelupkan ke dalam (diinokulasi) tiga sumur paralel dari pelat *microplate* yang mengandung 200 µl media air laut dan diinkubasi selama 6 hari pada suhu 37 ° C. Setelah masa inkubasi, sumur dibilas dengan garam fisiologis dan difiksasi dengan 2 µL etanol 99,99% selama 10 menit. Bahan bakteri yang melekat kemudian diwarnai dengan menambahkan 2 µL kristal violet (2%) selama 20 menit. *Microplate* dibilas dengan air keran dengan lembut dan biomassa yang dipasang diperlukan menggunakan *microplate reader* pada 570 nm (Julistiono *et al.* 2018).

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menampilkan data dalam bentuk tabel dan grafik. Data yang diperoleh dibahas dan dibandingkan dengan literatur yang sesuai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kondisi lingkungan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, secara umum kondisi fisik-kimia lingkungan lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Secara umum seluruh lokasi memiliki karakteristik yang mirip dari parameter suhu, kejernihan, keasaman dan TDS. Perbedaan parameter yang mencolok terlihat pada parameter salinitas, dimana lokasi 1 (substrat berpasir) memiliki salinitas yang paling rendah dibandingkan dua titik lainnya.

Tabel 2. Parameter sifat fisik kimia perairan pada lokasi pengambilan sampel

Faktor Abiotik	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Suhu (°)	35	34	32
Salinitas (‰)	22,6	24,1	24,2
Kejernihan (m)	1,0	1,0	1,2
Kekeruhan (NTU)	0,86	0,00	0,00
Derajat Keasaman (pH)	7,81	7,78	7,78
TDS (ppm)	7,77	7,02	7,56

Keterangan: S1: substrat berpasir, S2: substrat berbatu, S3: substrat berlumpur

Kepadatan bakteri pembentuk biofilm

Jumlah populasi bakteri pada masing-masing lokasi untuk masing-masing substrat memiliki perbedaan. Populasi bakteri tertinggi ditemukan pada substrat berlumpur yaitu $3,3 \times 10^6$ cfu/ml. Sementara itu, kepadatan populasi bakteri terendah ditemukan pada substrat berpasir yaitu $1,3 \times 10^5$ cfu/ml (Tabel 3).

Tabel 3. Kepadatan populasi bakteri pada tiga titik pengambilan sampel

Stasiun	Titik Sampling			Keterangan
	1	2	3	
Substrat Berpasir	$1,7 \times 10^5$	$0,9 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$
Substrat Berbatu	$2,8 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	$2,6 \times 10^5$

Substrat Berlumpur 3,4x10⁶ 2,7x10⁶ 3,8x10⁶ 3,3x10⁶

Karakteristik makroskopik bakteri

Berikut ditampilkan data karakteristik isolat bakteri yang berhasil diisolasi berdasarkan ciri makroskopik koloni yang ada. Diperoleh sebanyak 31 isolat yang memiliki karakteristik makroskopik berbeda (Tabel 4). Karakteristik koloni bakteri yang berhasil diisolasi dibedakan berdasarkan ukuran, pigmentasi, karakteristik optis, bentuk, elevasi permukaan dan margin koloni.

Tabel 4. Karakteristik makroskopik Hasil Isolasi koloni bakteri Pada 3 Tipe Substrat

