

# DETEKSI BAKTERI COLIFORM SEBAGAI INDIKATOR PENCEMARAN MIKROBIOLOGIS DI KAWASAN PANTAI LABOMBO KOTA PALOPO

*DETECTION OF COLIFORM BACTERIA AS AN INDICATOR OF MICROBIOLOGICAL  
CONTAMINATION IN THE LABOMBO BEACH AREA, PALOPO CITY*

**Mutmainnah<sup>1</sup>, Rahmawati Nur Annisa<sup>1\*</sup>, Fajria Sari Sakaria<sup>1</sup>**

*1. Prodi Ilmu Kelautan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Palopo*

*\*E-mail : Rahmawati\_nurannisa@umpalopo.ac.id*

Diterima: 31 Mei 2024; Disetujui: 22 Juli 2024

## **ABSTRAK**

Kawasan pesisir, termasuk Pantai Labombo di Kota Palopo, memiliki potensi besar sebagai sumber daya alam dan destinasi wisata. Potensi tersebut terancam oleh pencemaran laut, khususnya sampah plastik dan limbah rumah tangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran mikrobiologis di Pantai Labombo dengan mendeteksi keberadaan bakteri *coliform*. Metode penelitian ini menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) seri 5 tabung yang disesuaikan dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari, dengan standar maksimum 1000 MPN/100 ml. Hasil uji MPN menunjukkan bahwa sampel air di Kawasan Pantai Labombo memiliki nilai Indeks MPN sebesar >1600 MPN/100 ml, jauh melebihi batas baku mutu. Hal ini mengindikasikan adanya pencemaran mikrobiologis yang signifikan di kawasan tersebut. Pencemaran ini disebabkan oleh bakteri *coliform-nonfecal*, ditandai dengan pertumbuhan koloni berwarna pink kemerahan pada media EMBA. Bakteri coliform-nonfecal umumnya berasal dari hewan dan tanaman mati atau membusuk, namun juga dapat mengindikasikan kontaminasi oleh limbah domestik yang tidak diolah dengan baik.

**Kata kunci:** *Bakteri coliform, Kota Palopo, Pantai Labombo, Pencemaran mikrobiologis,*

## **ABSTRACT**

Coastal areas, including Labombo Beach in Palopo City, have immense potential as natural resources and tourist destinations. However, this potential is threatened by marine pollution, primarily from plastic waste and domestic wastewater. This study aimed to determine the level of microbiological pollution in Labombo Beach by detecting the presence of coliform bacteria. The Most Probable Number (MPN) method with five-tube series was employed, following the Indonesian Ministry of Environment Decree No. 51/2004 on the Quality Standards of Seawater for Marine Tourism, with a maximum standard of 1000 MPN/100 ml. MPN test results indicated that water samples from Labombo Beach had an MPN Index of >1600 MPN/100 ml, far exceeding the quality standard. This signifies significant microbiological pollution in the area. The pollution was attributed to coliform-nonfecal bacteria, characterized by the growth of pink-reddish colonies on EMBA media. Coliform-nonfecal bacteria typically originate from dead or decaying animals and plants but can also indicate contamination from improperly treated domestic wastewater.

**Keywords:** *Coliform bacteria, Palopo City, Labombo Beach, Microbiological contamination*

## **1. Pendahuluan**

Daerah pesisir merupakan wilayah yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi sehingga menjadikannya area penting bagi pemenuhan kebutuhan masyarakat seperti sumber makanan, tempat tinggal, dan destinasi wisata. Di Kota Palopo, dengan luas perairan 172 Km<sup>2</sup> dan

garis pantai mencapai 21 Km<sup>2</sup> (Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Palopo, 2018), pesisir pantai menawarkan potensi yang luar biasa. Pantai Labombo, salah satu destinasi wisata populer di Kota Palopo, terletak hanya 2 km dari pusat kota.

Namun, di balik potensi tersebut, kawasan pesisir juga dihadapkan pada berbagai tantangan,

terutama terkait dengan kebersihan dan kelestarian lingkungan. Hasil penelitian pendahuluan oleh Hasrianti et al. (2018) menunjukkan bahwa kualitas perairan pesisir Kota Palopo, meskipun memenuhi standar baku mutu untuk beberapa parameter kimia dan fisika seperti suhu dan pH (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004) masih terancam oleh berbagai pencemar.

