

ANALISIS PREVALENSI *Escherichia coli* PADA AIR BAKU PRODUKSI GARAM DI DESA PANGARENGAN KABUPATEN SAMPANG, JAWA TIMUR
ANALYSIS OF *Escherichia coli* PREVELENCE IN RAW WATER FOR SALT PRODUCTION IN PANGARENGAN VILLAGE, SAMPANG REGENCY, EAST JAVA

Fatkhal Hendriansyah¹, Maulinna Kusumo Wardhani^{*1,2}

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura
Jalan Raya Telang, PO. Box. 2 Kamal, Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia

²Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam, Program Magister Universitas Trunojoyo Madura
Jalan Raya Telang, PO. Box. 2 Kamal, Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: maulinnakusumo@trunojoyo.ac.id

Submitted: 2 January 2025 / Revised: 4 August 2025 / Accepted: 16 October 2025

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v6i4.28726>

ABSTRAK

Cemaran *Escherichia coli* (*E. coli*) pada air baku pembuatan garam dapat menimbulkan berbagai permasalahan yang berdampak pada kesehatan masyarakat dan kualitas produk garam yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan bakteri *E. coli* dalam air baku pada pembuatan garam secara tradisional di Desa Pangarengan Kabupaten Sampang. Terdapat empat sampel yang diuji menggunakan uji pendugaan dengan titik pengambilan sampel pada pintu masuk air laut, kolam penampungan air laut, dan kolam air tua. Pengujian sampel dilakukan menggunakan lima tabung positif dengan dua kali pengulangan untuk setiap sampel. Perhitungan total bakteri *E. Coli* menggunakan metode Most Probable Number (MPN) atau Angka Paling Mungkin (APM) 3 seri, yaitu pengamatan pertumbuhan bakteri dalam serangkaian tabung media selektif secara bertingkat, dan memperkirakan jumlah bakteri berdasarkan pola tabung positif menggunakan tabel APM standar 3 seri. Hasil analisis menggunakan metode APM menunjukkan jumlah *E. coli* pada sampel pintu masuk air laut sebesar 7,5 APN/100 mL penampungan air laut sejumlah 6,1 APM/100 mL, dan penampungan air tua sejumlah 4,6 APM/mL. Berdasarkan jumlah total bakteri *E.coli* menunjukkan bahwa air baku pembuatan garam tidak sesuai dengan SNI 01-3553-2006 untuk air minum (<2 APM/100 mL). Penurunan APM karena peningkatan salinitas diharapkan dapat menurunkan jumlah total bakteri *E. coli* pada produk garam yang dihasilkan.

Kata Kunci: air baku, *Escherichia coli*, garam

ABSTRACT

The contamination of *Escherichia coli* (*E. coli*) in raw water used for salt production can cause various issues that impact public health and the quality of the resulting salt products. This study aims to determine the abundance of *E. coli* bacteria in raw water used for traditional salt production in Pangarengan Village, Sampang Regency. Four raw water samples were tested using a presumptive test, with sampling points at the seawater intake gate, seawater storage pond, and brine (concentrated seawater) pond. Each sample was analyzed using five positive tubes with two replicates per sample. The enumeration of total *E. coli* bacteria was conducted using the Most Probable Number (MPN) method, employing a three-series (3-tube) approach, which involves observing bacterial growth in a series of selective media tubes at different dilution levels and estimating bacterial concentration based on the pattern of positive tubes using a standard MPN table (3-tube series). The MPN analysis results showed that *E. coli* levels in the seawater intake sample were 7.5 MPN/100 mL, in the seawater storage pond were 6.1 MPN/100 mL, and in the brine pond were 4.6 MPN/100 mL. Based on the total *E. coli* counts, the raw water used for salt production does not comply with the Indonesian National Standard (SNI 01-3553-2006) for drinking water quality, which stipulates a maximum limit of <2 MPN/100 mL. The reduction in MPN values is attributed to increased salinity, which is expected to decrease the total number of *E. coli* bacteria in the final salt product.