Kode Isolat	Ukuran	Pigmentasi	Karakteristik	Bentuk	Elevasi	Permukaan	Margin
Optik							
Substrat Berpasir							
BP1	Moderate	Putih	Translucent	Irregular	Flat	Berkerut	Undulate
BP2	Moderate	Putih	Translucent	Irregular	Flat	Berkerut	Lobate
BP3	Small	Putih	Opaque	Circular	Flat	Halus mengkilap	Entire
BP4	Moderate	Putih	Translucent	Rhizoid	Raised	Berkerut	Serrate
BP5	Small	Putih	Opaque	Circular	Raised	Halus mengkilap	Entire
BP6	Moderate	Putih	Translucent	Irregular	Flat	Halus	Lobate
BP7	Large	Putih	Transparant	Irregular	Flat	Halus	Lobate
BP8	Moderate	Putih	Opaque	Circular	Raised	Halus	Entire
BP9	Small	Putih	Translucent	Circular	Raised	Halus	Entire
BP10	Large	Putih	Translucent	Rhizoid	Flat	Halus	Lobate
Substrat Berbatu							
BB1	Large	Putih	Translucent	Irregular	Flat	Halus	Undulate
BB2	Moderate	Putih	Translucent	Irregular	Raised	Halus	Undulate
BB3	Small	Krim	Opaque	Circular	Raised	Halus mengkilap	Bergerigi
BB4	Moderate	Putih	Transparant	Irregular	Flat	Halus mengkilap	Entire
BB5	Moderate	Putih bening	Transparant	Irregular	Flat	Halus	Entire
Substrat Berlumpur							
BL1	Pinpoint	Putih	Opaque	Spindle	Flat	Halus mengkilap	Entire
BL2	Moderate	Putih	Translucent	Filamentous	Raised	Berkerut	Lobate
BL3	Moderate	Putih	Translucent	Filamentous	Flat	Halus	Lobate
BL4	Large	Putih	Translucent	Irregular	Flat	Halus	Lobate
BL5	Small	Putih	Translucent	Circular	Raised	Halus	Entire
BL6	Small	Putih	Translucent	Irregular	Flat	Halus	Undulate
BL7	Point	Putih	Translucent	Circular	Raised	Halus mengkilap	Entire
BL8	Small	Putih	Translucent	Circular	Raised	Halus mengkilap	Entire
BL9	Moderate	Putih	Translucent	Circular	Raised	Halus	Entire
BL10	Small	Putih	Translucent	Irregular	Flat	Halus	Entire
BL11	Small	Putih	Translucent	Irregular	Raised	Halus	Entire
BL12	Moderate	Putih	Translucent	Irregular	Raised	Halus	Entire
BL13	Small	Putih	Opaque	Circular	Raised	Halus mengkilap	Entire
BL14	Small	Kuning	Opaque	Circular	Raised	Halus mengkilap	Entire
BL15	Small	Putih	Opaque	Circular	Flat	Halus mengkilap	Entire

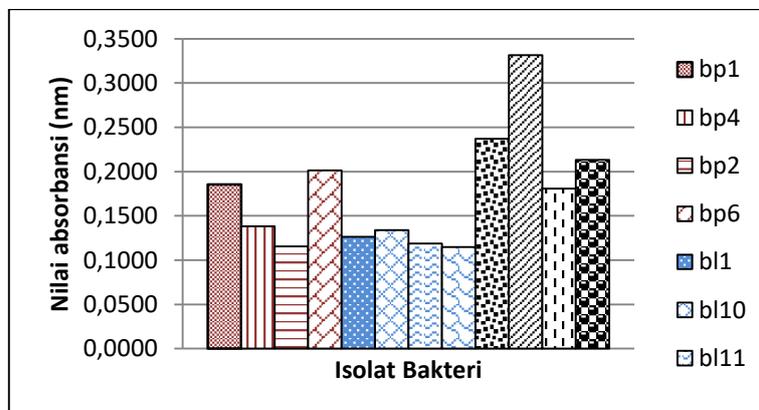
Kemampuan membentuk biofilm secara *in vitro*

Aktivitas bakteri pembentuk biofilm dari koloni bakteri diamati secara kualitatif menggunakan teknik kristal violet pada *microplate*. *Microplate* yang berisi isolat bakteri setelah dilakukan pencucian akan menghasilkan warna yang pekat jika merupakan bakteri pembentuk biofilm. Hasil visualisasi pewarnaan isolat bakteri memperlihatkan warna kristal violet sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. Data visualisasi bersifat kualitatif, artinya hanya menggambarkan keberadaan lapisan biofilm, tidak menggambarkan berapa ketebalan biofilmnya secara kuantitatif. Untuk memperoleh data kuantitatif, maka dibutuhkan pembacaan dengan *microplate reader*.



Gambar 2. Visualisasi terbentuknya biofilm pada *microplate*

Hasil pembacaan dengan *microplate reader*, diperoleh hasil bahwa dari 12 isolat yang diuji dari ketiga titik pengambilan sampel, isolat bb3 (asal substrat berbatu) sebagai isolat bakteri dengan kemampuan membentuk biofilm tertinggi dengan nilai absorbansi 0,3315 dan isolat bl9 sebagai isolat dengan kemampuan membentuk biofilm terendah yaitu 0,1146. Dari keseluruhan isolat yang diuji terlihat bahwa sebanyak 3 isolat dengan kemampuan membentuk biofilm tertinggi yaitu bb3, bb4 (0,2370) dan bb1 (0,2131) yang semuanya berasal dari substrat berbatu. Ketiga isolat potensial ini selanjutnya dikarakterisasi karakteristik mikroskopiknya agar bisa diidentifikasi lebih lanjut.



