

Deteksi Total Bakteri *Escherichia coli* Pada Sedimen Laut Perairan Desa Padelegan Sebagai Indikator Cemaran Mikrobiologis Wisata Pantai *The Legend*-Pamekasan

Eka Nurrahema Ning Asih*, Annisa Ramadhanti, Ashari Wicaksono, Kartika Dewi, Sri Astutik

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang, PO BOX 2 Kamal, Bangkalan, Jawa Timur 69162 Indonesia
*Corresponding author, email: eka.asih@trunojoyo.ac.id

ABSTRAK: *Escherichia coli* tergolong bakteri *fecal coliform* yang merupakan kelompok bakteri patogen sebagai indikator pencemaran mikrobiologi air. Tingginya jumlah bakteri tersebut di perairan Desa Padelegan diduga disebabkan oleh tekanan pencemaran dalam rumah tangga. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas bakteriologis khususnya bakteri *Escherichia coli* yang terakumulasi pada sedimen perairan Desa Padelegan terkait dengan keselamatan operasional kawasan wisata pantai *The Legend* di sekitar lokasi. Metode yang digunakan untuk analisis total bakteri *Escherichia coli* mengacu pada SNI 2332.1:2015. Hasil penelitian menunjukkan nilai total bakteri *Escherichia coli* pada 7 stasiun berkisar antara <3,0 MPN/g - 93 MPN/g. Total bakteri *Escherichia coli* pada seluruh stasiun tersebut berada di bawah ambang batas untuk keperluan wisata bahari sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 yaitu <200 MPN/g dengan toleransi <10%. Nilai analisis total bakteri *Escherichia coli* menunjukkan bahwa kualitas perairan khususnya sedimen di sekitar Desa Padelegan berada pada kategori masih baik dan aman untuk kegiatan wisata bahari.

Kata Kunci: *Escherichia coli*; Desa Padelegan; Limbah domestik; Sedimen.

Detection of Total Escherichia coli Bacteria in Marine Sediment in Padelegan Village Waters as an Indicator of Microbiological Contamination for Beach Tourism The Legend-Pamekasan

ABSTRACT: *Escherichia coli* is classified as *Fecal coliform* bacteria which is a group of pathogenic bacteria as an indicator of water microbiological contamination. The high total number of these bacteria in the waters of Padelegan Village is thought to have come from the pressure of domestic contamination. This study was conducted to determine the bacteriological quality, especially *Escherichia coli* bacteria that accumulate in the sediments of the waters of Padelegan Village related to the safety of operating beach tourism areas *The Legend* around the location. The method used for the total analysis of *Escherichia coli* bacteria refers to SNI 2332.1:2015. The results showed that the total value of *Escherichia coli* bacteria at 7 stations ranged from <3.0 MPN/g - 93 MPN/g. The total *Escherichia coli* bacteria at all of these stations were below the threshold for marine tourism purposes according to the Decree of the State Minister for the Environment No. 51 of 2004, namely <200 MPN/g with a tolerance of <10%. The value of the total analysis of *Escherichia coli* bacteria shows that the quality of the waters, especially the sediments around the village of Padelegan, is in the category that is still good and safe for marine tourism activities.

Keywords: *Escherichia coli*; Padelegan Village; Domestic waste; Sediment.

PENDAHULUAN

Laut Indonesia merupakan perairan yang menyediakan berbagai macam potensi serta manfaat (Setyati *et al.*, 2022). Potensi tersebut berupa kegiatan pengolahan hasil perikanan tangkap (*capture fishery processing*), budidaya perikanan (*aquaculture*), dan wisata bahari (*marine tourism*). Desa Padelegan adalah desa pesisir yang terletak di selatan Pulau Madura dengan jumlah

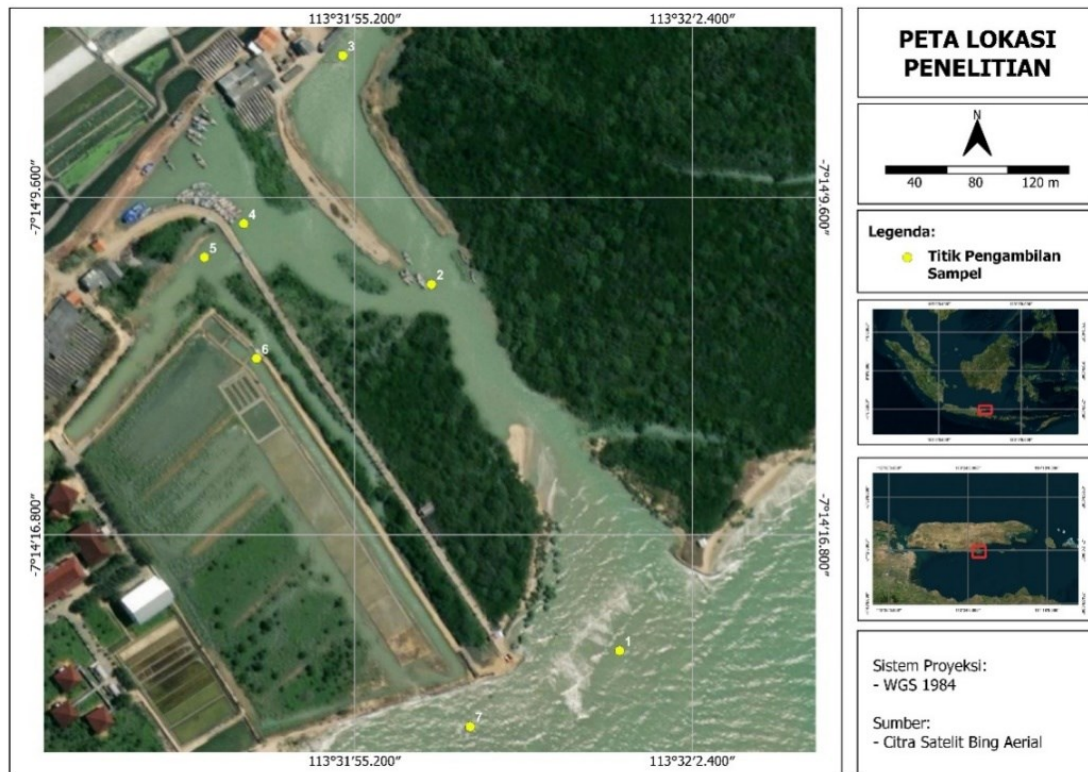
penduduk sekitar 3.266 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pamekasan 2020). Beberapa kegiatan masyarakat yang banyak dijumpai di sekitar pesisir desa ini diantaranya perikanan tangkap, usaha pengeringan ikan, areal perbaikan kapal nelayan serta areal wisata bahari berupa pantai *The Legend*. Padatnya kegiatan masyarakat pesisir desa ini secara tidak langsung dapat menghasilkan cemaran dan limbah yang mengalir dari muara sungai ke laut lepas sehingga berpotensi menimbulkan cemaran mikrobiologis di sekitar perairan. Sumber cemaran dari beberapa kegiatan di sekitar pesisir masuk ke dalam perairan sehingga menyebabkan kepadatan bakteri patogen tinggi di sekitar perairan (Widyaningsih *et al.*, 2016). Salah satu jenis cemaran mikrobiologis yang banyak ditemukan di perairan adalah bakteri *Fecal coliform*.