Key words: *Escherichia coli*, raw water, salt

PENDAHULUAN

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif yang hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan. Bakteri ini secara umum adalah mikroba patogen oportunistik bagi manusia dan hewan (Bäumler dan Sperandio, 2016). *E. coli* dapat menimbulkan penyakit seperti diare akibat makanan yang dikonsumsi yang mengandung bakteri *E. coli* melebihi batas maksimal (Sadomo dan Siwiendrayanti, 2023). Keberadaan bakteri pada pangan dapat disebabkan oleh kurangnya sanitasi pada makanan (Purbasari *et al.*, 2022), sehingga keberadaan bakteri *E. Coli* seringkali dikaitkan dengan bibit penyakit pada pangan (Susilowati *et al.*, 2022). Bakteri *E. coli* dalam produk pangan di Indonesia memiliki tingkat prevalensi yang tinggi. Proses penanganan pasca produksi yang belum baik mengakibatkan peningkatan kontaminasi bakteri ini yang dapat terjadi selama proses distribusi dan penyimpanan (Rahayu *et al.*, 2018). Hal ini dikarenakan bakteri *E. Coli* mampu bertahan hidup pada kondisi lingkungan baru karena mempunyai sifat toleransi terhadap penyesuaian lingkungan. Bakteri *E. Coli* mampu tumbuh dengan baik di air tanah, air laut, dan air tawar (Diniartiet *al.*, 2022).

Air laut merupakan bahan baku pembuatan garam, selain mengandung mineral, air laut juga menyimpan komponen mikroorganisme yang dapat hidup pada kondisi salinitas yang tinggi (Utami, 2020). Keberadaan bakteri dalam lingkungan akuatik memberikan pengaruh yang cukup besar pada kondisi air secara keseluruhan. Kehadiran entitas mikroba ini menentukan kualitas air. Proliferasi bakteri dalam sistem akuatik terjadi saat ini terjadi sangat cepat. Penyebaran mikroorganisme tersebut disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya dinamika pergerakan air laut, jarak spasial dan kedalaman air relatif terhadap garis pantai, intensitas radiasi matahari, kondisi iklim, tingkat salinitas, dan keberadaan organisme air lainnya (Nurliani *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pemantauan kualitas dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan sumberdaya air berdasarkan peruntukan tertentu (Some *et al.*, 2021). Kualitas air baku dalam produksi garam ditentukan oleh kehadiran bakteri yang terindikasi, salah satunya adalah bakteri *E. Coli* dan digunakan sebagai indikator kontaminan feses (Alifia dan Aji, 2021). Kontaminasi tersebut berasal dari adanya aktivitas antropogenik yang akan berdampak pada lingkungan perairan. Semakin tinggi

aktivitas antropogenik, maka semakin banyak filotipe *E. coli* yang digunakan sebagai indikator kontaminasi feses (Fulham *et al.*, 2020). Kehadiran kontaminan tersebut di lingkungan laut dibuktikan dengan meningkatnya prevalensi *E. coli* (Kotsiri *et al.*, 2019).

Area pengaraman di Desa Pangarengan sebagian berada di kawasan pesisir yang padat penduduk, sehingga aktivitas manusia sering berdampak pada kondisi perairan di sekitar tambak garam. Pesisir merupakan ekosistem unik yang sangat dipengaruhi oleh pembangunan industri dan pembuangan air limbah. Pencemaran perairan di sekitart ambak garam tersebut berupa buangan limbah rumah tangga pada pintu masuk air laut menuju petak garam. Selain itu terdapat cemaran kotoran hewan berdarah panas seperti ayam dan kambing peliharaan warga yang berkeliaran bebas di sekitar pertambakan. Pencemaran yang terjadi di lingkungan perairan tambak garam dan kualitas air baku yang digunakan akan mempengaruhi kualitas garam yang dihasilkan (Hartati *et al.*, 2022; Wardhani dan Rini, 2023). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prevalensi bakteri *E. coli* pada air baku produksi garam di lahan garam Desa Pangarengan. Analisis prevelensi *E coli* pada air baku produksi garam belum banyak dilakukan saat ini. Padahal keberadaan *E. coli* digunakan sebagai tolok ukur untuk menilai patogen yang ditularkan melalui air dan berfungsi sebagai organisme indikator fases dalam penilaian kualitas air di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan kemudahan dalam pembiakan organisme ini. Pengawasan sistematis kadar *E. coli* dalam sistem perairan dapat digunakan untuk mitigasi bahaya kesehatan, terutama paparan cemaran jangka pendek yang dapat diprediksi dalam kondisi atipikal (Kotsiri *et al.*, 2019). Kehadiran kontaminan tersebut di lingkungan laut dibuktikan dengan meningkatnya prevalensi *E. coli*. Hal ini dapat digunakan sebagai tolok ukur untuk menilai patogen yang ditularkan melalui air dan berfungsi sebagai organisme indikator fases dalam penilaian kualitas air di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan kemudahan dalam pembiakan organisme ini. Pengawasan sistematis kadar *E. coli* dalam sistem perairan dapat digunakan untuk mitigasi bahaya kesehatan, terutama paparan cemaran jangka pendek yang dapat diprediksi dalam kondisi atipikal (Kotsiri *et al.*, 2019). Berdasarkan uraian tersebut hasil penelitian ini diharapkan