Salah satu masalah utama adalah sampah. Data menunjukkan adanya sampah yang mengapung di permukaan laut pada beberapa stasiun pengamatan (Hasrianti et al. (2018). Kurangnya penetapan kawasan konservasi dan zonasi wilayah wisata pantai di Labombo juga menyebabkan upaya perbaikan kerusakan habitat/ekosistem terhambat. Selain itu, keterbatasan sarana kesehatan seperti MCK dan petugas kesehatan di wilayah tersebut turut memperparah situasi (Patawari, 2017).

Jenis sampah yang menumpuk di Pantai Labombo, didominasi oleh plastik, bekas minuman, dan makanan dari pengunjung, merupakan bukti nyata dari rendahnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan laut. Perilaku membuang sampah sembarangan, baik oleh pengunjung pantai maupun pedagang kaki lima, menjadi faktor utama pencemaran laut (Prasetyo, E., 2020).

Menurut Hamuna et al. (2018), Keberadaan sampah dan bahan pencemar di laut berpotensi mengakibatkan degradasi lingkungan pesisir dan ekosistem di sekitarnya. Keberadaan pencemar organik dan anorganik di perairan pesisir pantai berpotensi menyebabkan kerusakan signifikan terhadap fungsi fisik, kimia, dan biologis air, termasuk peningkatan populasi bakteri termasuk bakteri *coliform*. Keberadaan bahan organik di perairan, meskipun esensial bagi kelangsungan hidup ekosistem, dapat menimbulkan efek buruk bagi lingkungan akuatik dan kesehatan manusia apabila jumlahnya berlebihan seperti kekeruhan, kurangnya oksigen terlarut serta dapat memicu munculnya bakteri patogen (Sabar & Inayah, 2016).

*Coliform* merupakan kelompok mikroorganisme yang umum digunakan sebagai indikator kualitas air dan tingkat pencemaran lingkungan (Stollewerk et al., 2014). Kelompok ini dicirikan dengan morfologi batang, sifat Gram-negatif, tidak berspora, kemampuan metabolisme aerobik dan anaerob fakultatif, serta dapat memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas. Bakteri *coliform* diklasifikasikan menjadi dua kategori utama: *coliform fecal* dan *coliform non-fecal*. *Coliform fecal* umumnya berasal dari usus manusia atau hewan (Lestari et al., 2022), sedangkan *coliform non-fecal* umumnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang telah mati (Fadhila et al., 2015).

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 179 Tahun 2004

mengenai Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari, batas maksimum kandungan bakteri Total *coliform* dalam air laut ditetapkan sebesar 1000 ( $10^3$ ) MPN/100 ml dan bakteri *E.coli* dalam air laut adalah 200 MPN/100 ml. Apabila kadar bakteri dalam air laut melebihi batas tersebut, maka hal ini mengindikasikan terjadinya pencemaran laut.

Analisis bakteri *Coliform* pada air laut di kawasan Pantai Labombo penting dilakukan untuk mengetahui mutu air laut tersebut. Parameter mikrobiologi merupakan salah satu parameter biologi yang digunakan sebagai bioindikator untuk pencemaran air dari limbah domestik, pengolahan limbah industri, sampah dan kotoran hewan. Sejauh ini, belum ada data tentang bakteri *coliform* di kawasan Wisata Pantai Labombo. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri *coliform* pada perairan di kawasan Wisata Pantai Labombo Kota Palopo. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang tingkat pencemaran mikrobiologis di kawasan tersebut dan membantu dalam upaya pengelolaan pantai yang lebih baik

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2023 di Kawasan Wisata Pantai Labombo, Kota Palopo, Sulawesi Selatan. Sampel air diambil pada titik tempat yang banyak aktivitas berenang. Analisis bakteri *coliform* dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Farmasi Universitas Muhammadiyah Palopo.

### **2.2 Prosedur Penelitian**

#### **2.2.1 Persiapan**

Persiapan awal yang dilakukan menentukan lokasi pengamatan serta alat dan bahan yang akan digunakan dan pembuatan media uji. Adapun Media uji yang digunakan adalah *Media Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLB), *Media Lactose Broth* (LB), *Media Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA).

#### **2.2.2 Pengambilan Sampel**

Sampel diambil dari perairan Wisata Pantai Labombo pada titik telah ditentukan sebelumnya. Sebelum sampel air diambil, dilaksanakan pengukuran parameter fisik dan kimia secara langsung (insitu). Sampel air dimasukkan ke dalam botol sebanyak 100 ml dan disimpan dalam *cooler box*.