Gambar 3. Nilai absorbansi pembentukan biofilm isolat bakteri dari tiga substrat berbeda (bp: substrat berpasir, bl: substrat berlumpur, bb: substrat berbatu)

Identifikasi bakteri penghasil biofilm

Isolat yang terkonfirmasi dapat membentuk biofilm diidentifikasi karakteristik mikroskopiknya serta uji biokimia. Hasil identifikasi dijadikan dasar untuk menetapkan nama takson isolat bakteri sampai ke level Genus atau Jenis. Hasil karakterisasi isolat bakteri pembentuk biofilm diperlihatkan pada Tabel 5 berikut ini. Isolat bb3 memiliki kemiripan dengan Genus *Alcaligenes* sedangkan isolat bb4 dan bb1 memiliki kemiripan dengan Genus *Meniscus*.

Tabel 5. Hasil Identifikasi Isolat Bakteri Penghasil Biofilm

Karakteristik	Isolat		
	Bb3	Bb4	Bb1
Makroskopis			
-Warna	Krem	Putih	Putih
-Bentuk	Bulat	Bulat	Bulat
-Permukaan	Halus	Halus mengkilap	Halus
-Tepi	Bergerigi	Utuh	Undulate
Mikroskopis			
-Bentuk sel	Batang	Batang	Batang
-Gram	Negatif	Negatif	Negatif
Fisiologis			
-Simon Sitrat	-	-	-
-Indol	-	-	-
-Motil	+	-	-
-H ₂ S	-	-	-
-MR	-	-	-
-VP	-	-	-
-Katalase	+	-	-
Fermentasi			
-Glukosa	+	+	+
-Laktosa	+	+	+
-Sukrosa	+	+	+
Genus	<i>Alcaligenes</i>	<i>Meniscus</i>	<i>Meniscus</i>

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, karakteristik fisik kimia lokasi pengambilan sampel di Pulau Nangka tidak jauh berbeda antara masing-masing titik. Beberapa parameter tersebut diantaranya suhu, salinitas, kejernihan, TDS, dan Nilai pH. Suhu perairan pada titik pengambilan sampel di pulau Nangka diperoleh dengan menggunakan alat Termometer raksa yang berkisar antara 32°C sampai 35°C. Suhu terendah didapat pada stasiun 3 yaitu 32°C, sementara suhu tertinggi diperoleh di stasiun 1 yaitu 35°C. Suhu di stasiun 2 mendekati angka suhu di stasiun 1 yaitu berkisar 34°C. Suhu air yang dicatat berkaitan dengan waktu pengambilan data yang dilakukan di jam-jam suhu sedang naik yaitu sekitar 13.00 WIB. [Effendi \(2003\)](#) mengatakan bahwa suhu perairan berhubungan dengan kemampuan pemanasan oleh sinar matahari, waktu dalam hari dan lokasi. Pernyataan tersebut didukung oleh [Basmi \(1999\)](#) dan [Hutabarat \(2000\)](#) yang mengatakan bahwa perairan lebih lambat menyerap panas tetapi akan menyimpan panas lebih lama dibandingkan dengan daratan. Kisaran nilai salinitas yang didapatkan pada air laut di Pulau Nangka antara lain nilai terendah pada stasiun 1 yaitu 22,6% dan nilai tertinggi pada stasiun 3 yaitu 24,2 %. Adanya perbedaan kisaran salinitas terutama

pada perairan laut disebabkan karena berbagai faktor seperti sirkulasi air, penguapan, dan curah hujan (Akib *et al.*, 2015).

Kejernihan perairan di bibir pantai di pulau Nangka berkisar antara 1 hingga 1,2 m. Sebaran kecerahan tertinggi berada pada stasiun 2 yang berkisar 1,2 m, sedangkan sebaran kecerahan pada stasiun 1 dan 3 berkisar 1 m. Hal yang mempengaruhi perbedaan tingkat kecerahan pada setiap lokasi pengambilan sampel seperti halnya kedalaman tempat pengambilan sampel, jenis sedimen, kecepatan arus serta kapan waktu pengambilan sampel dilakukan. Kekeruhan atau *turbidity* menggambarkan kurangnya kecerahan perairan akibat bahan-bahan koloid dan tersuspensi seperti lumpur, bahan organik dan anorganik dan mikroorganisme perairan (Wilson 2010).