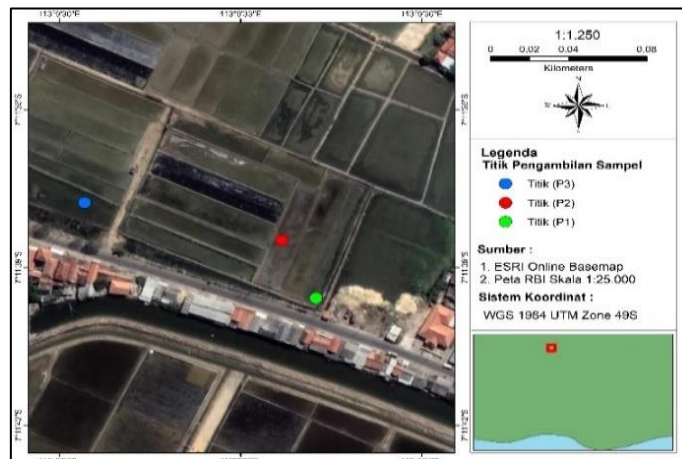
dapat menjadi salah satu penentuan kualitas air baku dalam memproduksi garam.

MATERI DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di lahan pergarahan Desa Pangarengan, Kecamatan

Pangarengan, Kabupaten Sampang Propinsi Jawa Timur pada bulan September 2023. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Dasar, Universitas Trunojoyo Madura. Lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian prevalensi *Escherichia coli* pada air baku produksi garam adalah botol sampel, tabung reaksi, tabung durham, aluminium foil, kertas label, kapas, bunsen, pipet, alkohol, hot plate, oven, autoklaf, jarum ose, aquades, sampel air baku dan *Lactose Broth*. Alat yang digunakan dalam pengukuran kualitas air berupa termometer, refraktometer, pH pen dan baume meter.

Metode

Uji Pendugaan

Uji pendugaan bakteri *Escherichia coli* dilakukan berdasarkan metode *Most Probable Number* (MPN) atau Angka Paling Mungkin (APM), dalam SNI 01-2332.1-2006 mengenai cara uji mikrobiologi bagian 1: penentuan coliform dan *Escherichia coli* pada produk perikanan. APM 3 seri adalah pengamatan pertumbuhan bakteri dalam serangkaian tabung media selektif secara bertingkat, dan memperkirakan jumlah bakteri berdasarkan pola tabung positif menggunakan tabel APM standar 3 seri. Tabung reaksi disterilkan pada suhu ruang dengan menggunakan bunsen (Pratama dan Haditjaroko, 2021). Pembuatan larutan *Lactose Broth* (LB) dilakukan dengan mencampurkan 36,5 g dalam 1000 mL dan dihomogenkan menggunakan *hot plate* dengan suhu 100°C selama 15 menit. Larutan

Lactose Broth disterilisasikan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit.

Pengenceran dilakukan 3 seri, yaitu 10^{-0} , 10^{-1} , dan 10^{-2} . Pengenceran 10^0 atau tanpa pengenceran dengan mengisi masing-masing tabung 10 mL sampel air. Pengenceran tingkat 2 atau 10^{-1} dilakukan dengan mengambil 1 mL sampel 10^0 dan memasukkan ke dalam 9 mL akuades steril. Pengenceran 10^{-2} (tingkat 3) dilakukan dengan mengambil 1 mL dari pengenceran 10^{-1} , masukkan ke 9 mL akuades steril.

