

Literatur Review : Faktor-Faktor yang Menyebabkan Pencemaran Sungai dengan Pemeriksaan Bakteri Colliform Total Menggunakan Metode CFU (*Colony Forming Unit*)

Ardelia Febriana¹⁾, Dwi Hilda Putri¹⁾

¹⁾Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang, Sumatera Barat
Email: ardeliafebriana05@gmail.com

ABSTRACT

Water is one of the natural resources needed by humans to fulfill their daily needs. For the lower middle class, it is difficult for them to get clean water sources such as PDAM to meet their daily needs. So, most of them use river water to carry out daily activities. The river at this time is far from a decent standard for sanitary activities. This is because the river water has been polluted a lot caused by mankind. The purpose of this research is to determine the factors that cause the presence of Colliform and E.Coli bacteria in a river by analyzing the presence of colliform and E.Coli bacteria in river water samples using the CFU method and getting search results that are relevant to specific and sensitive research. The method used is a literature review using articles that are relevant to the keywords sought with a range of years 2014 - 2023. The results obtained are: factors that affect the presence of pathogenic bacteria Colliform and E.Coli in the River are: the density of a settlement around the river, activities carried out by humans such as: washing bathing, defecating and urinating directly in the river, pollution from cosmetic waste that can support the life of a bacterium and the distance between waste disposal and the river is very close.

Kata kunci: *Colliform, E.Coli, Water Body, River water quality, CFU*

ABSTRACT

Keberadaan air merupakan salah satu sumber daya alam yang dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari. Bagi Masyarakat menengah kebawah, sulit bagi mereka untuk mendapatkan sumber air yang bersih seperti PDAM untuk memenuhi kebutuhan sehari – hari. Maka, kebanyakan mereka menggunakan air Sungai untuk melakukan aktivitas sehari – hari. Sungai pada saat sekarang ini sudah jauh dari standar layak pakai untuk kegiatan sanitasi. Hal ini dikarenakan air Sungai sudah banyak tercemar yang disebabkan oleh ulah manusia. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk untuk mengetahui faktor-faktor penyebab keberadaan bakteri *Colliform* dan *E.coli* pada suatu Sungai dengan menganalisis keberadaan bakteri *coliform* dan *E.coli* pada sampel air Sungai menggunakan metode CFU serta mendapatkan hasil pencarian yang relevan terhadap penelitian yang bersifat spesifik dan sensitif. Metode yang dilakukan adalah dengan literatur review dengan menggunakan artikel yang relevan dengan kata kunci yang dicari dengan rentang tahun 2014 – 2023. Hasil yang didapatkan yaitu : faktor – faktor yang mempengaruhi keberadaan bakteri patogen *Coliform* dan *E.coli* pada Sungai adalah : padatnya suatu pemukiman yang berada di sekitran Sungai, aktivitas yang dilakukan oleh manusia seperti : mencuci mandi, buang air besar dan air kecil langsung di Sungai, adanya

pencemaran dari limbah domestik yang dapat mendukung kehidupan suatu bakteri serta jarak antara pembuangan limbah dengan Sungai sangat dekat.

Kata kunci: Colliform, E.Coli, Badan Air, Kualitas air sungai, CFU

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang digunakan bagi semua makhluk hidup untuk melangsungkan aktivitas sehari – hari nya. Untuk manusia, air digunakan untuk kegiatan sehari – harinya, seperti: untuk minum, mencuci baju, mencuci piring dan mandi, sehingga keberadaan air pun sangat penting dan harus dilindungi agar dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Pada saat sekarang ini, keberadaan sumber air sangat mengkhawatirkan, karena sudah banyak pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan kurangnya kesadaran dari Masyarakat terhadap pencemaran pada sumber perairan yang dapat mempengaruhi kualitas air. Air yang terkontaminasi akan menghasilkan endapan yang menunjukkan adanya aktivitas dari mikroorganisme dalam air tersebut. Bakteri anaerob seperti *Escherichia coli* akan menghasilkan endapan mineral sulfida yang dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan serta kerusakan pada biota air dan ekosistem (Atifah *et al.*, 2023). Salah satu pencemaran air dapat berdampak pada Kesehatan manusia adalah pencemaran yang disebabkan oleh mikrobiologis.

