

Analisis kelimpahan total bakteri *coliform* di Pelabuhan Kamal, Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan

Wahyu Dwi Saputri¹, Kholidiyah Sindy Salma¹, Riski Sintasari¹, Sania Simanjutak², Gilang Romadhon¹, Maulana Habib Putra Ariel¹, Putri Wahyuningtyas¹, Dinda Shafa Adzania Edelweis¹, Khaizuran Maziz Dhiyaulhaq¹, Aliefia Miftakhul Ardani¹, Abdus Salam Junaedi^{*}

¹Prodi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

²Prodi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Patimura

*Corresponding author: Jl. Raya Telang Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia. 69162

E-mail addresses: abdus.salamj@trunojoyo.ac.id

Kata kunci

Coliform
Indikator biologi
Kualitas air
Pelabuhan Kamal
Pencemaran air

Keywords

Coliform
Biological indicators
Water quality
Kamal Port
Water pollution

Diajukan: 27 April 2025

Ditinjau: 8 Mei 2025

Diterima: 2 Juni 2025

Diterbitkan: 10 Juni 2024

Cara Sitasi:

W. D. Saputri, K. S. Salma, R. Sintasari, S. Simanjutak, G. Romadhon, M. H. P. Ariel, P. Wahyuningtyas, D. S. A. Edelweis, K. M. Dhiyaulhaq, A. M. Ardani, A. S. Junaedi, "Analisis kelimpahan total bakteri *coliform* di Pelabuhan Kamal, Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan", *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, vol. 5, no. 1, pp. 73-81, 2025.

Abstrak

Pelabuhan Kamal merupakan salah satu gerbang utama menuju Pulau Madura setelah adanya Jembatan Suramadu. Kondisi perairan Pelabuhan Kamal mengalami penurunan kualitas air yang dipengaruhi oleh aktivitas tambat-labuh kapal serta aktivitas masyarakat sekitar. Bakteri *coliform* menjadi bakteri indikator timbulnya pencemaran perairan yang termasuk dalam bakteri Gram negatif dan tidak membentuk spora. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah bakteri *coliform* yang ditemukan pada sampel air sekitar Pelabuhan Kamal serta melakukan pengukuran parameter kualitas air suhu, DO, pH dan salinitas. Metode pengambilan sampel menggunakan random sampling pada 3 stasiun dengan 3 kali pengulangan. Analisa laboratorium melalui identifikasi bakteri *coliform* menggunakan media *Lactose Broth* sebagai uji pendugaan serta media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) sebagai uji penegasan. Hasil uji parameter kualitas air (suhu, pH, DO, dan salinitas) di Perairan Pelabuhan Kamal dari semua sampel yang diperoleh masih memenuhi standar baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004. Sedangkan hasil uji MPN menunjukkan bahwa kelimpahan bakteri *coliform* telah melebihi standar baku mutu yang dipersyaratkan. Tingginya jumlah total bakteri *coliform* di perairan Pelabuhan Kamal menunjukkan adanya potensi risiko terhadap kualitas lingkungan perairan. Temuan ini menegaskan perlunya pengelolaan dan pemantauan lebih lanjut guna menjaga ekosistem dan memastikan keberlanjutan sumber daya air di kawasan tersebut.

Abstract

Kamal Port is one of the main gateways to Madura Island after the Suramadu Bridge. The condition of the waters of Kamal Port has experienced a decline in water quality which is influenced by ship mooring activities and the activities of the surrounding community. Coliform bacteria are indicator bacteria for the emergence of water pollution which are included in Gram-negative bacteria and do not form spores. The purpose of this study was to determine the number of coliform bacteria found in water samples around Kamal Port and to measure water quality parameters of temperature, DO, pH and salinity. The sampling method used random sampling at 3 stations with 3 repetitions. Laboratory analysis through identification of coliform bacteria using Lactose Broth media as a presumptive test and Brilliant Green Lactose Broth (BGLB) media as a confirmatory test. The results of the water quality parameter test (temperature, pH, DO, and salinity) in the waters of Kamal Port from all samples obtained still meet the quality standards based on the Decree of the

Minister of Environment Number 51 of 2004. Meanwhile, the results of the MPN test showed that the abundance of coliform bacteria had exceeded the required quality standards. The high total number of coliform bacteria in the waters of Kamal Port indicates a potential risk to the quality of the aquatic environment. This finding emphasizes the need for further management and monitoring to maintain the ecosystem and ensure the sustainability of water resources in the area.