Langkah selanjutnya setelah sampel air di tabung 1 sudah diambil, memasukkan tabung durham kemudian homogenkan kembali dan tutup menggunakan aluminium foil. Pengamatan pada tabung durham dilakukan setelah 48 jam pada suhu ruang. Lama proses inkubasi akan mempengaruhi jumlah total bakteri *E. coli* yang dapat dilihat pada tabung durham (Anggara, 2020). Proses inkubasi akan mendapatkan hasil perubahan warna dari bening menjadi keruh dengan ditandai munculnya gelembung (Nurrosyidahet *al.*, 2020). Kemunculan gas atau gelembung pada tabung durham menandakan kehadiran *E. coli*. Tabung reaksi yang berisikan tabung durham akan berubah warna menjadi keruh apabila terdapat aktivitas mikroorganisme atau bakteri yang disebabkan oleh media *Lactose Broth* karena membentuk asam (Hujjatusnaini, 2019). Media *Lactose Broth* mampu memperlambat pertumbuhan bakteri enterik

yang berfungsi sebagai fermentasi laktosa menjadi gas dan asam (Nwakanma, 2020). Perhitungan dilakukan dengan mengamati tabung positif kemudian menghitung total gas atau gelembung yang muncul. Total jumlah keberadaan jumlah bakteri *E. Coli* ditentukan menggunakan uji pendugaan dengan standar Angka Paling Mungkin (APM) seri 3 untuk menentukan angka paling mungkin untuk memprediksi jumlah bakteri (Prihatino *et al.*, 2022) di dalam sampel air baku garam.

Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan untuk mengetahui parameter lingkungan di lokasi pengambilan sampel.

Tabel 1. Hasil Jumlah Tabung Positif

Sampel	Rata-rata APM/100 mL
P1	7,5
P2	6,1
P3	4,6

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Lokasi	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	Kejenuhan air (°be)
P1	33,5	33	8,2	0
P2	36	39	7,6	3,8
P3	40	>100	9,9	24

Tabel 1 mengungkapkan bahwa semua sampel air baku terdapat kontaminasi bakteri *E. coli*. Nilai APM terbesar pada sampel P1 dan terjadi penurunan tingkat pada P2 dan P3. Tingginya keberadaan *E. coli* pada titik *inlet* (P1) dikarenakan dekat dengan saluran pembuangan limbah domestik oleh masyarakat sekitar. Selain itu lokasi ini dijumpai unggas dan kambing yang merupakan hewan berdarah panas. Unggas seperti burung dan ayam yang berkeliaran akan mengeluarkan feses yang mengandung cemaran bakteri *E. coli* yang terserap ke tanah (Utami, 2020). **Tabel 2** menunjukkan faktor lingkungan berupa suhu, salinitas, pH dan kejenuhan air bukan merupakan faktor pembatas pertumbuhan bakteri *E. coli* pada titik ini. *Escherichia coli* dapat tumbuh pada suhu 25°C - 37°C dan merupakan kategori mikroorganismes mesofil atau bakteri yang bertahan hidup pada kondisi optimum (Hujannah, 2023). Perbedaan nilai pH pada setiap titik pengambilan sampel mempengaruhi tingkat pertumbuhan bakteri *E. Coli*. Bakteri ini dapat menoleransi kondisi pH rendah dengan kisaran pH untuk pertumbuhan sekitar 4,4 hingga 9,0 (Suehr *et al.*, 2020). Bakteri *E. coli* jarang ditemukan pada nilai pH di bawah 4 (Damayanti *et al.*, 2020). Kondisi lingkungan ini yang menyebabkan keberadaan bakteri *E. Coli* pada titik ini lebih tinggi

Penilaian parameter kualitas perairan dilakukan secara langsung (*in-situ*) berupa suhu, pH, dan kejenuhan air baku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendugaan prevalensi bakteri *Escherichia coli* pada penelitian ini ditandai dengan kemunculan gelembung atau gas dan perubahan warna menjadi keruh. Semakin tinggi tingkat cemaran bakteri *E. Coli* maka semakin keruh warna yang dihasilkan (Widinugroho dan Asri, 2022). Hasil pengamatan tabung positif bakteri *E.coli* berdasarkan tabel APM disajikan pada **Tabel 1.** dan **Gambar 2.** Sedangkan Hasil pengukuran kualitas air tersaji pada **Tabel 2.**

dibanding dengan titik pengambilan sampel lainnya.