### 2.2.3 Pengukuran Parameter Fisik dan Kimia Sampel Air Laut

Sebelum sampel air diambil, dilaksanakan pengukuran parameter secara kimia secara langsung (insitu) dengan menggunakan pH meter untuk mengetahui pH sampel air dan mengukur oksigen terlarut dalam air (DO) menggunakan DO meter. Pengukuran parameter secara fisika (insitu) menggunakan refractometer, untuk mengetahui salinitas air sampel, termometer untuk mengetahui suhu air, dan parameter biologi.

### 2.2.4 Deteksi coliform menggunakan uji Most Probable Number (MPN)

Metode MPN terdiri dari 3 tahapan. Tahapan pertama adalah Uji Pendugaan (*Presumptive Test*). Pada pengenceran 3 terakhir dimasukkan 1 mL ke dalam 5 tabung reaksi yang mengandung 9 mL kaldu Laktosa Broth (LB) yang telah diberi tabung Durham, tabung kemudian diberi label dan diinkubasi pada suhu 37° C selama 24 jam. Setelah 24 jam perubahan warna dan gas diamati dan dibandingkan dengan tabel. Hasil positif ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning dan terdapat gas. Uji Lanjutan (*Confirmed Test*). Tabung kaldu laktosa (LB) yang positif diambil sebanyak 1 ose ke dalam tabung media *Brilliant Green 37° C* selama 24 jam kemudian diamati. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi keruh dan terdapat gas pada tabung Durham. Uji Penyempurnaan (*complete test*) dari tahapan ini tabung yang positif diambil 1 ose dan diinokulasikan

ke media EMBA. Medium tersebut kemudian diinkubasi dengan suhu 30° C selama 24 jam. Hasil positif ditandai dengan tumbuhnya koloni hijau metalik pada media EMBA akan menjadi tanda adanya bakteri *coliform fecal* dan jika berwarna pink kemerahan menandakan adanya bakteri *coliform non-fecal*.

### 2.2.5 Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan eksperimen dengan metode MPN (*Most Probable Number*) seri 5 tabung untuk mengetahui ada tidaknya bakteri *coliform* pada sampel.

### 2.2.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif, dimana hasil analisis akan dibandingkan dengan baku mutu lingkungan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 179 Tahun 2004 mengenai Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Uji Parameter Kimia dan Fisik Pada Air Wisata Pantai Labombo

Parameter kimia dan fisik perairan dapat didefinisikan sebagai sifat-sifat fisik air yang mempengaruhi kesehatan dan fungsi ekosistem air tersebut. Berikut hasil uji Parameter Kimia dan fisik pada air Wisata Pantai Labombo (Tabel 1).

Tabel. 1 Uji Kimia dan Fisik Air Wisata Pantai Labombo

Sampel Air	Ulangan	Parameter			
		pH	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)	DO (mg/l.)
Laut	I	5	30	30.4	6.0
	II	5	30	30.4	5.8
	III	5	30	30.4	5.1
<b>Rata-rata</b>		<b>5</b>	<b>30</b>	<b>30.4</b>	<b>5.63</b>

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pH sampel air laut di Pantai Labombo adalah 5, yang lebih rendah dari standar baku mutu air laut yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, yaitu antara 6,5 dan 8,5. Perairan dengan nilai pH di bawah 7 dianggap asam (Rahmanian et al., 2015). Kadar asam dan basa dalam perairan dapat berubah-ubah tergantung pada curah hujan dan jumlah limbah yang masuk ke perairan. Jiang et al. (2019) menjelaskan bahwa perubahan pH perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti curah hujan, pengaruh dari daratan seperti muara sungai, dan limbah.

Hasil pengukuran salinitas sampel air laut Pantai Labombo menunjukkan nilai 30 ppt. Standar baku mutu air laut untuk salinitas yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 adalah 30-35 ppt. Menurut Leidonald et al. (2019), salinitas laut di perairan berubah setiap musim, dengan salinitas minimum mendekati 30,0 ‰ dan maksimum mencapai 35,0 ‰. Keberadaan bakteri *Coliform* di laut tidak dapat berlangsung lama pada salinitas yang tinggi (> 30‰) (Sutiknowati, 2018).