Copyright © 2025. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

1. Pendahuluan

Pelabuhan Kamal di Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan merupakan pintu gerbang utama masyarakat Madura. Pelabuhan penyeberangan Kamal merupakan aset Kabupaten Bangkalan, sehingga pelabuhan turut berperan besar terhadap kabupaten tersebut untuk memicu bertumbuhnya jaringan jalan raya, jaringan sarana pelabuhan antar darat-laut, industri, perdagangan, pertanian, pendidikan, arus urbanisasi, dan lain sebagainya. Selain itu, area sekitar pelabuhan juga sebagai zona perdagangan oleh masyarakat untuk mendapatkan penghasilan sehari-hari [1]. Banyaknya aktivitas di sekitar Pelabuhan Kamal menyebabkan pencemaran perairan yang dapat berdampak buruk bagi masyarakat yang tinggal di sekitar Pelabuhan Kamal.

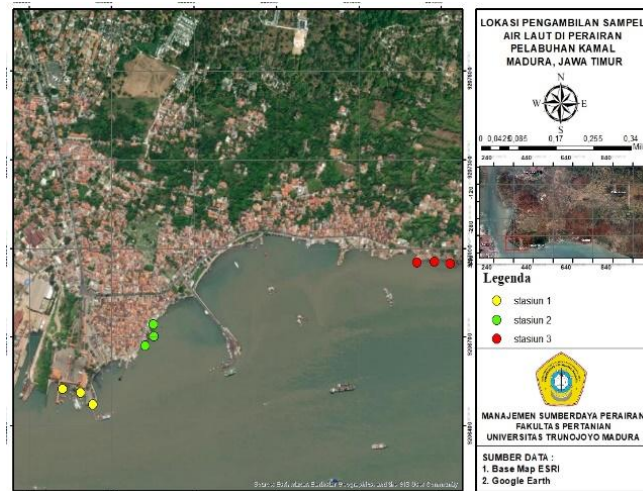
Pencemaran air merupakan keadaan dimana adanya berbagai zat asing yang masuk ke dalam air dan itu bersifat merusak atau bahan tersebut lebih dikenal sebagai polutan. Penyebab terjadinya pencemaran air adalah adanya limbah domestik yang berasal dari buangan dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga, maupun kotoran manusia [2]. Cemar limbah domestik yang berbahaya adalah mikroorganisme patogen yang terkandung dalam tinja. Mikroorganisme yang paling sering ditemukan di badan air tercemar adalah bakteri *coliform* [3]. Bakteri ini menjadi indikator biologi adanya pencemaran lingkungan atau sanitasi yang buruk akibat limbah domestik. Selain bakteri *coliform*, kualitas perairan dapat diketahui dengan menggunakan parameter fisika dan kimia seperti pengukuran pH (*potential of hydrogen*), DO (*dissolved oxygen*), suhu, dan salinitas yang mempengaruhi tingkat pertumbuhan bakteri *coliform*.

Bakteri *coliform* merupakan jenis bakteri Gram negatif yang umumnya ditemukan di perairan laut. Bakteri Gram negatif ditandai dengan warna pink atau merah pada sel bakteri setelah ditetesi dengan larutan tandingan atau safranin pada serangkaian uji pewarnaan gram [4]. Keberadaan bakteri *coliform* ini dapat menjadi indikator biologi yang penting untuk mengetahui kondisi lingkungan [5]. Bakteri *coliform* yang terdapat dalam air dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok *fecal* (*Escherichia coli*) dan *non fecal* (*Enterobacter aerogenus*) [6]. Bakteri *coliform* seringkali menjadi indikator keberadaan bakteri patogenik lain, lebih tepatnya bakteri *coliform fecal*. Bakteri *coliform fecal* merupakan bakteri indikator adanya pencemaran bakteri patogen. Penentuan *coliform fecal* menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloni yang pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen [7].