Bakteri *Fecal coliform* merupakan kelompok bakteri patogen yang memicu pencemaran mikrobiologis pada air dan sedimen laut (Liang *et al.*, 2016). Salah satu spesies dari kelompok bakteri *Fecal coliform* sebagai indikator cemaran mikrobiologis adalah *Escherichia coli* (Setyati *et al.*, 2022). Bakteri *Escherichia coli* merupakan kelompok bakteri gram negatif dan dapat dihambat pertumbuhannya menggunakan bakteri *Virgibacillus marismortui* (Asih & Kartika, 2021). Bakteri ini terkandung pada tinja manusia dan mamalia yang terakumulasi ke dalam perairan melalui aliran sungai (Imamah & Makhfud 2021). Keberadaan bakteri ini pada perairan juga didukung dari masuknya limbah domestik dan kegiatan industri di sekitar perairan salah satunya di sekitar pantai *The Legend* Desa Padelegan. Pantai *The Legend* merupakan salah satu ikon wisata pantai baru di pulau Madura dengan ciri khas pantai berpasir putih halus dan cocok untuk wisata menunggu matahari terbenam, berfoto dan jalan santai di sekitar pantai saat kondisi pantai surut (Disporapar Kabupaten Pamekasan 2022). Lokasi pantai *The Legend* dibagian sisi timur yang merupakan muara sungai Desa pesisir Padelegan yang padat kegiatan limbah domestik dan industri pengeringan ikan diduga dapat menjadi pemicu terakumulasinya cemaran *Escherichia coli* di areal wisata ini. Hal ini memberikan informasi perlunya dilakukan kegiatan identifikasi dan perhitungan total bakteri *Escherichia coli* yang terakumulasi pada sedimen sebagai acuan dalam memprediksi awal kuantitas bakteri ini di sedimen pantai *The Legend*.

Total bakteri *Escherichia coli* yang terakumulasi pada sedimen lebih tinggi dibandingkan total bakteri di kolom atau permukaan perairan (Smith *et al.*, 2019). Identifikasi jumlah total bakteri *Escherichia coli* pada sedimen penting dilakukan untuk mendeskripsikan kualitas perairan sebagai upaya pemantauan dan monitoring keamanan wisatawan khususnya kegiatan wisata jalan santai di sekitar pantai *The Legend*. Pemantauan kualitas perairan saat ini belum menunjukkan hasil konkret terkait adanya indikator kontaminasi *Escherichia coli* pada sedimen karena sampel hanya diambil dari permukaan atau kolom air perairan (Wyness *et al.*, 2019). Setyati *et al.*, (2022) juga mendukung pernyataan tersebut bahwa deteksi cemaran mikrobiologis sering kali diabaikan khususnya pada daerah wisata bahari yang secara langsung mengancam kesehatan para wisatawan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas *Escherichia coli* yang terakumulasi di sedimen perairan Desa Padelegan terkait dengan keamanan areal wisata yang beroperasi di sekitar lokasi. Data jumlah total bakteri *Escherichia coli* yang ditemukan di lokasi didukung dengan data jenis sedimen untuk mendeskripsikan habitat bakteri ini yang terakumulasi di masing-masing stasiun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi awal dan acuan bagi masyarakat pesisir, pelaku wisata, dan pemerintah di Desa Padelegan-Pamekasan terkait kondisi cemaran mikrobiologis yaitu *Escherichia coli* di lokasi penelitian.