Kualitas perairan di Indonesia dapat dikategorikan belum baik. Pada tahun 2019, dari 98 sungai di Indonesia, sebanyak 54 sungai berstatus tercemar ringan, 6 sungai tercemar sedang, dan 38 sungai tercemar berat. Pencemaran air sungai sebagian besar terjadi di Kota yang memiliki peran yang sangat strategis di tingkat nasional, antara lain sebagai pusat pemerintahan, bisnis dan industri (Salsabila *et al.*, 2023). Bagi warga perdesaan, mereka masih memanfaatkan badan air berupa seperti Sungai, danau, kolam, waduk, rawa dan sumur permukaan sebagai salah satu sumber penyediaan air yang dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk keperluan sehari- hari, seperti untuk air bersih, mencari dan menangkap ikan bahkan sebagai tempat untuk buang air kecil dan air besar yang dapat terkontaminasi dengan mudah lewat rembesan. Akibat dari kegiatan tersebut, memungkinkan perairan tersebut akan terkontaminasi akibat pencemaran secara mikrobiologis yang disebabkan oleh bakteri *coliform* dan *E.coli* dan mikroorganisme patogen lainnya (Lestari *et al.*, 2022).

Berdasarkan Permenkes RI Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tertulis bahwa persyaratan kualitas air bersih didasarkan pada empat parameter, yaitu fisik, kimia, mikrobiologis dan radioaktif. Parameter mikrobiologis merupakan parameter yang paling banyak digunakan untuk menentukan kualitas air melalui uji bakteri. Syarat air bersih tidak boleh mengandung bakteri *coliform* maupun *E. coli* melebihi standar kualitas air yang telah ditetapkan (Rahmawita *et al.*, 2018).

Coliform merupakan kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya pencemaran oleh kotoran yang tidak baik bagi yang menggunakannya. Bakteri *coliform* terbagi menjadi 2 yaitu : *coliform* fekal yang berasal dari kotoran hewan dan manusia. Contohnya yaitu : *Escherichia coli*. Kemudian *coliform* non fekal seperti : *Enterobacter aerogenes*. Bakteri *coliform* berasal dari saluran pencernaan manusia atau hewan yang berdarah panas, serta hewan dan tanaman yang telah mati (Irdawati *et al.*, 2012). *E.coli* merupakan flora normal yang dapat ditemukan pada usus manusia dan dapat dijumpai pada jaringan tubuh lainnya. Namun, jika keberadaannya diatas ambang normal tubuh, maka keberadaan bakteri ini dapat berdampak buruk bagi Kesehatan (Rahmawita *et al.*, 2018). Penularan dari infeksi *E.coli* dapat ditularkan secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung berasal dari daging, sayur yang terkontaminasi oleh *E.coli* sedangkan tidak langsung melalui kontak antar manusia (Fariani & Advinda, 2019). Keberadaan *coliform* dan *E.coli* di suatu perairan mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar dan tidak layak digunakan untuk aktivitas sehari – hari. Semakin tinggi keberadaan kandungan *coliform* pada suatu perairan, maka semakin tinggi pula keberadaan bakteri patogen lainnya yang dapat menyebabkan gangguan Kesehatan pada manusia (Kartini & Ilmiah, 2022). Pertumbuhan bakteri sangat dipengaruhi oleh suhu dan Ph, jika pada lingkungannya tidak memenuhi kualitas untuk mikroorganisme tumbuh dan berkembang maka microorganism tersebut akan mati (Rada & Irdawati, 2024).

Karena telah banyak terjadi pencemaran air, maka diperlukannya pemeriksaan kualitas air, apakah air yang digunakan mengandung bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji kualitas suatu perairan yaitu : dengan menggunakan metode CFU (*Colony Forming Unit*). Metode ini dilakukan untuk mengetahui angka lempeng total (ALT) atau *Total Plate Count* (TPC) dari suatu sampel air yang akan diuji. Pengujian dengan menggunakan metode ini dilakukan untuk menghitung terdapatnya pertumbuhan koloni mikroorganisme yang tumbuh pada media lempeng yang dibuat dengan cara dituang (*Pour Plate*). Prinsip pengujian ini yaitu sel mikroba yang tumbuh pada suatu media agar sebagai sumber nutrisi akan berkembang menjadi satu koloni dan dapat diamati dengan mata manusia tanpa bantuan alat mikroskop (Pelczar & Chan , 2008).