Berdasarkan uraian latar belakang, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kelimpahan total bakteri *coliform* dan hubungan dari jumlah total bakteri *coliform* dengan kualitas air berdasarkan nilai DO, pH, salinitas dan suhu di Perairan Kamal, Bangkalan. Temuan dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi kebijakan pengelolaan perairan yang lebih efektif, termasuk penerapan langkah-langkah pengendalian pencemaran dan peningkatan kesadaran lingkungan guna menjaga ekosistem perairan serta kesehatan masyarakat yang bergantung pada sumber daya air di kawasan tersebut.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2024 di sepanjang perairan Pelabuhan Kamal. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun sepanjang perairan Kamal dan setiap stasiun terdapat 3 titik pengambilan sampel (Gambar 1). Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Biologi Laut, Universitas Trunojoyo Madura. Kegiatan pengambilan sampel dan analisa sampel dilakukan pada bulan Maret 2024.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel

Instrumentasi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *cool box*, DO meter, pH meter, refraktometer, autoklaf, inkubator, tabung durham, tabung reaksi, cawan petri, jarum ose, bunsen, pipet ukur, *pipet pump*, mikropipet, gelas ukur, rak tabung reaksi, botol sampel, dan batang pengaduk. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi tisu, aluminium foil, kapas, kertas label, alat tulis, sampel air laut serta berbagai media yaitu media LSB (*Lactose Sodium Broth*) dan BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*).

Uji parameter kualitas air. Parameter kualitas air laut yang diuji yakni kadar oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), kadar garam (salinitas), dan suhu. Pengukuran kualitas air dilakukan secara in situ. Parameter kualitas air merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan jenis *coliform*.

Uji coliform. Kelimpahan bakteri *coliform* dilakukan dengan uji metode MPN (*Most Probable Number*). MPN adalah teknik statistik dalam mikrobiologi yang digunakan untuk memperkirakan jumlah bakteri hidup dalam suatu sampel, khususnya bakteri indikator seperti *E. coli* dan kelompok *coliform*. Metode ini sangat penting dalam pengujian kualitas air karena keberadaan bakteri tersebut dapat menunjukkan kontaminasi yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia [8]. Standar analisa sampel air untuk mengetahui keberadaan bakteri *coliform* terdapat 2 tahap uji yaitu uji penduga menggunakan media LSB (*Lauryl Sulfate Broth*). Sampel yang positif kemudian diuji ke tahap selanjutnya yakni uji penegasan. Uji penegasan menggunakan media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*) sampel yang positif kemudian diuji kembali ke tahap uji pelengkap.

Analisis data. Metode analisis data yang digunakan untuk kepadatan bakteri *coliform* yaitu dengan menggunakan SNI 2897-2008 dengan rumus:

$$\text{Kepadatan} = \text{Nilai tabel MPN} \times \frac{1}{\text{Nilai tengah pengenceran}}$$

Metode analisis data yang digunakan untuk mencari hubungan antara total *coliform* dengan kualitas air di Perairan Kamal merujuk pada metode Bambang dkk. [8].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran berbagai parameter fisika-kimia sampel air di perairan Pelabuhan Kamal meliputi DO, suhu, salinitas, dan pH. Data hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan di Pelabuhan Kamal

Stasiun	Parameter yang diukur			
	DO (mg/l)	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH
1	7,6	32,6	26	7,4
	11,5	32,6	26	7,4
	2,6	32,6	26	7,5
	9,4	30	28	8,3
2	7,5	30	28	7,9
	5,7	30	28	7,8
	2,9	30	26	6,9
	4,2	30	26	6,9
3	4,2	30	26	6,7

Data parameter fisika kimia perairan diperkuat dengan analisis total coliform dengan menggunakan uji MPN. Pada uji MPN digunakan 2 jenis media yaitu media LSB yang digunakan sebagai media uji penduga dan hasil yang dilanjutkan dengan uji penegas dengan menggunakan media BGLB. Hasil pengamatan pada media BGLB ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Data hasil pengamatan tingkat kekeruhan dan gelembung pada media BGLB hari pertama

Stasiun	Pengenceran	Gelembung	Warna
1	10 ⁻¹ (1)	-	K
	10 ⁻¹ (2)	-	K
	10 ⁻¹ (3)	+++p	KKK
	10 ⁻² (1)	-	K
	10 ⁻² (2)	+++p	KKK
	10 ⁻² (3)	-	K
	10 ⁻³ (1)	-	K
	10 ⁻³ (2)	-	K
	10 ⁻³ (3)	-	K
	10 ⁻¹ (1)	++p	KKK
	10 ⁻¹ (2)	+p	KK
	10 ⁻¹ (3)	+++p	KK
2	10 ⁻² (1)	-	KK
	10 ⁻² (2)	+++p	KKK
	10 ⁻² (3)	+++p	KKK
	10 ⁻³ (1)	-	K
	10 ⁻³ (2)	++p	KK
	10 ⁻³ (3)	++p	KK
	10 ⁻¹ (1)	+++p	KKK
	10 ⁻¹ (2)	+++p	KKK
	10 ⁻¹ (3)	+++p	KKK
	10 ⁻² (1)	+++p	KKK
	10 ⁻² (2)	+++p	KKK
	10 ⁻² (3)	+++p	KKK