MATERI DAN METODE

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di perairan sekitar Desa Padelegan, Madura pada 7 stasiun (Gambar 1) berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan melihat aspek keterwakilan lokasi sebagai penghasil sumber cemaran bakteri *Escherichia coli*. Sampel sedimen diambil pada keadaan air surut dengan menggunakan serok dan dimasukkan dalam *aluminium foil zipper*. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing titik sebagai ulangan. Sampel kemudian disimpan di dalam *cool box* yang berisi *dry ice* untuk segera dilakukan analisa di laboratorium. Analisa jumlah total



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

bakteri *Escherichia coli* dilakukan di UPT Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan (PMP2KP) Surabaya. Analisa jenis sedimen dilakukan di Laboratorium Oseanografi, Universitas Trunojoyo Madura.

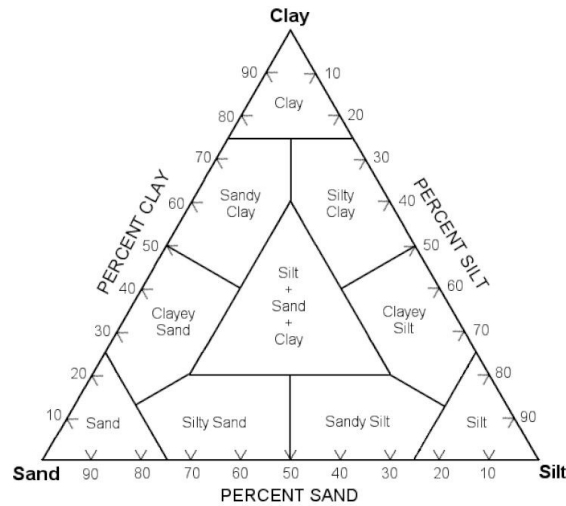
Uji Kelimpahan Bakteri *Escherichia coli* pada Sedimen (SNI 2332.1:2015)

Sampel sedimen yang diperoleh dari perairan di sekitar Desa Padelegan dianalisa jumlah total bakteri *Escherichia coli* dan jenis sedimen. Analisa bakteri mengacu pada metode SNI 2332.1:2015 yang terdiri dari uji pendugaan pada LTB (*Lauryl Tryptose Broth*), uji penegasan pada EC Broth (*Escherichia coli Broth*), dan uji konfirmasi pada CCA (*Chromocult Coliform Agar*).

Pengujian jumlah total bakteri dimulai dengan melakukan preparasi sampel yaitu menimbang sebanyak 25g sampel dan homogenkan dengan 225 mL larutan *Butterfield's Phosphate Buffer* (BFP). Sampel yang telah dipreparasi diencerkan dengan pengenceran 10^{-2} dengan cara melarutkan 1 mL larutan 10^{-1} kedalam 9 mL larutan BFP dan seterusnya. Sebanyak 1 mL larutan dari setiap pengenceran dimasukkan kedalam 3 tabung LTB yang berisi tabung durham dan inkubasi pada suhu $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ selama 48 jam. Uji pendugaan dilakukan dengan menginokulasi 1 ose bakteri pada setiap tabung LTB yang positif ketabung-tabung EC Broth yang berisi tabung durham, kemudian inkubasi pada *waterbath* dengan suhu $45.5^{\circ} \pm 0.2^{\circ}$ selama 48 jam. Uji penegasan dilakukan dengan menginokulasi 1 ose bakteri pada setiap tabung EC Broth yang positif ke media *Chromocult Coliform Agar*, kemudian inkubasi pada suhu $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ selama 24 jam. Jumlah total bakteri *Escherichia coli* dihitung dari nilai MPN/g pada *Chromocult Coliform Agar* menggunakan tabel MPN.

Uji Jenis Sedimen

Sampel sedimen laut diambil pada kondisi air surut dengan menggunakan serok dan dimasukkan kedalam *aluminium foil zipper* untuk dianalisa di laboratorium. Analisa jenis sedimen



Gambar 2. Diagram Shepard 1954

mengacu pada buku *Methods for Study of Marine Benthos, Fourth Edition* yang terdiri dari metode *sieving* dan *pipetting* (Eleftheriou 2013). Ukuran partikel dalam penentuan sedimen mengacu pada Skala Wentworth dan persebaran jenis sedimen dilakukan dengan menghubungkan nilai persentase pada Diagram Shepard (Gambar 2).

Analisa jenis sedimen dilakukan menggunakan dua metode penelitian yaitu metode *pipetting* dan metode *sieving* (Hafizh 2021). Metode *pipetting* dilakukan pada sedimen dari stasiun 2 hingga stasiun 6, karena pada stasiun tersebut didominasi oleh jenis sedimen *silt* dan *clay* dengan butiran halus. Metode *pipetting* dilakukan dengan cara mengambil butiran sedimen pada gelas ukur 1000 mL yang berisi 1 liter air untuk disaring pada kertas saring. Pemipetan butiran sedimen dilakukan dengan memperhitungkan jarak dan waktu yang telah ditentukan dengan menggunakan pipet berukuran 0.063 mm. Metode *sieving* dilakukan pada sedimen dari stasiun 1 dan 7, karena stasiun tersebut didominasi oleh jenis sedimen *sand* dengan ukuran butir lebih besar dibandingkan stasiun 2-6. Analisa jenis sedimen dilakukan dengan menggunakan ayakan (*sieve shaker*) bertingkat dengan ukuran tertentu yaitu 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, dan 0,125 mm. Ukuran partikel sedimen pada stasiun 1-7 mengacu pada Skala Wentworth.