Pengukuran suhu air laut menunjukkan bahwa air di Pantai Labombo memiliki suhu 30,4 °C, yang masih sesuai dengan Keputusan Menteri

Lingkungan Hidup Tahun 2004 tentang standar baku mutu air laut untuk biota laut, yaitu berkisar antara 28-32 °C. Suhu air laut memainkan peran krusial dalam menunjang kehidupan organisme laut. Peningkatan suhu dapat berakibat pada penurunan kepadatan air laut dan peningkatan kadar panas. Hal ini berakibat pada penurunan kelarutan oksigen terlarut dan gas esensial lainnya. Suhu yang tinggi juga berdampak signifikan pada aktivitas metabolisme, respirasi, kebutuhan oksigen ikan dan organisme akuatik lainnya, serta distribusi organisme air. Di samping itu, kelarutan zat beracun meningkat seiring dengan kenaikan suhu, dan kondisi ini dapat menghambat kelangsungan hidup ikan (Subramaniam dan Osari, 2019).

Hasil pengukuran Oksigen terlarut (DO) pada sampel menunjukkan bahwa nilai DO sampel air laut adalah 5,63 mg/L, yang sedikit lebih tinggi dari nilai baku mutu air laut yaitu >5 mg/l. Oksigen terlarut

merupakan komponen penting dalam ekosistem perairan dan berperan sebagai indikator adanya metabolisme mikroba di lingkungan perairan (Christwardana et al., 2021). Silva et al. (2019) menyatakan bahwa ketersediaan nutrisi organik dan anorganik, sumber karbon, kematian akibat grazing oleh protista dan lisis karena virus, suhu, cahaya, dan salinitas merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan dan produktivitas bakteri heterotrofik di kolom air.

**Uji MPN Bakteri Coliform**

Hasil uji MPN yang dilakukan memperlihatkan adanya pertumbuhan bakteri *coliform* pada sampel air di kawasan Wisata Pantai Labombo. Hasil tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Hasil Uji MPN Bakteri Coliform Pada Air Wisata Pantai Labombo**

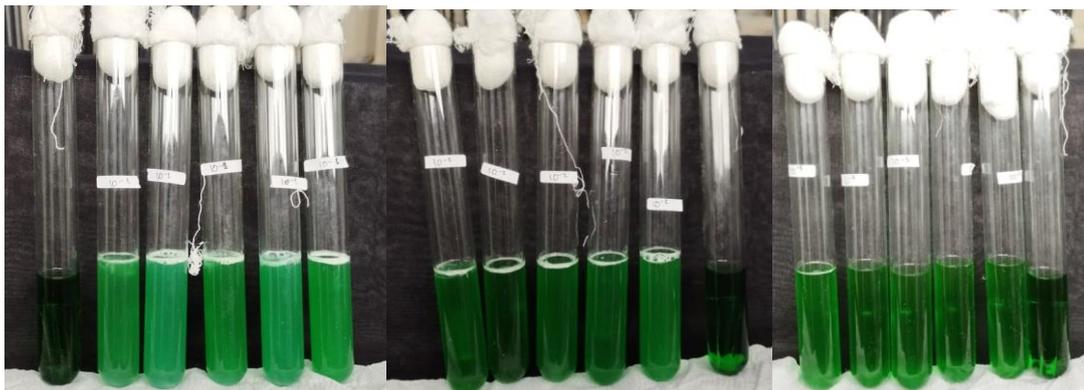
Sampel	5 of 10 ml	5 of 1 ml	5 of 0.1 ml	Indeks MPN	BGLBB	EMBA	Nilai Baku Mutu Air Laut Kep-51/MENKLH/2004
Air laut Wisata Pantai Labombo	5	5	5	>1600	+	+(koloni berwarna pink kemerahan)	(10 <sup>3</sup> ) MPN/100 ml

Pada Tabel 2 memperlihatkan hasil yang positif pada semua tabung. Hal ini di tunjukan dengan munculnya gelembung udara pada tabung durham pada uji pendugaan (Gambar 1) dan pada uji lanjutan (Gambar 2). Positifnya tabung pada uji lanjutan dikaenakan kemampuan bakteri dalam mengubah laktosa di lingkungan BGLBB menjadi gas. Banyaknya bakteri *coliform* yang ada terlihat dari banyaknya tabung yang positif, sehingga akan mempengaruhi nilai indeks MPN. Berdasarkan tabel 2 bisa di perhatikan bahwasanya nilai indeks MPN pada sampel air laut Pantai Labombo yakni 1600 MPN/100ml dimana hal ini melebihi Nilai Baku