10 ⁻³ (1)	+++p	KKK
10 ⁻³ (2)	-	K
10 ⁻³ (3)	-	K

Keterangan: (-) = Tidak ada gelembung, (+) = Ada gelembung sedikit, (++) = Ada gelembung sedang, (+++) = Ada gelembung banyak, P = Ada gelembung di permukaan, K = Tidak keruh, KK = Lumayan keruh, dan KKK = Sangat keruh

Tabel 3. Data hasil pengamatan tingkat kekeruhan dan gelembung pada media BGLB hari kedua

Stasiun	Pengenceran	Gelembung	Warna
1	10 ⁻¹ (1)	-	KK
	10 ⁻¹ (2)	-	KK
	10 ⁻¹ (3)	++p	KKK
	10 ⁻² (1)	+	K
	10 ⁻² (2)	++p	KK
	10 ⁻² (3)	-	K
	10 ⁻³ (1)	-	K
	10 ⁻³ (2)	+	K
	10 ⁻³ (3)	-	K
2	10 ⁻¹ (1)	+	KKK
	10 ⁻¹ (2)	+	KKK
	10 ⁻¹ (3)	++p	KK
	10 ⁻² (1)	+	KK
	10 ⁻² (2)	++	KKK
	10 ⁻² (3)	+	KK
	10 ⁻³ (1)	-	K
	10 ⁻³ (2)	+++p	KK
	10 ⁻³ (3)	++p	KK
3	10 ⁻¹ (1)	+p	KK
	10 ⁻¹ (2)	++p	KKK
	10 ⁻¹ (3)	+p	KK
	10 ⁻² (1)	++p	KKK
	10 ⁻² (2)	+p	KK
	10 ⁻² (3)	+p	KK
	10 ⁻³ (1)	+p	KK
	10 ⁻³ (2)	-	K
	10 ⁻³ (3)	-	K

Keterangan: (-) = Tidak ada gelembung, (+) = Ada gelembung sedikit, (++) = Ada gelembung sedang, (+++) = Ada gelembung banyak, P = Ada gelembung di permukaan, K = Tidak keruh, KK = Lumayan keruh, dan KKK = Sangat keruh

Contoh penampakan gelembung dan tidak ada gelembung pada media BGLB dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Tabel 4 kepadatan bakteri *coliform* yang didapat pada setiap stasiun dan pengulangan berbeda-beda. Stasiun 1 yang berlokasi di pelabuhan penyeberangan memiliki hasil kepadatan $1,5 \times 10^3$ CFU/100 ml, sedangkan hasil pada stasiun 2 yang berlokasi di sekitar pemukiman penduduk sebesar $4,3 \times 10^4$ CFU/ 100 ml, Stasiun 3 yang berlokasi di sekitar tempat pemotongan bangkai kapal memiliki hasil sebesar $2,71 \times 10^4$ CFU/100 ml.

Tabel 4. Hasil perhitungan MPN (*Most Probable Number*) sampel air pada setiap stasiun pengamb

Stasiun	Hasil perhitungan MPN (CFU/100 ml)
1	1.500 ($1,5 \times 10^3$)
2	43.000 ($4,3 \times 10^4$)
3	27.100 ($2,7 \times 10^4$)

3.2 Pembahasan

Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa stasiun 2 merupakan stasiun pengambilan sampel dengan tingkat kepadatan yang lebih tinggi

dibanding dengan stasiun lainnya yaitu stasiun 1 dan stasiun 3. Sedangkan stasiun dengan tingkat kepadatan terendah terdapat pada stasiun 1. Stasiun 2 memiliki tingkat kepadatan *coliform* yang tinggi disebabkan karena lokasi tersebut dekat dengan pemukiman warga, yang sebagian besar para penduduk membuang limbah rumah tangga ke Perairan Kamal. Limbah rumah tangga menjadi salah satu penyumbang terbesar adanya bakteri *coliform* di Perairan Kamal, Bangkalan, Madura, Jawa Timur. Limbah rumah merupakan limbah yang berasal dari aktivitas manusia seperti halnya aktivitas dari dapur, kamar mandi, cucian, dan hasil kotoran manusia [9]. Stasiun 1 memiliki tingkat kepadatan *coliform* yang rendah karena terletak di daerah yang jauh dari pemukiman, sehingga kondisi perairannya tidak terlalu tercemar oleh limbah. Lokasi pemukiman padat penduduk dengan kerapatan penduduk yang tinggi, jarak antar rumah yang sangat dekat, jarak antara pembuangan limbah rumah tangga dan *septic tank* dengan sumber air cenderung berdekatan serta kebiasaan penduduk di tepian sungai membuang urin dan feses secara langsung ke sungai menyebabkan terjadinya pencemaran bakteri *coliform* [10].