Analisis Data

Data yang diperoleh berupa data kualitatif dan dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar. Data tersebut dinarasikan dan diinterpretasikan dengan literatur yang berkaitan dan mendukung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perairan Desa Padelegan Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan saat ini mengembangkan beberapa sektor bahari sebagai sumber pendapatan desa diantaranya wisata bahari, industri pengolahan perikanan skala rumah tangga (Widowati *et al.*, 2019), dan tambak garam tradisional/ garam rakyat (Gemilang & Kusumah 2019). Upaya pengembangan desa sebagai areal wisata bahari dilakukan dengan mulai dikelola dan dioperasikannya wisata pantai *The Legend* secara berkala di desa tersebut. Berdasarkan demografi Desa Padelegan, areal pantai *The Legend* berdekatan langsung dengan muara sungai Desa Padelegan. Padatnya aktivitas masyarakat pesisir dapat memicu tingginya akumulasi bakteri patogen yaitu *Escherichia coli* di sekitar areal pantai tersebut. Beberapa kegiatan yang menjadi sumber cemaran *Escherichia coli* yaitu pembuangan air limbah pencucian ikan, keberadaan saluran buangan MCK (mandi, cuci dan kakus) warga dan areal lokasi pembuangan perbaikan kapal dibuang secara langsung ke sungai. Limbah domestik dan

industri yang berasal dari sungai umumnya mengalir ke muara kemudian berakhir ke laut (Imamah & Makhfud 2021). Limbah yang terakumulasi pada perairan akan berpengaruh terhadap kepadatan bakteri pencemar *Escherichia coli* serta berpotensi mengancam wisatawan pantai (Askar *et al.*, 2018).

Jenis sedimen di sekitar Perairan Padelegan- Madura terdiri dari 3 jenis sedimen yaitu *sand* (pasir), *silt* (lanau), dan *clay* (lempung) dengan jenis sedimen paling dominan adalah *silt* (lanau) (Tabel 1). Hasil analisis menunjukkan bahwa stasiun 1 dan stasiun 7 sebagai muara sungai dan areal wisata pantai *The Legend* didominasi oleh sedimen pasir yaitu Stasiun 1 sebesar 94.482% dan Stasiun 7 sebesar 89.405%. Ukuran partikel sedimen mengacu pada Skala Wentworth seperti *sand* (pasir) dengan ukuran butir 2–0,125 mm, *silt* (lanau) dengan ukuran butir 0,062–0,0039 mm, serta *clay* (lempung) dengan ukuran butir <0,0039 (Eleftheriou 2013). Perbedaan dominasi jenis sedimen pada setiap stasiun memungkinkan terjadinya perbedaan kelimpahan bakteri *Escherichia coli* yang terakumulasi.

Kelimpahan bakteri *Escherichia coli* yang terdeteksi pada sedimen masing-masing stasiun cukup bervariasi (Tabel 2). Hasil uji pendugaan awal menunjukkan bahwa kelimpahan total bakteri *Escherichia coli* pada sedimen menggunakan tabung berisi media *Lauryl Tryptose Broth* terdeteksi pada stasiun 2 sebesar 23 MPN/g, stasiun 3 dan stasiun 6 sebesar 43 MPN/g, stasiun 4 dan stasiun 5 sebesar 240 MPN/g, sedangkan pada stasiun 1 dan stasiun 7 dapat dikatakan bahwa tidak ada bakteri *Escherichia coli* yang terakumulasi pada sedimen laut karena kelimpahan bakteri ini terdeteksi <3,0 MPN/g (Gambar 3). Hasil uji pendugaan dilanjutkan ke uji penegasan untuk memastikan bahwa isolat bakteri yang di tumbuhkan merupakan bakteri *Escherichia coli* di media selektif *Escherichia coli Broth*. Hasil uji penegasan menunjukkan ada 3 stasiun yang teridentifikasi memiliki sifat seperti *Escherichia coli* berupa terbentuknya gas di tabung durham (Gambar 4) pada titik lokasi 2 yaitu 3,6 MPN/g, stasiun 4 yaitu 240 MPN/g, stasiun 5 yaitu 43 MPN/g, sedangkan 4 stasiun lainnya tidak teridentifikasi adanya bakteri *Escherichia coli* yaitu <3,0 MPN/g.