Mutu Air Laut Kep-51/ MENKLH/2004 yaitu (10<sup>3</sup>) MPN/100 ml. Adanya bakteri coliform pada perairan dapat menjadi patogen terhadap keberadaan biota-biota yang ada di perairan tersebut. Biota yang ada di dalamnya dapat terkontaminasi oleh bakteri patogen. Kelimpahan bakteri *coliform* yang tinggi dalam suatu perairan dapat menjadi indikator potensi kontaminasi oleh bakteri patogen. Hal ini dapat meningkatkan risiko pencemaran biota perairan dan membahayakan kesehatan manusia yang menggunakan perairan tersebut (Widyaningsih, 2016).



**Gambar 1. Hasil Uji Pendugaan (Presumptive Test) yang memperlihatkan tabung positif pada media LB**



**Gambar 2. Hasil Uji Lanjutan (*Presumptive Test*) yang memperlihatkan tabung positif pada media BGLB**

Hasil Uji pelengkap pada medium EMBA memperlihatkan adanya koloni berwarna pink kemerahan yang tumbuh (gambar 2). Warna koloni pink kemerahan menunjukkan adanya bakteri *coliform* lain. Koloni yang berwarna merah muda pada media EMBA adalah bakteri *coliform* non fekal seperti bakteri *Citrobacter* dan *Enterobacter aerogenes*. Hasil tersebut menandakan bahwa terkandung bakteri dari golongan coliform yang mampu memfermentasikan laktosa. (tambahkan hasil penelitian orang tentang coliform non fekal pada air laut). Keberadaan Coliform ini karena adanya bakteri yang berasal dari kotoran hewan dan berasal dari tanaman yang sudah mati. Contoh *coliform non fekal* adalah bakteri *Enterobacter aerogenes* yang menyebabkan penyakit *oportunistik* seperti kanker (Jiwintarum, Y et.al, 2017). Keberadaan bakteri patogen di perairan merupakan indikator utama pencemaran hayati di perairan tersebut. Indikator bakteri yang digunakan yaitu ada tidaknya bakteri *coliform*, karena sifatnya yang berkorelasi positif dengan bakteri patogen lainnya (Widyaningsih, 2016).

Tingginya indeks MPN pada air laut di Kawasan Wisata Pantai Labombo dikarenakan aktivitas makhluk hidup di Kawasan tersebut baik dari aktivitas manusia seperti aktivitas pengunjung yang masih ada memmbuang sampah sembarangan dan aktivitas organisme lain di perairan tersebut. Putri (2018) mengemukakan bahwa kepadatan bakteri Coliform dapat menjadi indikator kualitas perairan. Bakteri Coliform memiliki kemampuan bertahan hidup yang tinggi di lingkungan laut (Sutiknowati, 2018). Keberadaan dan populasinya dipengaruhi oleh berbagai factor yaitu salinitas (Karbadehi et al., 2017), suhu (Blaustein et al., 2013), pH dan DO (Wahyuni, 2017), cahaya dan tekanan hidrostatik (Sutiknowati, 2018).

Keberadaan bakteri Coliform dan *E. coli* berpotensi menyebabkan ancaman Kesehatan bagi wisatawan pantai. Bakteri ini menjadi bakteri patogen bagi manusia yang dapat menyebabkan bermacam-macam penyakit seperti infeksi saluran kemih, sepsis, meningitis dan diare (Ayer et, al, 2023).



**Gambar 2. Pertumbuhan bakteri *coliform-nonfecal* ditunjukkan dengan koloni berwarna pink kemerahan pada media EMBA**

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa adanya cemaran bakteri

*coliform* dengan nilai MPN >1600 MPN/100ml dengan bakteri pencemar merupakan golongan

*coliform-nonfecal* yang ditandai dengan warna koloni pink kemerahan pada media EMBA.