Penelitian yang sama dilakukan oleh Afianti & Sutiknowati [11] yang membahas tentang kondisi pencemaran lingkungan berdasarkan parameter mikrobiologis di sekitar Muara Sungai Cimandiri, Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat. Penelitian ini meneliti tentang kepadatan bakteri *coliform* dan keberadaan bakteri patogen *Vibrio* sp. dan *Aeromonas* sp. yang paling banyak ditemukan pada stasiun pengamatan di Muara Sungai Cimandiri. Hasil yang diperoleh yaitu kepadatan bakteri *coliform* sangat variatif yaitu berkisar antara 15 CFU/100 ml sampai $4,56 \times 10^5$ CFU/ml. Kandungan bakteri *coliform* terendah pada stasiun 15 dengan jumlah 15 CFU/100ml. Perbedaan hasil yang diperoleh dipengaruhi oleh stasiun dan juga lokasi, lokasi penelitian tersebut mengambil sampel pada perairan payau sedangkan penelitian ini mengambil sampel di perairan laut.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Sutiknowati [12] yang membahas tentang kondisi keragaman bakteri pada Perairan Sabang, Provinsi Aceh. Penelitian ini meneliti tentang bakteri heterotrofik, bakteri sulfur, dan bakteri bioindikator pencemar perairan yang diambil dari Pulau Weh, Pulau Breueuh, Pulau Deudap dan Pulau Rondo pada beberapa titik stasiun pengambilan sampel air dan sedimen sebagai informasi jenis mikroba. Hasil penelitian membuktikan bahwa terdapat pencemaran organik. Kepadatan bakteri *coliform* di Perairan Sabang menunjukkan bahwa semua stasiun penelitian masih memiliki kualitas perairan yang sangat baik, yaitu kepadatan bakteri *coliform* di bawah 1000 koloni/100 ml air laut menurut WHO (1982) atau 200 koloni/100 ml menurut APHA (*American Public Health Association*) (2005). Kepadatan bakteri *coliform* tertinggi dijumpai di Pulau Deudap yaitu di stasiun 28, stasiun 29, dan stasiun 30 berkisar antara 269-104 koloni/100 ml. Perairan Pulau Deudap terutama stasiun 28 merupakan perairan yang memiliki kepadatan bakteri *coliform* lebih tinggi dari tempat lainnya dan banyak ditemukan bakteri *E. coli* yaitu sekitar 69 koloni/100 ml.

Pencemaran air yang terjadi oleh bakteri *coliform* dapat diakibatkan oleh adanya limbah yang berasal dari limbah domestik maupun limbah industri, bahan buangan organik yang dapat berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme sehingga dapat mengakibatkan berkembangnya mikroorganisme dan bakteri patogen juga turut berkembangbiak [12]. Bakteri *coliform* termasuk dalam kelompok dari Famili Enterobacteriaceae yang mempunyai kemampuan dalam proses pembusukan makanan. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya dalam metabolisme komponen asam amino menjadi beberapa senyawa yang bersifat volatil. Kehadiran total bakteri *coliform* merupakan indikator terjadinya kontaminasi limbah yang mungkin juga terjadi selama tahapan proses pemrosesan yang berbeda-beda seperti pengangkutan dan penanganan [6].

Kualitas air menjadi salah satu faktor yang memengaruhi total kelimpahan bakteri *coliform* di sepanjang Perairan Kamal, Bangkalan. Tingginya kepadatan bakteri *coliform* dapat berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup yang berada di sekitarnya [13]. Nilai suhu sangat berkaitan dengan keberadaan suatu mikroorganisme terutama bakteri *coliform*. Suhu optimal yang dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri *coliform* sebesar 37°C. Bakteri *coliform* dapat tumbuh pada kisaran suhu 10-45°C. Suhu sangat memengaruhi pertumbuhan bakteri *coliform*, kecepatan sintesis enzim dan kecepatan inaktivasi enzim [14]. Pengukuran suhu Perairan Kamal mendapatkan hasil berkisar antara 30-33°C. Suhu tersebut tergolong suhu rendah atau di bawah suhu optimum pertumbuhan bakteri *coliform*, dikarenakan saat pengukuran kualitas air berlangsung pada waktu sore hari.