Semakin tinggi kandungan *coliform* di suatu perairan maka semakin tinggi pula kehadiran bakteri patogen lain. Hal ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia akibat dari perairan tersebut apabila sumber air ini digunakan untuk kegiatan-kegiatan manusia (Widyaningsih,*et.al*, 2016). Pemeriksaan bakteri patogen perlu dilakukan agar dapat menjaga kualitas badan air demi kelangsungan kegiatan manusia sehari-hari. Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab keberadaan bakteri *Coliform* dan *E.coli* pada suatu Sungai dengan menganalisis keberadaan bakteri

coliform dan *E.coli* pada sampel air Sungai menggunakan metode CFU serta mendapatkan hasil pencarian yang relevan terhadap penelitian yang bersifat spesifik dan sensitif.

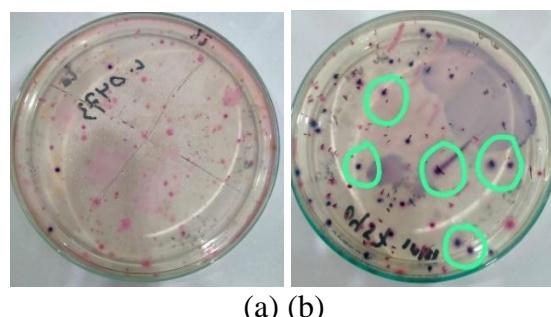
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan menggunakan metode *literature review* untuk melakukan analisis data yang sederhana, untuk mengumpulkan dan merangkum data penelitian sebelumnya. Dalam penelitian ini, database yang digunakan berasal dari jurnal – jurnal online yang terindeks dan dapat diakses secara elektronik dengan memasukan kata kunci yang relevan dengan topik penelitian yaitu : *Coliform*, *E.coli*, Badan Air, Kualitas air sungai, CFU dengan rentang tahun 2014 – 2023.

Pencarian data dilakukan dengan menggunakan Publish or perish dengan mencantumkan kata kunci yang relevan dengan topik penelitian, sehingga judul artikel yang mengandung kata kunci yang relevan saja yang akan ditemukan. Jurnal yang dipakai adalah jurnal dalam bahasa Indonesia yang dipublikasikan pada rentang tahun 2014 – 2023 yang berasal dari publikasi Google scholar. Jurnal yang digunakan merupakan jurnal yang memenuhi kriteria yang akan dijadikan sebagai sumber informasi dalam penulisan *literature review* ini.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Uji angka lempeng total (ALT), lebih tepatnya ALT aerob mesofil atau anaerob mesofil menggunakan media padat dengan hasil akhir berupa koloni yang dapat diamati secara visual dan dapat dihitung. Interpretasi hasil berupa angka dalam koloni (cfu) per ml/g atau koloni/100ml. cara yang digunakan antara lain dengan carat uang, cara tetes dan cara sebar. Kelebihan dari metode ini dengan menggunakan media spesifik yaitu chromocult akan memberikan warna koloni yang spesifik dan juga kerjanya simple dan waktu yang lebih singkat (Arizal & Harianto, 2019).



(a) (b)

Gambar 1. Hasil uji pengamatan pada media chromocult a) pertumbuhan *coliform*, b) Pertumbuhan *E.coli*

Untuk pertumbuhan *Coliform* ditandai dengan terbentuknya koloni

berwarna merah salmon salmon (pada gambar a). sedangkan *E. coli* ditandai dengan terbentuknya koloni berwarna biru violet , (pada gambar b) yang di dalam lingkar hijau). Prinsip pada media chromocult berdasarkan kemampuan bakteri menghasilkan enzim β -D-galactosidase dan enzim β -D-glucuronidase. Dua susbtrat kromogenik yang terkandung pada media CCA adalah Salmon-GAL (6- chloro-3-indoxyl-beta-D-galactopyranoside) dan X-betaD-Glucuronide (5-Bromo-4-chloro-3-indoxyl- β D glucuronic acid, cyclohexylammonium salt monohydrate). Warna koloni disebabkan oleh reaksi enzimatis yang mengubah substrat kromogenik menjadi produk senyawa berwarna. Warna yang terbentuk merupakan hasil reaksi enzimatik yang spesifik untuk masing-masing genus (Turner *et al.*, 2000).