Curah hujan yang tinggi terjadi di musim barat mengakibatkan banyaknya substrat berupa lumpur, limbah rumah tangga dan sampah melalui aliran run-off dari daratan masuk ke perairan, serta kuatnya arus yang menyebabkan teraduknya substrat hingga air laut keruh. Kondisi menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan tertinggi di Pulau Nangka berada di stasiun 1 yaitu 1 NTU sedangkan stasiun 2 dan 3 dengan angka kekeruhan yaitu 0,00 NTU. Kecenderungan tingginya kekeruhan air laut di stasiun 1 berkaitan dengan tingkat kebersihan perairan terutama pada saat hujan, namun tidak melebihi baku mutu air laut untuk biota laut yaitu <5 NTU (Kepmen LH No 51 Tahun 2004). Tingkat kekeruhan air laut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi pasang surut, faktor cuaca dan efek dari aktivitas penambangan timah (Muffakir 2017; Arinda & Wardhani 2018; Mentari *et al.* 2017).

Pengukuran nilai pH di perairan Pulau Nangka dengan menggunakan pH meter memperlihatkan kisaran nilai antara 7.78 sampai 7.81. Nilai pH terendah terdapat pada stasiun 2 dan 3 yaitu 7.78 sementara nilai tertinggi pada stasiun 1 yaitu 7.81. Perubahan konsentrasi pH dalam perairan mempunyai siklus harian. Siklus ini merupakan fungsi dari karbondioksida. Keberadaan kandungan karbondioksida bebas dan ion karbonat menyebabkan pH air cenderung asam, dan pH akan kembali meningkat jika CO₂ dan HCO₃ mulai berkurang (Effendi 2003) Hasil penelitian memperlihatkan adanya perbedaan pH pada tiap lokasi pengambilan sampel, tetapi secara keseluruhan nilai rata-rata pH di perairan zona pemanfaatan budidaya rumput laut berada dalam kisaran yang mendukung untuk dilakukannya budidaya rumput laut. TDS adalah benda padat yang terlarut yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation-anion yang terlarut di air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H₂O).

Secara umum, konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion didalam air. TDS terukur dalam satuan *Parts per Million* (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis di lab nilai TDS di perairan laut Pulau Nangka yaitu antara 7,56 ppm sampai 7,77 ppm. Nilai TDS yang sangat tinggi ini kemungkinan dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik dan industri). Pada dasarnya, kandungan material yang terlarut secara alamiah dalam perairan tidak bersifat beracun, hanya saja jika kadarnya terlalu tinggi maka dapat menyebabkan tingkat kekeruhan naik sehingga menghalangi masuknya cahaya ke badan air sehingga dapat mengurangi laju fotosintesis dalam ekosistem tersebut (Wibowo dan Rachman 2020).

Keragaman Bakteri

Hasil isolasi dan purifikasi bakteri primer pembentuk biofilm diambil dari substrat pasir (stasiun 1), batu (stasiun 2) dan lumpur (stasiun 3) yang terdapat pada perairan Pulau Nangka. Setiap isolat bakteri diberi kode bp, bb, dan bl, dimana untuk substrat pasir terdiri dari 11 isolat, substrat batu 5 isolat, dan substrat mangrove 18 isolat (Tabel 2). Berdasarkan hasil data terlihat bahwa isolat bakteri banyak terdapat di substrat lumpur daripada substrat batu dan pasir. Jika ditelaah, salah satu alasan bakteri dapat hidup alami karena ketersediaan nutrisi. Ekosistem mangrove yang berlumpur dianggap cocok untuk mendukung siklus nutrisi dari hasil interaksi vegetasi mangrove dengan mikroba yang ada.