Penelitian yang dilakukan di perairan sekitar Pelabuhan Barat dan Timur Kamal menunjukkan nilai suhu terendah sebesar 30°C dan tertinggi sebesar 33,7°C [15]. Penelitian yang serupa juga dilakukan di sekitar Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan hasil pengukuran suhu sebesar 30,5°C [16]. Kedua hasil pengukuran nilai suhu ini berbeda dengan hasil pengukuran nilai suhu yang diperoleh. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran kualitas air, yaitu dilakukan pada saat sore hari menjelang malam yang memungkinkan suhu air mengalami penurunan. Hal ini dipertegas bahwa penurunan suhu perairan pada malam hari merupakan fenomena alami yang tidak dapat dihindari. Suhu perairan semakin rendah di malam hari karena tidak ada panas dari matahari yang menghangatkan air. Pada siang hari, sinar matahari mengenai permukaan air sehingga suhu air meningkat, sedangkan saat malam hari sumber panas ini hilang dan menyebabkan suhu air menurun seiring waktu [17].

Kadar salinitas yang didapatkan di Perairan Kamal, Bangkalan kisaran 26-28‰. Kadar salinitas sangat memengaruhi kelimpahan bakteri *coliform* yang ada di perairan tersebut karena, adaptasi dari bakteri *coliform* yang cukup rendah. Semakin tinggi kadar salinitas yang terdapat di perairan maka mortalitas bakteri *coliform* juga semakin naik. Tinggi rendahnya salinitas ditentukan oleh banyaknya garam-garam yang larut dalam air. Oleh sebab itu penambahan dan pengurangan volume air akan memengaruhi nilai salinitas. Kisaran untuk pertumbuhan bakteri *coliform* yaitu tidak lebih besar dari 85‰ [18]. Keanekaragaman jenis bakteri yang mampu tumbuh dipengaruhi oleh kemampuan beradaptasi terhadap tingginya salinitas [19]. Kisaran salinitas yang diperoleh dalam penelitian ini sangat mendukung pertumbuhan bakteri. Pengukuran kadar oksigen terlarut berkisar antara 2,6 hingga 11,5 mg/l. Bakteri *coliform* merupakan bakteri yang bersifat anaerob yang artinya tidak berpengaruh dengan kadar oksigen terlarut di Perairan Kamal, bakteri ini dapat tumbuh tanpa adanya oksigen sekalipun.

Kondisi pH pada perairan menjadi salah satu parameter yang dapat memengaruhi pertumbuhan dari bakteri *coliform*. Kondisi pH yang terlalu tinggi dapat memengaruhi aktivitas enzim yang dibutuhkan untuk proses katalisis reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri *coliform* [20]. Hasil yang didapatkan dari pengukuran kadar pH pada 3 stasiun berkisar antara 6,7 sampai 8,3. Stasiun 2 menunjukkan nilai pH melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004. Hal ini dapat dipengaruhi oleh lingkungan yang terdapat di stasiun 2 merupakan wilayah pemukiman yang limbah domestiknya dibuang ke badan air laut. Nilai pH yang melebihi standar baku mutu tersebut dapat mengganggu kerja enzim yang memengaruhi pertumbuhan bakteri.

Menurut Suriani dkk. [21], nilai pH yang meningkat di perairan dipengaruhi oleh limbah organik maupun anorganik yang dibuang ke perairan tersebut. WHO menyatakan nilai pH air yang normal adalah sekitar netral, yaitu antara pH 6-8 di musim kemarau dan

musim hujan, sedangkan nilai pH air yang tercemar adalah berbeda-beda tergantung dari jenis polutan yang menjadi sumber pencemar [22]. Penelitian yang dilakukan di perairan sekitar Pelabuhan Barat dan Timur Kamal menunjukkan nilai pH terendah sebesar 7,2 dan tertinggi sebesar 7,7 [16]. Penelitian yang serupa juga dilakukan di sekitar Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan hasil pengukuran nilai pH sebesar 8,20 [17]. Kedua hasil pengukuran nilai pH ini tidak berbeda jauh dengan hasil pengukuran nilai pH yang diperoleh.