Berdasarkan studi literatur yang dicari, didapatkan data dari beberapa jurnal yang terkait, faktor – faktor penyebab Sungai tercemar oleh bakteri *Coliform* dan *E.coli* sebagai berikut :

Author	Sampel	Judul	Hasil dan Faktor penyebab
Daramusseng & syamsir, 2021	Air Sungai Karang Mumus, Kota Samarinda	Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter <i>Escherichia coli</i> Untuk Keperluan Higiene Sanitasi	Didapatkan hasil Dimana Pengujian pada sampel air Sungai Karang Mumus diperoleh hasil kandungan <i>E. Coli</i> terendah <30 CFU/100 mL dan yang tertinggi 2100 CFU/100 mL. Berdasarkan PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, semua hasil pengukuran sudah tidak memenuhi syarat parameter <i>E. coli</i> (0 CFU/100 mL). Keberadaan pemukiman yang padat dan aktivitas manusia yang dilakukan disekitaran sungai merupakan faktor yang mempengaruhi keberadaan <i>E.coli</i> .
Anggara, 2020	Air Sungai bagian hulu,	Uji bakteri <i>Escherichia coli</i>	Didapatkan hasil dimana Langkat menunjukkan

		pusat dan hilir Sungai Piam kecamatan Sirapit	pada air sungai Piam di Kecamatan Sirapit Kab. Langkat	adanya cemaran bakteri <i>Escherichia coli</i> pada air sungai tersebut dengan pada daerah hulu Sungai lebih banyak dari daerah hilir. Karena daerah hilir merupakan titik akhir aktivitas manusia
Jamban et al., 2023	Air semua rumah yang terletak di pinggir sungai di Desa Molompar Dua Utara sebanyak 30 rumah dan sampel untuk pemeriksaan E. Coli ditentukan pada tiga titik yaitu 1 titik di daerah hulu, 1 titik di daerah pemukiman dan 1 titik di daerah hilir	Penggunaan jamban dan jumlah <i>escherichia coli</i> di sungai molompar kab.Minahasa tenggara.	Terdapat 96,67 % rumah menggunakan jamban yang tidak memenuhi syarat karena mengalirkan pembuangan jamban ke badan sungai. Hasil pemeriksaan <i>E.coli</i> air sungai Molompar untuk daerah hulu memenuhi syarat, daerah pemukiman dan hilir tidak memenuhi syarat menurut Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 tentang pengendalian pencemaran air khususnya golongan C yaitu untuk peternakan dan pertanian	Faktor penyebabnya yaitu : jarak antara pembuangan limbah denga Sungai sangat dekat
Zubaidah et al., 2022	Sampel air di ambil dari 8 titik berdasarkan potensi asal mula kontaminasi mulai dari hulu sampai ke hilir sungai	Kualitas air sungai di Kab. Banjar dikaji dari parameter total <i>E.coli</i> untuk keperluan higiene sanitasi	Kandungan total <i>coliform</i> pada delapan titik pengamatan pada sungai di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan berkisar antara 5050 hingga 52833.335 CFU/100mL. Ini berarti keseluruhan nilai total coliform di lokasi penelitian tidak memenuhi baku mutu kelas I, yang mensyaratkan nilai total coliform sebesar 50 CFU/100 ml sehingga tidak layak digunakan untuk	

keperluan higienis sanitasi

Faktor penyebabnya yaitu: air Sungai di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan telah tercampur dengan limbah pembuangan manusia, seperti : feses dan urine.