Selanjutnya, pada Tabel 2 menunjukkan karakteristik isolat bakteri pada masing-masing substrat melalui pengamatan morfologi koloni dengan melihat ukuran, pigmentasi, karakteristik optik, bentuk, elevasi, permukaan, dan margin. Berdasarkan karakteristik koloni, ada 31 isolat bakteri yang di amati dan mempunyai ukuran *moderate*, *small*, *large*, *pinpoint* dan *point*. Isolat bakteri mempunyai pigmentasi berwarna putih, putih bening, krim dan kuning. Karakteristik optik pada isolate bakteri mempunyai tiga macam yaitu *translucent*, *opaque* dan *transparent*. Bentuk dari isolat bakteri yang umum ditemui antara lain *irregular*, *circular*, *rhizoid*, *spindle*, dan *filamentous*. Isolasi bakteri mempunyai elevasi *flat* dan *raised*. Permukaan isolasi bakteri ada yang berkerut, halus mengkilap, dan halus. Hasil margin dari isolat bakteri *undulate*, *lobate*, *entire*, *serrate*, dan *undulate*. Menurut Cappucino & Sherman (1987) tujuan karakterisasi morfologi adalah untuk mengamati baik morfologi koloni maupun morfologi sel bakteri pada isolat bakteri yang telah lolos seleksi, dimana akan terdapat penampakan yang berbeda pada pertumbuhannya.

Perbedaan ini disebut dengan karakteristik kultur, yang digunakan sebagai dasar untuk memisahkan mikroorganisme dalam kelompok taksonomik. Hasil pada Tabel 2 jelas terlihat bahwa koloni bakteri primer pembentuk biofilm di lingkungan perairan Pulau Nangka cukup beragam. Pertama, dilihat dari segi ukuran, terdiri dari *moderate*, *small*, *large*, *point*, dan *pinpoint*. Kedua, dilihat dari segi pigmentasi, terdiri dari putih, krim, putih mengkilap, dan kuning. Ketiga, dilihat dari segi karakteristik optik, terdiri dari *translucent*, *opaque*, dan *transparent*. Keempat, dilihat dari segi bentuk, terdiri dari *irregular*, *circular*, *rhizoid*, *spindle*, dan *filamentous*. Kelima, dilihat dari segi elevasi, terdiri dari *flat* dan *raised*. Keenam, dilihat dari segi permukaan, terdiri dari berkerut, halus, dan halus mengkilap. Ketujuh, dilihat dari segi margin, terdiri dari *undulate*, *lobate*, *entire*, dan *serrate*. Sidharta (2000) menyatakan bahwa berdasarkan morfologi, ada sekitar 80% bakteri laut yang diketahui berbentuk batang dan bersifat gram negative. Pleomorfisme juga umum terjadi pada bakteri laut dibandingkan bakteri sungai, danau, dan tanah. Lebih lanjut Sidharta (2000) juga menyatakan bahwa sekitar seperlima bakteri batang dari laut berbentuk kumparan *helicoid*, sehingga sering diklasifikasikan sebagai *Vibrio* atau *Spirulina*. Bakteri laut bergerak secara aktif, antara 75-85% sediaan murni yang diamati memiliki flagel. Diperkirakan kemampuan bergerak ini sebagai hasil adaptasi kehidupan perairan.

Biofilm

Aktivitas pembentukan biofilm dari koloni bakteri menggunakan teknik kristal

violet pada *microplate* dengan modifikasi. Bakteri yang telah tumbuh di *microplate* dilakukan beberapa tahap pencucian dengan berbagai macam pewarnaan. Sehingga jika bakteri tersebut membentuk biofilm maka warna ungu akan melekat. Pengukuran menggunakan *microplate reader* bertujuan untuk memastikan bakteri pembentuk biofilm secara kuantitatif. Pengukuran tersebut dilakukan dengan panjang gelombang 450 nm disajikan dalam bentuk nilai *Optical Density* (OD). Isolat bakteri ditanam pada media cair (zobell) selama 48 jam di 37°C. Setiap koloni diambil dengan jarum ose steril dan dicelupkan ke dalam (diinokulasi) dalam tiga sumur paralel dari pelat *microplate* yang mengandung 200 µl media air kolong dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu 37°C. Setelah masa inkubasi, sumur dibilas dengan garam fisiologis dan difiksasi dengan 2 µL etanol 99,99% selama 10 menit. Bahan bakteri yang melekat kemudian diwarnai dengan menambahkan 2 µL kristal violet (2%) selama 20 menit. *Microplate* dibilas dengan air keran dengan lembut dan biomassa yang diukur menggunakan *microplate reader* pada 570 nm.