Sampel P2 yang diambil dari petak penampungan air laut menunjukkan nilai sebesar 6,1 APM/100 mL. Pada petak ini tingkat salinitas masih rendah dan dapat dikatakan sama dengan titik pengambilan sampel pertama (*inlet*). Penurunan jumlah *E. coli* pada titik ini kemungkinan dikarenakan pada petak ini air tidak mengalir, sehingga terjadi pengendapan pada dasar perairan maupun penyerapan oleh vegetasi akuatik atau organisme perairan dan menyebabkan jumlahnya berkurang pada kolom air. Sedimen dapat bertindak sebagai reservoir *E. coli*, dan berkontribusi pada kolom air. Dinamika *E. coli* dalam kolom air juga bergantung pada peluruhan *E. coli* atau laju pertumbuhan di dalam air (Liu *et al.*, 2024). Hasil penelitian lain menunjukkan 40% *E. coli* dengan mengendap menempel pada biomassa alga (Davies-Colley *et al.*, 2003). Interaksi populasi alga dan vegetasi akuatik dengan *E. coli* terjadi melalui banyak mekanisme yang berbeda (Cho *et al.*, 2022). Bakteri masuk ke dalam perairan dapat terendap dan terikat pada sedimen atau tetap berada dalam kolom air (Hanifah *et al.*, 2020). Bakteri yang terikat pada sedimen dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis sedimen sebagai tempat perekatan mikroba, zat organik dan

nutrisi yang dibutuhkan, dan sedimen merupakan tempat perlindungan dari tekanan lingkungan. Bakteri indikator dapat bertahan hidup lebih lama pada sedimen dari pada kolom air baik tawar maupun laut (Karbasdehi *et al.*, 2017).

Indeks nilai APM terkecil terindikasi pada sampel P3 yang diperoleh dari petak penampungan air tua sebelum dilepas ke meja garam. Pada petak ini terjadi pemekatan air dengan tingkat salinitas yang lebih tinggi, bebas dari alga, vegetasi dan organism akuatik. Meskipun *E. coli* dapat tumbuh di perairan tawar maupun laut, bakteri ini tidak mampu bertahan hidup pada lingkungan dengan kadar garam yang tinggi, karena bukan termasuk bakteri halofilik (Devane *et al.*, 2020). Tekanan lingkungan seperti sinar matahari UV, dan adanya zat polimer ekstraseluler bakteri membuat bakteri tidak mampu bertahan hidup (Karbasdehi *et al.*, 2017). Kelangsungan hidup di lingkungan dikaitkan dengan berbagai macam faktor genetik, dengan mayoritas berkaitan dengan enzim metabolisme dan protein transport (Rumball *et al.*, 2023). Pada titik pengambilan sampel ini *E.coli* tidak dapat bertahan hidup karena faktor pembatas lingkungan. Pada Tabel 2 terlihat bahwa pada lokasi ini memiliki suhu, salinitas dan kejenuhan air yang sangat tinggi. Suhu tinggi dapat menghilangkan keberadaan *E.coli* (Widyaningsih *et al.*, 2016). Laju pertumbuhan *E.coli* sangat rendah di bawah suhu 10°C. Bakteri ini mengalami peningkatan pertumbuhan secara bertahap hingga ~25% dari batas maksimum pada suhu ruangan dan maksimum pada suhu 35–40°C. Pertumbuhan akan turun drastis pada suhu di atas 42°C, tersisa hanya 10% dari maksimum pada suhu 47°C dan mendekati nol pada suhu 50°C (Yang *et al.*, 2020). Selain itu, kelangsungan hidup *E. coli* menurun dengan cepat saat salinitas meningkat dari konsentrasi payau ke laut. Hal ini diakibatkan *E. coli* tidak toleran terhadap garam (DeVilbiss *et al.*, 2021). Peningkatan salinitas mempengaruhi tingkat kejenuhan air baku karena proses evaporasi. tingkatan kadar salinitas air laut yang digunakan sebagai parameter dalam produksi garam dinyatakan dalam derajat baume (Verbiawan *et al.*, 2023). Peningkatan nilai kejenuhan air dipengaruhi oleh lama penyimpanan air dan dampak evaporasi yang membantu dalam peningkatan nilai kejenuhan air (He *et al.*, 2019). Kondisi lingkungan yang demikian menyebabkan pertumbuhan *E.coli* menurun.