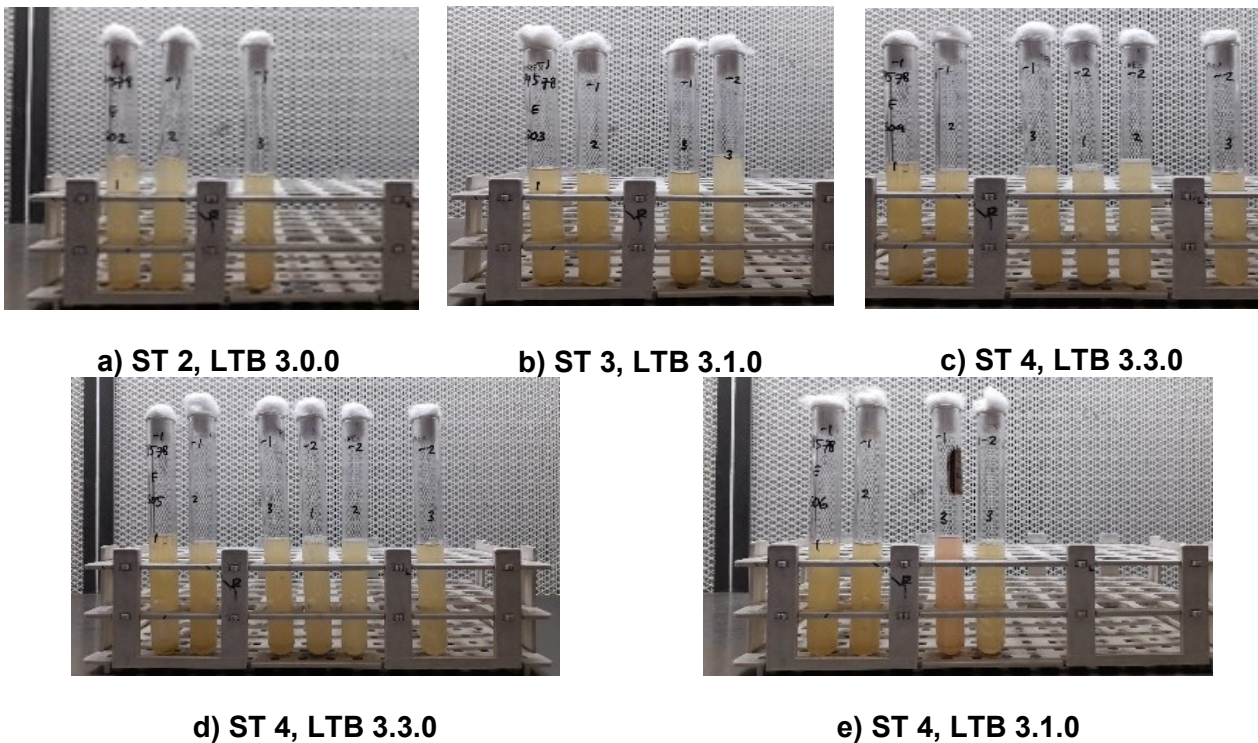
Isolat yang telah diuji penegasan dilanjut menggunakan uji konfirmasi menggunakan media *cromocult* (Tabel 2 dan Gambar 5). Hasil uji konfirmasi menunjukkan bahwa stasiun yang positif *Escherichia coli* berjumlah 3 stasiun yaitu stasiun 2 yaitu 3,6 MPN/gr, stasiun 4 yaitu 93 MPN/gr, stasiun 5 yaitu 15 MPN/gr, sedangkan stasiun lainnya negatif bakteri *Escherichia coli* yaitu <3,0 MPN/gr. Secara umum berdasarkan uji konfirmasi stasiun 4 merupakan titik lokasi yang memiliki kelimpahan bakteri *Escherichia coli* pada sedimen tertinggi sebesar 93 MPN/gr. Sumber utama cemaran yang diduga memicu tingginya kelimpahan *Escherichia coli* di stasiun 4 berasal dari masuknya limbah domestik masyarakat berupa buangan air mandi, cuci dan kakus (MCK) banyak ditemukan di lokasi.

Tabel 1. Hasil Analisa Jenis Sedimen pada Setiap Stasiun

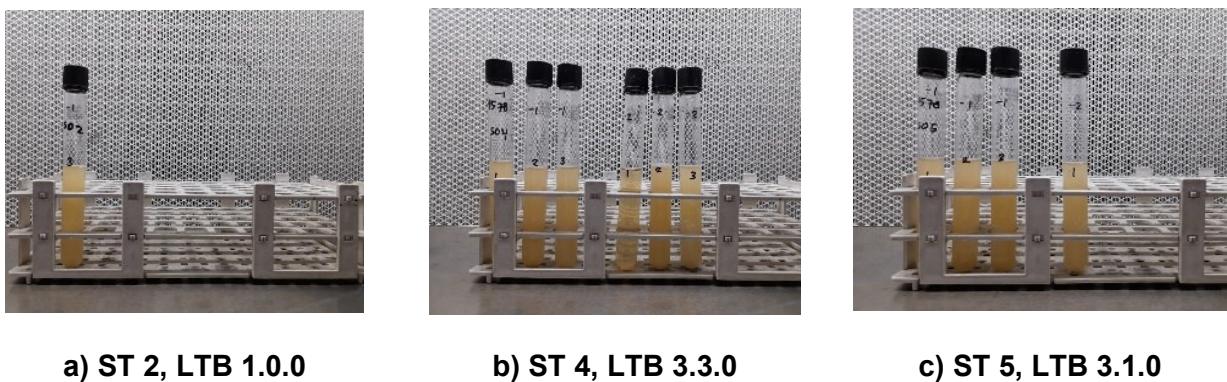
Stasiun	Kandungan Sedimen (%)			Jenis Sedimen
	<i>Sand</i>	<i>Silt</i>	<i>Clay</i>	
1	94.482	5.382	0.170	<i>Sand</i>
2	-	66.337	33.663	<i>Clay</i>
3	-	79.808	20.192	<i>Silt</i>
4	-	94.318	5.682	<i>Silt</i>
5	-	85.366	14.634	<i>Silt</i>
6	-	98.969	1.031	<i>Silt</i>
7	89.405	10.116	0.478	<i>Sand</i>

Keterangan: a) Stasiun 1 dan 7 menggunakan metode *sieving*, b) Stasiun 2-6 menggunakan metode *pipetting* yang mengacu pada buku *Methods for Study of Marine Benthos* (2013) (Sumber: Data Penelitian, 2022).

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil uji konfirmasi total bakteri *Escherichia coli* pada stasiun 1 dan stasiun 7 yang memiliki jenis sedimen yang sama yaitu pasir (pasir) yaitu <math><3,0</math> MPN/g. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen pasir cenderung memiliki kelimpahan bakteri yg sedikit atau dikategorikan tidak tercemar bakteri *Escherichia coli*. Kepadatan bakteri *Escherichia coli* umumnya lebih banyak terakumulasi di sedimen daripada di air laut (Smith *et al.*, 2019). Keberadaan dan kelimpahan bakteri ini di sedimen kemungkinan besar karena dipicu oleh pasokan nutrisi salah satunya bahan organik yang ada pada sedimen dan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi oleh beberapa jenis bakteri salah satunya bakteri *Escherichia coli*. Jenis sedimen pasir umumnya minim mengandung bahan organik dikarenakan struktur butiran pasir lebih besar, kerapatannya rendah, permeabilitas yang tinggi, dan mudah mengalami pencucian akibat pasang surut, sehingga sulit untuk menyimpan bahan organik yang terlarut (Hakim *et al.*, 2016).