Suhu perairan yang tinggi dapat mempercepat pertumbuhan *coliform*, terutama pada kondisi air yang stagnan. Namun, suhu ekstrem (terlalu tinggi atau rendah) pada air juga dapat menurunkan tingkat kelangsungan hidup bakteri. DO rendah biasanya terjadi pada perairan yang banyak mengandung bahan organik, dan biasanya menjadi tempat *coliform* tumbuh subur. Sehingga rendahnya DO bisa menjadi indikator pencemaran oleh limbah organik dan tingginya populasi *coliform*. Tingginya nilai MPN *coliform*, apabila berkorelasi dengan DO yang rendah, menunjukkan adanya pencemaran organik dari limbah rumah tangga, kapal, atau drainase pelabuhan. Nilai MPN *coliform* yang tinggi, jika didukung oleh parameter kualitas air lain yang mengindikasikan pencemaran, menjadi indikator kuat bahwa badan air sedang mengalami tekanan ekologis dan sanitasi. Oleh karena itu, pemantauan berkala dan tindakan pengelolaan lingkungan sangat diperlukan untuk menjaga keberlanjutan dan fungsi perairan tersebut.

4. Kesimpulan

Kepadatan bakteri *coliform* yang terdapat pada stasiun 1, 2, dan 3 pada penelitian ini diperoleh hasil yang berbeda sesuai dengan karakteristik pada lingkungan masing masing stasiun. Pada stasiun 1 diperoleh hasil sebesar $1,5 \times 10^3$ CFU/100 ml, stasiun 2 diperoleh nilai kepadatan sebesar $4,3 \times 10^4$ CFU/100 ml, dan stasiun 3 dengan hasil sebesar $2,71 \times 10^4$ CFU/100 ml. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata total bakteri *coliform* di Perairan Pelabuhan Kamal berkisar $2,39 \times 10^4$ CFU/100 ml yang menunjukkan bahwa kelimpahan bakteri *coliform* telah melebihi standar baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004. Sedangkan hasil uji parameter kualitas air (suhu, pH, DO, dan salinitas) dari semua sampel yang diperoleh di Perairan Pelabuhan Kamal masih memenuhi standar baku mutu. Berdasarkan temuan dari penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi secara spesifik spesies dari bakteri *coliform* yang ditemukan untuk mengetahui sumber kontaminasi yang lebih akurat, mengukur tingkat pencemaran, dan melakukan upaya pencegahan penyebaran.

Daftar Pustaka

- [1] A. Jannah, "Pelabuhan kamal tahun 1996-2009," *Avatara: Jurnal Pendidikan Sejarah*, vol. 4, no. 2, pp. 493–507, 2016.
- [2] R. L. Puspitasari, D. Elfidasari, R. Aulunia, and F. Ariani, "Studi kualitas air Sungai Ciliwung berdasarkan bakteri indikator pencemaran pasca kegiatan Bersih Ciliwung 2015," *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 3, pp. 156-162, 2017, doi: 10.36722/sst.v3i3.222.
- [3] R. L. Puspitasari, D. Elfidasari, Y. S. Hidayat, F. D. Qoyyimah, and F. Fatkhurokhim, "Deteksi bakteri pencemar lingkungan (coliform) pada ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung," *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 24–27, 2017, doi: 10.36722/sst.v4i1.244.
- [4] A. S. Junaedi, H. Triajie, H. Chandra, P. Sari, and N. H. Laili, "Biogas starter aplikasi indigenous air limbah cucian garam pada substrat kotoran sapi dan tongkol jagung Varietas Madura," *BEST Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 807–813, 2024, doi: 10.30743/best.v7i1.9027.
- [5] E. T. Saputri and M. Efendy, "Kepadatan bakteri coliform sebagai indikator pencemaran biologis di Perairan Pesisir Sepuluh Kabupaten Bangkalan," *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, vol. 1, no. 2, pp. 243–249, 2020, doi: 10.21107/juvenil.v1i2.7579.
- [6] I. Erdiandini, D. Chusniasih, Z. Abidin, A. Nurfitriani, A. I. Manalu, K. A. Istiadi, E. Suryanti, A. S.