Biofilm berperan dalam membantu mikrob untuk dapat beradaptasi pada lingkungan akuatik, terutama berkaitan dengan penempelan dan penyerapan nutrisi serta pertahanan terhadap kondisi yang tidak menguntungkan serta meningkatkan peluang terjadinya interaksi dengan organisme lainnya. Meskipun demikian, keberadaan mikrob pembentuk biofilm juga bukan tanpa pengaruh negatif. Biofilm yang dihasilkan oleh mikrob pada ekosistem air dapat menyebabkan *biofouling*, *biocorrosion*, serta timbulnya resistensi terhadap perlakuan antibiotik (Dang & Lovell 2016). Pengaruh positif dan negatif dari mikrob pembentuk biofilm ini menyebabkan perlunya penelitian lebih lanjut mengenai bidang ini, dengan harapan dampak negatif mikrob biofilm dapat diminimalkan sedangkan manfaatnya juga dapat dioptimalkan bagi kepentingan manusia.

KESIMPULAN

Kelimpahan bakteri tertinggi ditemukan di Titik 3 (substrat berlumpur) yaitu $3,3 \times 10^6$ cfu/ml. Isolat bakteri yang memiliki kemampuan tertinggi dalam membentuk biofilm secara invitro adalah isolat Bb3, Bb4 dan Bb1 dengan nilai masing-masing 0.3315, 0.2370 dan 0.2131. Bakteri yang berpotensi membentuk biofilm dari berbagai substrat di perairan Pulau Nangka berasal dari kelompok *Alcaligenes* dan *Meniscus*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Bangka Belitung tahun anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinda A, Wardhani E. (2018). Analisis Profil Konsentrasi Pb di Air Waduk Saguling. *Jurnal Rekayasa Hijau* 3(2), 213-219.
- Barral-Fraga L, Martiñá-Prieto D, Teresa Barral M, Morin S, Guasch H. (2018). Mutual interaction between arsenic and biofilm in a mining impacted river. *Sci Tot Environ.* 636, 985-998.

- Cappucino JG & Sherman N. (1987). *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc. California USA.
- Dang H & Lovell CR. (2016). Microbial surface colonization and biofilm development in marine environments. *Microbiol. Mol. Biol. Rev*, 80, 91-138
- de Carvalho CCCR. (2018). Marine Biofilms: A Successful Microbial Strategy With Economic Implications. *Front. Mar Sci*, 5, 126. doi: 10.3389/fmars.2018.00126.
- Donlan R & Costerton J. (2002). Biofilms: Survival Mechanisms of Clinically Relevant Microorganisms. *Clin. Microbiol. Rev*, 15(2), 167-193.
- Effendi H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Jakarta (ID): Kanisius.
- Hewson I, Jacobson Meyers ME, Fuhrman JA. (2007). Diversity and biogeography of bacterial assemblages in surface sediments across the San Pedro Basin, Southern California Borderlands. *Environ Microbiol*. 9, 923– 933. doi:10.1111/j.1462-2920.2006.01214.x.
- Jabbari S. (2018). Dampak Pertambangan Timah Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal dan Sikap Masyarakat Desa Bencah Kecamatan Air Gegas Kabupaten Bangka Selatan [skripsi]. Bandar Lampung: Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung. 81 hlm.
- Julistiono H, Hidayati Y, Yuslaini N, Nditasari A. (2018). *Identification of biofilm-forming bacteria from steel panels exposed in sea waters of Jakarta Bay and Madura Strait prosperous future through biological research and tropical biodiversity management*. AIP Conf Proc 020029-1–020029-7.
- Kunarso DH dan Agustin TI. (2012). Kajian bakteri heterotropik di perairan Laut Lamalera. *Ilmu Kel*. 17(2), 63-73.
- Lingga R, Afriyansyah B, Septiani R, Miranti I. (2020). Kepadatan Bakteri Sedimen Laut Terdampak Aktivitas Tambang Timah di Pantai Sampur Bangka Selatan. *Herb Med J*. 3 (1), 19-25.
- Leksono, A.S. (2007). *Ekologi Pendekatan Diskriptif dan Kuantitatif*. Malang (ID): Bayumedia Publisng.
- Lugioyo GM, Loza S, Abreu PC. (2007). Biomass distribution of heterotrophic and autotrophic microorganisms of the photic layer in Cuban southern oceanic waters. *Rev Biol Trop* 55(2), 449-457.
- Maranon E, Cermeno P, Perez V. (2005). Continuity in the photosynthetic production of dissolved organic carbon from eutrophic to oligotrophic waters. *Mar Ecol Prog Ser*. 299, 7-17.
- Marfirani R dan Adiatma I. (2012). Pergeseran mata pencaharian nelayan tangkap menjadi nelayan apung di Desa Batu Belubang. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Semarang, 11 September 2012.
- Mentari, Umroh, Kurniawan. (2017). Pengaruh Aktivitas Penambangan Terhadap Kualitas Air Di Sungai Baturusa Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Perairan* 11(2), 23-30.
- Mora-Gómez J, Freixa A, Perujo N, Barral-Fraga L, Romani AM. (2016). Limits of the biofilm concept and types of aquatic biofilms. Dalam: Guasch, H., Balaguer, M.D. (Eds.), *Aquatic Biofilms: Ecology, Water Quality and Wastewater Treatment*, In Press. (ISBN:978-1-910190-17-3).