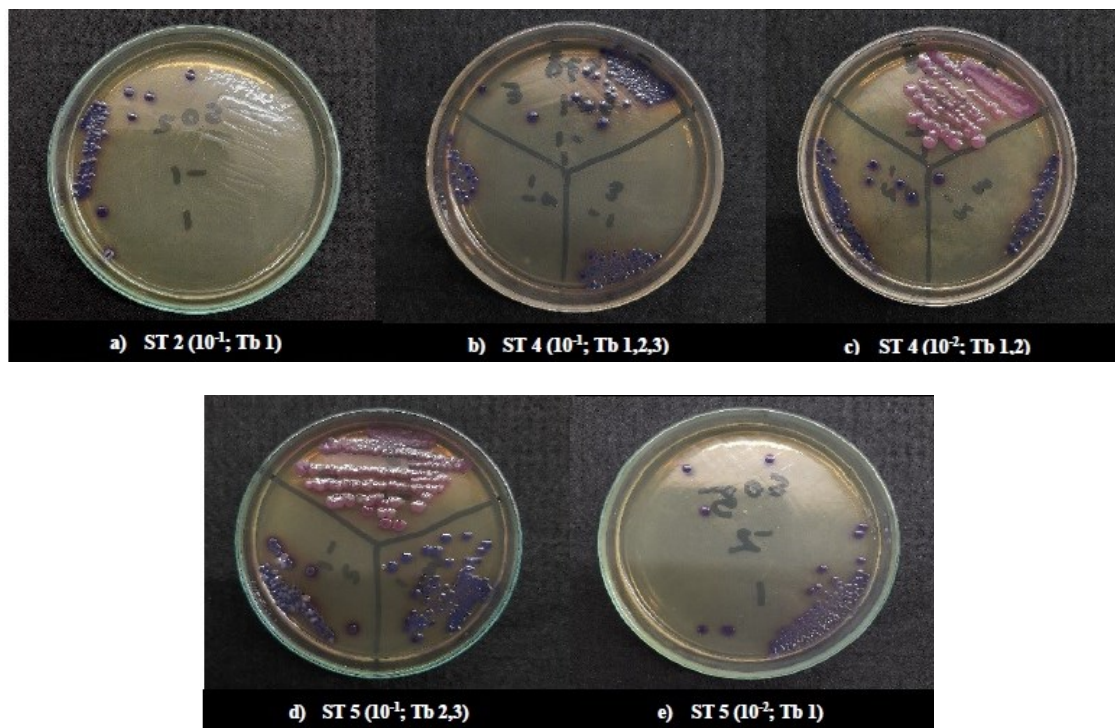
Gambar 3. Hasil uji pendugaan awal kelimpahan total bakteri *Escherichia coli* pada sedimen menggunakan media *Lauryl Tryptose Broth*.



Gambar 4. Hasil uji penegasan kelimpahan total bakteri *Escherichia coli* pada sedimen menggunakan media *Escherichia coli Broth* dengan indikator terbentuknya gas pada masing-masing tabung durham.

Jenis sedimen juga dapat menentukan seberapa mudah bakteri berpindah dan seberapa baik nutrisi yang dapat berdifusi ke dalam sedimen. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Liang *et al.* (2016) bahwa *Escherichia coli* pada sedimen memiliki hidrofobisitas yang jauh lebih besar daripada di air. Hidrofobisitas merupakan salah satu sifat bakteri yang dapat menentukan jalur patogen isinya. Rahayu *et al.* (2018) menjelaskan bahwa patogenitas adalah kemampuan bakteri untuk menimbulkan suatu penyakit apabila mampu bertahan di dalam tubuh inang dan menyerang sistem imun sehingga menimbulkan penyakit.

Informasi lain yang diperoleh dari hasil pengujian pada Tabel 2 yaitu terdapat 3 titik lokasi yang terindikasi memiliki kelimpahan bakteri *Escherichia coli* yaitu stasiun 2 dengan jenis sedimen clay (lumpu) dan stasiun 4 dan stasiun 5 dengan jenis sedimen silt (lanau). Total bakteri *Escherichia coli* pada sedimen stasiun ke 4 merupakan titik lokasi yang memiliki kelimpahan tertinggi yaitu 93 MPN/g dengan jenis sedimen silt (lanau dan lempung). Menurut Stocker *et al.*, (2018) menjelaskan bahwa sedimen dengan fraksi lanau dan lempung menunjukkan pertumbuhan *Fecal Coliform (Escherichia coli)* yang lebih padat dari pada jenis sedimen pasir. Melimpahnya bakteri ini di sedimen lanau dan lempung kemungkinan berhubungan erat keberadaan nutrient (bahan organik) dan ukuran partikel sedimen silt (lanau dan lempung). Menurut Arisa *et al.*, (2014) menyatakan bahwa partikel sedimen dengan ukuran kecil seperti lanau dan lempung memiliki kemampuan untuk mengakumulasi bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan partikel sedimen yang berukuran lebih besar misalnya jenis pasir. Bahan organik sebagai sumber nutrient bagi bakteri *Escherichia coli* terakumulasi pada sedimen lempung dan lanau pada stasiun 2, 4 dan 5, karena jenis sedimen ini menurut Irham *et al.*, (2020), menyatakan jenis substrat lumpur terbentuk dari endapan yang dihasilkan dari pergerakan air laut dengan energi yang lemah, sehingga. Beberapa partikel yang mengendap bersifat organik. Jenis substrat berukuran besar cenderung sulit menahan partikel bahan organik karena memiliki pori-pori lebih besar, mudah terbawa arus dan sulit mengendap dibandingkan jenis substrat yang berukuran kecil seperti lanau dan lempung (Taqwa *et al.*, 2014).