- Junaedi, and I. Marzuki, "Mikrobiologi Perairan," Medan: Yayasan Kita Menulis, 2023.
- [7] W. Widyarningsih, Supriharyono, and N. Widyorini, "Analisis total bakteri coliform di Perairan Muara Kali Wiso Jepara," *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, vol. 5, no. 3, pp. 157–164, 2016, doi: 10.14710/marj.v5i3.14403.
 - [8] A. G. Bambang, "Analisis cemaran bakteri coliform dan identifikasi *Escherichia coli* pada air isi ulang dari depot di Kota Manado," *PHARMACON*, vol. 3, no. 3, pp. 2302–2493, 2014, doi: 10.35799/pha.3.2014.5450.
 - [9] E. Sunarsih, "Konsep pengolahan limbah rumah tangga dalam upaya pencegahan pencemaran lingkungan," *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, vol. 5, no. 3, pp. 162–167, 2014.
 - [10] R. Adrianto, "Pemantauan jumlah bakteri coliform di Perairan Sungai Provinsi Lampung," *Majalah Teknologi Agro Industri (Tegi)*, vol. 10, no. 1, pp. 1–6, 2018, doi: 10.46559/tegi.v10i1.3920.
 - [11] N. F. Afianti and L. I. Sutiknowati, "Kondisi Pencemaran lingkungan berdasarkan parameter mikrobiologis," *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, vol. 37, no. 3, pp. 135–140, 2020, doi: 10.20884/1.mib.2020.37.3.1022.
 - [12] L. I. Sutiknowati, "Keragaman bakteri pada Perairan Sabang, Provinsi Aceh," *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, vol. 35, pp. 54–62, 2018, doi: 10.20884/1.mib.2018.35.2.523.
 - [13] A. D. Pratiwi, N. Widyorini, and A. Rahman, "Analisis kualitas perairan berdasarkan total bakteri coliform di Sungai Plumbon, Semarang," *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, vol. 8, no. 3, pp. 211–220, 2019, doi: 10.14710/marj.v8i3.24258.
 - [14] A. F. Widiyanto, S. Yuniarno, and K. Kuswanto, "Polusi air tanah akibat limbah industri dan limbah rumah tangga," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 10, no. 2, pp. 246–254, 2015, doi: 10.15294/kemas.v10i2.3388.
 - [15] A. Knob and E. C. Carmona, "Xylanase production by *Penicillium sclerotiorum* and its characterization," *World Applied Sciences Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 277–283, 2008.
 - [16] G. B. Ziah and A. Farid, "Status mutu perairan dan arah kebijakan pengelolaan limbah domestik di lingkungan Pesisir Kamal Bangkalan," *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, vol. 1, no. 3, pp. 371–383, 2020, doi: 10.21107/juvenil.v1i3.8590.
 - [17] H. Ghaisani and K. Fadilah, "Analisis kualitas air laut di sekitar Pelabuhan Tanjung Perak, Kota Surabaya," *Jurnal Wilayah, Kota dan Lingkungan Berkelanjutan*, vol. 2, no. 1, pp. 24–32, 2023, doi: 10.58169/jwikal.v2i1.127.
 - [18] M. Muarif, "Karakteristik suhu perairan di kolam budidaya perikanan," *Jurnal Mina Sains*, vol. 2, no. 2, pp. 96–101, 2016, doi: 10.30997/jms.v2i2.444.
 - [19] T. Tururaja and R. Moge, "Bakteri coliform di Perairan Teluk Doreri, Manokwari: Aspek pencemaran laut dan identifikasi species," *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, vol. 15, no. 1, pp. 47–52, 2010, doi: 10.14710/ik.ijms.15.1.47-52).
 - [20] N. H. Laili, I. W. Abida, and A. S. Junaedi, "Nilai *total plate count* (TPC) dan jumlah jenis bakteri air limbah cucian garam (bittern) dari tambak garam Desa Banyuajuh Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan," *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, vol. 3, no. 1, pp. 26–31, 2022, doi: 10.21107/juvenil.v3i1.15075.
 - [21] S. Suriani, S. Soemarno, and S. Suharjo, "Pengaruh suhu dan pH terhadap laju pertumbuhan lima isolat bakteri anggota genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari ekosistem sungai tercemar deterjen di sekitar kampus Universitas Brawijaya," *Indonesian Journal of Environmental Law and Sustainable Development*, vol. 3, no. 2, pp. 58–62, 2013.
 - [22] A. Naillah, L. Y. Budiarti, and F. Heriyani, "Literature review: Analisis kualitas air sungai dengan tinjauan parameter pH, Suhu, BOD, COD, DO terhadap coliform," *Homeostatis*, vol. 4, no. 2, pp. 487–494, 2021, doi: 10.20527/ht.v4i2.4041.