Arifudin et al., 2013	<p>Sampel air yang diambil yaitu : stasiun 1 pada daerah hulu, stasiun 2 pada daerah Tengah dan stasiun 3 pada daerah hilir</p>	<p>Analisis Bakteri Coliform Di Kanal A Kuala Dua Kabupaten Kubu Raya</p>	<p>Berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Weiner, didapatkan hasil Dimana pada stasiun 1, 2, dan 3 sebaran individu tidak merata berarti lingkungan perairan tersebut telah mengalami gangguan (tekanan) yang cukup berat, atau struktur komunitas di perairan tersebut sangat jelek. Perbedaan nilai keanekaragaman jenis tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan ketersediaan makanan bagi bakteri-bakteri tersebut.</p>
			<p>Faktor penyebabnya : terdapatnya limbah yang dapat menyuburkan bakteri tersebut</p>

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Daramusseng & Syamsir (2021), yang menyatakan bahwa keberadaan pemukiman dan berbagai aktivitas yang dilakukan di sekitaran Sungai dapat menyebabkan tingginya angka kandungan *E.coli* yang terkandung di dalam Sungai. Selain itu, limbah domestik yang dihasilkan dari aktivitas manusia merupakan faktor yang menyebabkan tingginya kandungan *coliform* di sungai. Penelitian yang dilakukan oleh Anggara (2020), mengatakan pada daerah hulu sungai merupakan daerah yang memiliki kandungan *E.coli* paling sedikit dibandingkan dengan daerah pusat dan daerah hilir sungai. Hal ini dikarenakan pada daerah hulu sungai sangat sedikit aktivitas dan pasokan limbah, sedangkan pada daerah pusat merupakan titik yang aktif bagi masyarakat untuk mandi, mencuci, buang air kecil dan besar, sedangkan daerah hilir merupakan titik akhir dari aktivitas manusia. Pada sore hari jumlah bakteri *E.coli* semakin meningkat, hal ini

dikarenakan pada saat itu terjadinya fase log atau fase pertumbuhan bakteri sangat cepat karena tersedianya daya dukung untuk *E.coli* tumbuh dan berkembang. Nutrisi berasal dari aktivitas masyarakat seperti : mencuci, mandi, buang air besar dan kecil dan limbah domestik lainnya yang mempengaruhi proses tumbuh bakteri sangat cepat. Bagi masyarakat menengah kebawah yang mempunyai keterbatasan untuk membeli air PDAM, memanfaatkan Sungai sebagai tempat untuk membuang air besar dan kecil karena keterbatasan air. Keberadaan jamban yang langsung terhubung dengan Sungai juga menyebabkan tingginya kandungan *E.coli* di Sungai tersebut yang mengindikasikan bahwa Sungai itu sudah tercemar dengan terdapatnya bakteri *E.coli*.

Penelitian yang dilakukan oleh Jamban *et al.*, (2023) mengungkapkan bahwa bahwa pemukiman yang padat penduduk dan jarak pembuangan limbah rumah tangga yang berdekatan dengan sumber air, akan menyebabkan terjadinya pencemaran bakteri *coliform*. Semakin bertambahnya pemukiman dan jumlah warga yang membuang kotoran tinja secara langsung ke sungai, juga akan meningkatkan jumlah bakteri *E.coli*. Jika pemanfaatan air yang sudah tercemar oleh keberadaan bakteri *E.coli* ini maka tidak memenuhi persyaratan untuk keperluan hygiene sanitasi yang akan menimbulkan *water borne disease* atau penyakit yang disebabkan oleh menggunakan air yang terkontaminasi oleh kotoran atau urin manusia ataupun hewan yang mengandung bakteri patogen. Laporan dari Kristiawan *et al.*, (2014) juga mengatakan bahwa, Limbah yang berasal dari pangan (makanan), menyebabkan metabolisme mikroba akan berlangsung dan memproduksi sel-sel baru dan energi dan padatan mikroba akan meningkat, sebaliknya apabila tidak terdapat limbah pangan (makanan) akan terjadi pengurangan padatan mikroba. Selain itu, faktor cuaca juga mempengaruhi bakteri pada perairan sungai karena sedikitnya cahaya yang masuk pada badan air dan suhu yang tinggi yang menyebabkan kurang optimalnya bagi kehidupan bakteri