### **Daftar Pustaka**

- Ayer, P.I. L., Mandey, V.K., Rejauw, K., Indrayani, E., Tasak, A.R., Yenusi, T.N.B., 2023, Kepadatan bakteri Coliform sebagai indikator pencemaran biologis di perairan wisata Enggros, Kota Jayapura, Papua. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 6(2): 904-916
- Christwardana, M., L.A Yoshi, I. Setyonadi, M.R. Maulana. 2021. Correlation between voltage, dissolved oxygen, and power density of yeast microbial fuel cell in different environmental waters as catholyte. In AIP Conference Proceedings, 2342(1): 050001.
- Fadhila MF, Wahyuningsih NE dan Yusniar HD, 2015. Hubungan Higiene Sanitasi dengan Kualitas Bakteriologis pada Alat Makan Pedagang di Wilayah Sekitar Kampus Undip Tembalang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(3): 769-776.
- Hamuna, B. Tanjung, R. H.R, Suwito, Maury, H.K., & Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu lingkungan*, 16(1): 35-45.
- Hasrianti., Azis N.B., Maryono. 2018. A Distribution of pH and Temperatures of Coastal Water in Palopo. *E3S Web of Conferences* 73 doi:10.1051/20187305020.
- Jiwintarum, Y., Agrijanti, Septiana, B. L. 2018. Coliform Most Probable Number (Mpn) With Varieties Of Media Volume Lactose Broth Single Strength (Lbss) And Lactose Broth Double Strength (Lbds). *Jurnal Kesehatan Prima*. 11. 11. 10.32807/jkp.v11i1.17.
- Karbasdehi, V.N., Dobaradaran, S., Nabipour, I., Ostovar, A., Arfaeinia, H., Vazirizadeh, A., Mirahmadi, R., Keshtkar, M., Ghasemi, F.F. & Khalifei, F.. 2017. Indicator bacteria community in seawater and coastal sediment: the Persian Gulf as a case. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 15(1): 1-15. DOI 10.1186/s40201-017-0266-2
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Lestari A, Rukmini, Amalia HT, Sunarti RN, Amelia dan Fatiqin, 2022. Analisis Total Coliform pada Perairan Sungai di Kabupaten Musi Rawas Utara Sumatera Selatan. *Journal of Tropical Research and Nature Technology*; 1(1): 14-20.
- Patawari, A. M. Y, 2017. Keberlanjutan Obyek Wisata Pantai Labombo Kota Palopo. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 5(1).
- Prasetyo, E. (2020, 12, 14). Miris...! Pantai Labombo Dipenuhi Sampah. <https://www.kabarpatroli.id/2020/12/miris-pantai-labombo-dipenuhi-sampah.html>
- Rahmanian, N., S. H. B. Ali, M. Homayoonfard, N. J. Ali, M. Rehan, Y. Sadeh, A.S Nizami. 2015. Analysis of physio-chimecal parameters to evaluate the drinking water quality in the state of perak, Malaysia. *Journal of Chemistry*, 2015: 1-10.
- Sabar M. dan Inayah. 2016. Analisis kandungan bahan organik dan bakteri patogen (e. Coli) di pelabuhan bastiong dan pantai Kayu Merah Kota Ternate. *Jurnal Techno* 05(1): 64-75.
- Silva, L., Calleja, M.L., Huete-Stauffer, T.M., Ivetic, S., Ansari, M.I., Viegas, M. & Morán, X.A.G. 2019. Low Abindances but High Growth Rates of Coastal Heterotrophic Bacteria in the Red Sea. *Frontiers in Micribiology*, 9 : 3244. DOI: 10.3389/fmicb.2018.03244.
- Subramaniam, N., Y. Al-Osari. 2019. Hydro environmental characteristics of seawater around boubyan Island, kuwait using annual variations of seawater temperature, salinity and tide flutuations. *Jurnal of Marine Science*, 1(2): 2838.
- Sutiknowati, L.I. 2018. Keragaman Bakteri pada Perairan Sabang, Provinsi Aceh. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific Journal*, 35 (2) : 54 – 62.
- Stollewerk K, Jofre A, Comaposada J dan Arnau J, 2014. Food Safety and Microbiological Quality Aspects of QDS Process and High Pressures Treatment of Fermented Fish Sausages. *Food Control*; 38: 130-135.
- Wahyuni, E. A. 2017. Karakteristik pH dan Pengaruhnya Terhadap Bakteri Coliform di Perairan Selat Madura Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 6(3): 214-220. DOI: 10.13170/depik.6.3.5875.
- Widyaningsih, W. 2016. Analisis total bakteri Coliform di Perairan Muara Kali Wiso Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(3): 157-164.