- Mouchka ME, Hewson I, Harvell CD. (2010). Coral-associated bacterial assemblages: current Knowledge and the potential for climate-driven impacts. *Integr Comp Biol.* 50, 662–674. doi:10.1093/icb/icq061.
- Muffakir AD. (2017). Fluktuasi Oksigen Terlarut, Suhu, dan pH Air Selama 3 x24 Jam, Periode Juli 2015-Januari 2016 Di Cengkareng *Drain*, Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara. [skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 48 hlm.
- Passerini D, Fécamp F, Marchand L, Kolypczuk L, Bonnetot S, Sinquin C, Verrez-Bagnis V, HervioHeath D, Collic-Jouault S, Delbarre-Ladrat C. (2019). Characterization of biofilm extracts from two marine bacteria. *Appl Sci*, 9, 4971 doi:10.3390/app9224971.
- Pirwanda F, Pirngadie BH. (2015). Dampak Kegiatan Tambang Timah Inkonvensional Terhadap Perubahan Guna Lahan Di Kabupaten Belitung. *Jurnal Planologi* 3(2), 177-194.
- Prianto E, Husnah. (2009). Penambangan timah Inkonvensional: Dampaknya Terhadap Kerusakan Biodiversitas Perairan Umum Di Pulau Bangka. *Bawal* 2(5), 193-198.
- Raulf FF, Fabricius K, Uthicke S, Beer D, Abed RMM, Ramette A. (2015). Changes in microbial communities in coastal sediments along natural CO₂ gradients at a volcanic vent in Papua New Guinea. *Environ Microbiol.* 17(10), 3678-3691.
- Sidharta BR. (2000). Sifat-sifat Bakteri Laut; Pengantar Mikrobiologi Kelautan. Yogyakarta (ID): Universitas Atma Jaya.
- Thyssen M, Lefevre D, Caniaux G, Ras J, Fernandez CI, Denis M. (2005). Spatial distribution of heterotrophic bacteria in the northeast Atlantic (POMME stud area) during spring 2001. *J Geophys Res.* 110, 1-16.
- Watrack P, Kolter R. (2000). Biofilm City of Microbes. *Journal of Bacteriology* 182(10), 2675-2679.
- Westall F, de Wit MJ, Dann J, van der Gaast S, de Ronde CEJ, Gerneke D. (2001). Early Archean fossil bacteria and biofilms in hydrothermally-influenced sediments from the Barberton Greenstone Belt, South Africa. *Precambrian Res.* 106, 93-116. doi: 10.1016/S0301-9268(00)00127-3.
- Wiadnya DGR. (2012). Kawasan konservasi perairan dan pengelolaan perikanan tangkap di Indonesia. http://wiadnyadgr.lecture.ub.ac.id/files/2012/01/4C_1-Ikan-Hasil-Tangkap-1.pdf.
- Wibowo M & Rachman AR. (2020). Kajian Kualitas Perairan Laut Sekitar Muara Sungai Jelitik Kecamatan Sungailiat – Kabupaten Bangka. *J Presipitasi.* 17 (1), 29-37. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i1.29-37>.
- Wilson PC. (2010). Water Quality Notes: Water Clarity (Turbidity, Suspended Solids, and Color). Florida (US): Department of Soil and Water Science, University of Florida.

Sitasi APA style :

Robika, R., Lingga R., Afriyansyah B. (2022). Identification of Biofilm-Producing bacteria from Nangka Island marine Water in District of Bangka Tengah, *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(1), 179-191. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i1.2492>.