Gambar 5. Koloni Bakteri *Escherichia coli* Pada Media *Chromocult Coliform Agar*

Keterangan: Koloni bakteri *Escherichia coli* berwarna ungu pada media selektif *Chromocult Coliform Agar*; ST: Stasiun; Tb: Tabung.

Tabel 2. Total Bakteri *Escherichia coli* pada sedimen di setiap stasiun penelitian

Stasiun	Hasil Uji Pendugaan Seri 3 Tabung Pada LTB			Total Bakteri (MPN/g)	Hasil Uji Penegasan Seri 3 Tabung Pada <i>EC Broth</i>			Total Bakteri (MPN/g)	Hasil Uji Konfirmasi Pada CCA			Total Bakteri (MPN/g)	Jenis Sedimen
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³		
	1	0	0		0	<3,0	0		0	0	<3,0		
2	3	0	0	23	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6	Clay
3	3	1	0	43	0	0	0	<3,0	0	0	0	<3,0	Silt
4	3	3	0	240	3	3	0	240	3	2	0	93	Silt
5	3	3	0	240	3	1	0	43	2	1	0	15	Silt
6	3	1	0	43	0	0	0	<3,0	0	0	0	<3,0	Silt
7	0	0	0	<3,0	0	0	0	<3,0	0	0	0	<3,0	Sand

Keterangan: a) LTB: *Lauryl Tryptose Broth*; b) *EC Broth*: *Escherichia coli Broth*; c) CCA: *Chromocult Coliform Agar*.

Tingginya total kelimpahan bakteri *Escherichia coli* hasil uji konfirmasi pada stasiun 2, stasiun 4 dan stasiun 5 tidak memberikan efek akumulasi bakteri *Escherichia coli* pada areal stasiun 1 (muara) dan stasiun 7 (areal wisata pantai *The Legend*). Beberapa faktor yang menyebabkan hal ini terjadi diantaranya jenis sedimen, kecepatan arus, bahan organik dan keberadaan vegetasi mangrove di sekitar lokasi penelitian. Menurut Yudha *et al.*, (2020) menyatakan ukuran partikel sedimen memiliki hubungan dengan akumulasi bahan organik di perairan. Selain ukuran partikel sedimen, keberadaan arus juga mempengaruhi konsentrasi bahan organik di perairan (Daulat *et al.*, 2014). Tinggi kandungan bahan organik dipengaruhi oleh kedalaman perairan, keberadaan vegetasi mangrove dan cemaran domestik akibat aktivitas manusia (Yudha *et al.*, 2020). Keberadaan vegetasi mangrove di sepanjang titik lokasi penelitian diduga menjadi penyimpan dan pengikat bahan organik sehingga pada stasiun 7 sebagai areal wisata pantai *The Legend*.

Secara keseluruhan hasil analisa menunjukkan bahwa total bakteri *Escherichia coli* pada masing-masing stasiun masih berada di bawah ambang batas baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004, yaitu <200 MPN/g. Perairan di sekitar Desa Padelegan-Madura dapat dikatakan aman terutama untuk kegiatan wisata bahari di Pantai *The Legend* dan pantai Padelegan.