Penelitian yang dilakukan oleh Nurjanah (2018) menyatakan bahwa total *coliform* merupakan bakteri yang biasanya ditemukan pada air dan tanah yang telah terpengaruh oleh air permukaan serta limbah yang berasal dari buangan kotoran manusia dan hewan. Bagian muara sungai merupakan bagian yang memiliki kandungan bakteri *coliform* yang tinggi dibandingkan dengan bagian hilir aliran air, Dimana pada bagian hilir jika terdapat pencemaran maka akan terbawa oleh aliran sungai sampai ke muara. Kandungan bakteri *coliform* disuatu perairan relatif lebih tinggi pada daerah yang menjadi muara aliran air. Selain itu, faktor yang menyebabkan perbedaan jumlah bakteri yang ditemukan pada suatu perairan adalah terdapatnya limbah yang bersifat menyuburkan yang mendukung bagi kehidupan suatu bakteri (Arifudin *et al.*, 2013).

Menurut Zubaidah *et al.*, (2022) bila suatu perairan telah tercemar oleh limbah yang berasal dari manusia seperti : urine dan feses, maka air tersebut sudah tidak layak pakai, karena di dalam feses banyak ditemukan bakteri patogen salah

satunya adalah bakteri *E.coli*. bakteri ini dapat dijumpai pada usus manusia dan keberadaan bakteri ini di suatu perairan mengindikasikan bahwa Sungai tersebut dapat menyebabkan penyakit infeksi. Penyakit infeksi merupakan penyakit yang disebabkan oleh mikroba patogen yang dapat menyebabkan kematian jika jumlah mikroba resisten terhadap pengobatan (Alfiyani & Putri, 2020). Penyakit penyakit seperti diare, pneumonia, penyakit pernapasan, infeksi saluran kemih dan penyakit lainnya yang dapat ditimbulkan oleh bakteri *E.coli* sebagai akibat turunnya kualitas biologis pada perairan Sungai. Penularan penyakit ini, dapat terjadi ketika air yang tercemar digunakan untuk kegiatan sehari - hari seperti : untuk keperluan minum, persiapan bahan makanan, dan mencuci pakaian. Hal ini didukung oleh (Patmaawati, 2019) dan (Irdawati *et al.*, 2012) yang mengatakan bahwa curah hujan yang lebat dapat mempengaruhi keberadaan bakteri *coliform* di suatu perairan. Karena meresapnya air hujan ke lapisan tanah yang mempengaruhi pergerakan bakteri *coliform*. jika terjadi banjir, maka memperburuk sistem sanitasi yang belum memadai, sehingga masyarakat rawan terkena penyakit menular melalui air seperti diare dan lain-lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan *literature review* ini dapat disimpulkan kandungan bakteri *coliform* dan *E.coli* pada daerah sungai berbeda – beda. Daerah yang banyak terkandung bakteri *Coliform* adalah daerah hilir sungai, karena pada daerah hulu sungai sangat sedikit aktivitas dan pasokan limbah, sedangkan pada daerah pusat merupakan titik yang aktif bagi masyarakat untuk mandi, mencuci, buang air kecil dan besar, sedangkan daerah hilir merupakan titik akhir dari aktivitas manusia bahwa faktor – faktor yang mempengaruhi keberadaan *Coliform* dan *E.coli* pada suatu sungai yaitu : padatnya suatu pemukiman yang berada disekitaran Sungai, aktivitas yang dilakukan oleh manusia seperti : mencuci, mandi, buang air besar dan air kecil langsung di Sungai, adanya pencemaran dari limbah dosmetik yang dapat mendukung kehidupan suatu bakteri serta jarak antara pembuangan limbah dengan sungai sangat dekat serta curah hujan

REFERENSI

- Alfianti, E., & Putri, D. H. (2020). Precision of enumeration technique for count of the number of bacterial cells with the spread plate method. *Serambi Biologi*, 4(1), 7-10.
- Anggara, A. (2020). Uji Bakteri Escherichia coli Pada Air Sungai Piam Di Kecamatan Sirapit Kabupaten Langkat. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 4(1), 6. <https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v4i1.6884>
- Arifudin, S., Khotimah, S., & Mulyadi, A. (2013). Analisis Sebaran Bakteri Coliform di Kanal A Kuala Dua Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Protobiont*, 3(2).