KESIMPULAN

Perairan di sekitar Desa Padelegan-Madura memiliki 3 jenis sedimen yaitu sand (pasir), silt (lanau), dan clay (lempung). Total bakteri *Escherichia coli* pada seluruh stasiun di sekitar perairan Desa Padelegan-Madura sebesar <3,0 MPN/g-93 MPN/g. Hasil uji konfirmasi menggunakan media *Cromocult Coliform Agar* menunjukkan bahwa stasiun 4 memiliki kelimpahan bakteri *Escherichia coli* tertinggi dibandingkan stasiun lainnya yaitu 93 MPN/g dan jenis sedimen silt (lanau). Total bakteri *Escherichia coli* pada areal wisata pantai *The Legend* masih berada di bawah batas baku mutu sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk wisata bahari, yaitu <200 MPN/g dan masih tergolong aman untuk para wisatawan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Trunojoyo Madura melalui Program Hibah Penelitian Mandiri UTM 2022 dengan nomor kontrak penelitian: 393/UN46.4.1/PT.01.03/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisa, R.R.P., Kushartono, E.W. & Atmodjo, W. 2014. Sebaran Sedimen dan Kandungan Bahan Organik pada Sedimen Dasar Perairan Pantai Slamaran Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 3 (3):342-350.
- Asih, E.N.N., & Kartika, A.G.D. 2021. Potensi dan Karakteristik Bakteri Symbion Karang Lunak *Sinularia* sp. sebagai Anti Bakteri *Escherichia coli* dari Perairan Pulau Gili Labak Madura. *Journal of Marine Research*, 10(3):355-362. DOI: DOI : 10.14710/jmr.v10i3.30689.
- Askar, A.T., Mochamad, U.K.A., Yuli, A. & Lintang, P.Y. 2018. Kelimpahan Bakteri *Coliform* Pada Air Laut, Sedimen dan Foraminifera Jenis *Calcarina* di Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3:36-41. DOI: 10.24198/jaki.v3i1.23391.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pamekasan. 2020. <https://pamekasankab.bps.go.id/>. Diakses pada 14 Juni 2023. Bangkalan: Universitas Trunojoyo Madura.
- Daulat, A., Kusumaningtyas, M.A., Adi, R.A. & Pranowo, W.S. 2014. Sebaran Kandungan CO₂ Terlarut di Perairan Selatan Kepulauan Natuna. *Jurnal Depik*, 3(2):166-177. DOI: 10.13170/depik.3.2.1538.
- Disporapar Kabupaten Pamekasan, 2022. <https://disporapar.pamekasankab.go.id/>. Diakses pada 14 Juni 2023. Bangkalan: Universitas Trunojoyo Madura.
- Eleftheriou, A. [Fourth Edition] 2013. *Methods for the Study of Marine Benthos*. Wiley Blackwell, Chichester, UK. 477 pp.
- Gemilang, W.A. & Kusumah, G. 2019. Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pesisir Padelegan, Pademawu dan Sekitarnya. *Jurnal Kelautan*, 9(2):99-106. DOI: 10.21107/jk.v9i2.1117.
- Hafizh, A., Bandi, S. & Moehammad, A. 2021. Pemetaan Sedimen Perairan Dangkal Menggunakan Data *Multibeam Echosounder* (Studi Kasus: Pantai Kartini, Jepara). *Jurnal Geodesi Undip*, 10: 124-132. DOI: 10.14710/jgundip.2021.29633.
- Hakim, M.A., Martuti, N.K.T. & Irsadi, A. 2016. Estimasi Stok Karbon Mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Life Science*, 5(2):87-94.
- Imamah, P.N. & Makhfud, E. 2021. Analisis Cemaran Bakteri *Escherichia coli* pada Daging Ikan Pelagis Kecil (Studi Kasus) di Perairan Laut Utara dan Selatan Kabupaten Sampang. *Juvenil*, 2: 17-24. DOI: 10.21107/juvenil.v2i1.9656.
- Irham, M., Adhla, S. & Octavina, C. 2020. Analisis Kimia Sedimen di Sekitar Ekosistem Mangrove Desa Lambadeuk, Peukan Bada, Aceh Besar. *Jurnal Depik*, 9(1):1-7. DOI: 10.13170/depik.9.1.15163.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. 2001. Standar Baku Mutu Air Laut Nomor 51 Tahun 2004. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Liang, X., Chunyu, L., Michael, L.T., Michelle, L.S., Laura, R.J & Philip, M.D. 2016. Surface Properties Differ Between Stream Water and Sediment Environments. *Frontiers in Microbiology*, 7:p.1732. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01732.
- Rahayu, W.P., Siti, N. & Ema, K. 2018. *Escherichia coli*: Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko. PT Penerbit IPB Press, 2021. 150 pp.
- Setyati, W.A., Delianis, P., Dony, B.P.P. & Chrisna, A.S. 2022. Monitoring Bakteri *Coliform* pada Pesisir Pantai dan Air Laut di Wisata Pantai Marina dan Pantai Baruna. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25:113-120. DOI: 10.14710/jkt.v25i1.13775.
- Smith, J.E., Matthew, D.S., Robert, L.H. & Yakov, A.P. 2019. The Effect of Temperature Oscillations and Sediment Texture on Fecal Indicator Bacteria Survival in Sediments. *Water Air Soil Pollut*, 2019: 230-270. DOI: 10.1007/s11270-019-4278-7.
- Stocker, M.D., Jaclyn, E.S., Cesar, H., Dumitru, M. & Yakov, P. 2019. Seasonality of *E.coli* and *Enterococci* Concentrations in Creek Water, Sediment, and Periphyton. *Water Air Soil Pollut*, 2019: 223-230. DOI: 10.1007/s11270-019-4263-1.

- Standar Nasional Indonesia Nomor 2332.1-2015. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 1: Penentuan *Coliform* dan *Escherichia coli* pada Produk Perikanan. Indonesia: Badan Standarisasi Nasional.
- Taqwa, R.N., Muskananfolo, M.R. & Ruswahyuni. 2014. Studi Hubungan Substrat Dasar dan Kandungan Bahan Organik dalam Sedimen dengan Kelimpahan Hewan Makrobenthos di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(1):125-133. DOI: 10.14710/marj.v3i1.4429.
- Widowati, C., Marzuki, P.M., Sumedi, M., Poespasari, E.D., Soelistyowati, & Moechtar, O. 2019. Pendampingan Hukum Kontrak Sentra Industri Teri Crispy di Desa Padelegan Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Pengabdian Hukum Indonesia*, 2(1):68-79.
- Widyaningsih, W., Supriharyono, & Widyorini, N. 2016. Analisis Total Bakteri *Coliform* di Perairan Muara Kali Wisu Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(3):157-164.
- Wyness, A.J., David, M.P., Tania, M., Emma, C.D., Marc, I.S & Lisa, M.A. 2019. Factors Effecting the Spatial and Temporal Distribution of *E.coli* in Intertidal Estuarine Sediments. *Stoten*, 2019: 1-28. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.061.
- Yudha, G.A., Suryono, C.A., & Santoso, A. 2020. Hubungan antara Jenis Sedimen Pasir dan Kandungan Bahan Organik di Pantai Kartini, Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(4):423-430. DOI: 10.14710/jmr.v9i4.29020.