Arizal, C., & Harianto, A. (2019). Verifikasi Penentuan Angka Bakteri Escherichia Coli Pada Sampel Yang Di-Spike Menggunakan Metode Colony Forming Unit. *JURNAL KESEHATAN PERINTIS (Perintis's Health Journal)*, 6(1), 42–48. <https://doi.org/10.33653/jkp.v6i1.221>

Atifah, Y., Achyar, A., Amanda, G., Afra, H. A., & Marten, T. W. (2023). Deteksi Pencemaran Air Danau Talang dan Danau Tambau Nagari Kampung Batu Dalam Kecamatan Danau Kembar Kabupaten Solok Secara Sederhana. *EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, 8(1), 105–111.

Daramusseng, A., & Syamsir, S. (2021). Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter Escherichia coli Untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.1-6>

Fariani, A., & Advinda, L. (2019). Effects of Various Concentrations of Antiseptic Solid Soaps On Escherichia coli Pengaruh Berbagai Konsentrasi Sabun Padat Antiseptik Terhadap Escherichia coli. *Jurnal Labora Medika*, 7(3), 229–234.

Irdawati, Mades .F., Deni Kurniati. 2012. Uji Bakteriologis Air Sumur Pemukiman Penduduk di Sekitar Pembuangan Akhir Sampah. *Jurnal Sainstek*. 4(2): 136–140.

Jamban, P., Jumlah, D. A. N., Coli, E., Sungai, D. I., Tenggara, K. M., Use, T., Of, A., Coli, E., The, I. N., River, M., & Minahasa, S. (2023). *Penggunaan jamban dan jumlah escherichia coli di sungai molompar kabupaten minahasa tenggara toilet use and amount of escherichia coli in the molompar river district southeast minahasa*. 2(November), 89–95.

Kartini, Ilmiah, R. (2022). Analisis Kualitas Air Berdasarkan Tingkat Pencemaran Bakteri Coliform dan Escherichia Coli Di Perairan Pantai Tanjung Bayang Kota Makassar. *Jurnal Manajemen Pesisir*, 1(51), 25–48.

Kristiawan, D., Widyorini, N., & Haeruddin. (2014). Hubungan Total Bakteri Dengan Kandungan Bahan Organik Total Di Muara Kali Wiso, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(4), 24–33.

Lestari, A., Rukmini, Amalia, H. T., Sunarti, R. N., Amelia, & Fatiqin, A. (2022). Analisis Total Coliform Pada Perairan Sungai Di Kabupaten Musi Rawas Utara Sumatera Selatan. *Journal of Biotropical Research and Nature Technology*, 1(1), 14–21.

Nurjanah, P. (2018). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Parameter Mikrobiologi dan Status Mutu Air di Sungai Code , Yogyakarta. *Universitas Islam Indonesia*, 20, 1–14.

Patmaawati, P. (2019). Chlorinediffuser sebagai metode menurunkan total coliform

Wai Sauq bantaran Sungai Mandar. *J-KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(2), 124. <https://doi.org/10.35329/jkesmas.v5i2.518>

Rada, A., Irdawati. (2024). Produksi Enzim Spesifik Xilanase Pada Variasi Suhu Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik. *Jurnal Pendidikan dan Sains*, 4(2), 498-507.

Rahmawita, R., Putri, D. H., & Advinda, L. (2018). Kualitas Jajanan Anak Sekolah Dasar Secara Mikrobiologi Di Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat. *Biomedika*, 10(2), 102–106. <https://doi.org/10.23917/biomedika.v10i2.7020>

Salsabila, N. F., Raharjo, M., & Joko, T. (2023). Indeks Pencemaran Air Sungai dan Persebaran Penyakit yang Ditularkan Air (Waterborne Diseases): Suatu Kajian Sistematis. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, 4(1), 24. <https://doi.org/10.24853/eohjs.4.1.24-34>

Turner, K.M., Restaino, L., Frampton, E.W. (2000). Efficacy of chromocult coliform agar for Coliform and Escherichia coli detection in foods. *Journal of Food Protection*. 63(4): 539–541.

Zubaidah, T., Hamzani, S., & Arifin, A. (2022). Kualitas Air Sungai di Kabupaten Banjar Dikaji dari Parameter Total Coli untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Buletin Profesi Insinyur*, 5(2), 72–75. <https://doi.org/10.20527/bpi.v5i2.144>