Nilai APM *E. coli* dalam air baku produksi garam di Desa Pangarengan Kabupaten Sampang secara keseluruhan masih menunjukkan bahwa air baku pembuatan garam tidak sesuai dengan SNI 01-3553-2006 untuk air minum (<2 APM /100 mL). Hal ini menunjukkan bahwa air baku tersebut tidak aman untuk dikonsumsi secara langsung. Penerapan teknologi penyaringan air baku dan edukasi masyarakat diharapkan dapat menurunkan kontaminasi bakteri ini pada sumber yang digunakan masyarakat dalam memproduksi garam. Penurunan APM karena peningkatan salinitas diharapkan dapat menurunkan jumlah total bakteri *E. coli* pada produk garam yang dihasilkan sehingga dapat diterima sesuai dengan SNI No. 7388: 2009 tentang batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan yaitu <100 koloni/g.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis prevalensi bakteri *Escherichia coli* pada penelitian ini menunjukkan terdapat kontaminasi pada semua titik pengambilan sampel dengan tingkat yang berbeda. Peningkatan salinitas diduga dapat menyebabkan penurunan keberadaan bakteri *E. coli* dari titik pengambilan pada inlet, petak penampungan air laut dan petak penampungan air tua. Nilai APM *E. coli* dalam air baku produksi garam di Desa Pangarengan Kabupaten Sampang secara keseluruhan tidak sesuai dengan SNI 01-3553-2006 untuk air minum (<2 APM/100 mL). Perlu dilakukan penilaian lanjutan mengenai keberadaan *E. coli* terhadap produk garam yang dihasilkan sehingga dapat diterima sesuai dengan SNI No. 7388: 2009 tentang batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan yaitu <100 koloni/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas terlaksananya penelitian dan penerbitan jurnal ini. Penelitian ini merupakan bagian dari Program Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM) Riset yang tergabung dalam Penelitian Mandiri Grup Riset LPPM Universitas Trunojoyo Madura tahun anggaran 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifia, E. S., & Aji, O. R. (2020). Analisis Keberadaan Coliform dan *Escherichia coli* pada Es Batu dari Jajanan Minuman di Pasar Tengah Bandar Lampung. *Quagga Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 13(1), 74–74.

- <https://doi.org/10.25134/quagga.v13i1.3698>
- 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>
- Bäumler, A. J., & Sperandio, V. (2016). Interactions between the Microbiota and Pathogenic Pacteria in the Gut. *Nature*, 535(7610), 85–93. <https://doi.org/10.1038/nature18849>
- Cho, K. H., Wolny, J., Kase, J. A., Unno, T., & Pachepsky, Y. (2022). Interactions of *E. coli* with Algae and Aquatic Vegetation in Natural Waters. *Water Research*, 209, 117952. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117952>
- Damayanti, S. S., Komala, O., & Effendi, E. M. (2020). Identifikasi Bakteri dari Pupuk Organik Cair Isi Rumen Sapi. *EKOLOGIA*, 18(2), 63–71. <https://doi.org/10.33751/ekol.v18i2.1627>
- Davies-Colley, R. J., Craggs, R. J., & Nagels, J. W. (2003). Disinfection in a Pilot-Scale “Advanced” Pond System (APS) for domestic sewage treatment in New Zealand. *Water Science and Technology*, 48(2), 81–87. <https://doi.org/10.2166/wst.2003.0091>
- Devane, M. L., Moriarty, E., Weaver, L., Cookson, A., & Gilpin, B. (2020). Fecal Indicator Bacteria from Environmental Sources; Strategies for Identification to Improve Water Quality Monitoring. *Water Research*, 185, 116204. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116204>
- DeVilbiss, S. E., Steele, M. K., Krometis, L.-A. H., & Badgley, B. D. (2021). Freshwater Salinization Increases Survival of *Escherichia coli* and Risk of Bacterial Impairment. *Water Research*, 191, 116812. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116812>
- Diniarti, F. A., Kasasiah, A., & Hilmi, I. L. (2022). Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* dari Sumber Air Baku di Karawang terhadap Antibiotik Siprofloksasin. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(3), 414–429. <https://doi.org/10.33759/jrki.v4i3.281>
- Fulham, M., Power, M., & Gray, R. (2020). Diversity and Distribution of *Escherichia coli* in Three Species of Free-Ranging Australian Pinniped Pups. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.571171>
- Hanifah, H., Suprijanto, J., & Subagiyo, S. (2020). Jumlah Total Bakteri dan Bakteri Coliform pada Air Laut dan Sedimen Perairan Laut Kecamatan Kendal. *Journal of Marine Research*, 9(3), 245–250. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27480>
- Hartati, R., Widianingsih, RTD, B. W., Puspa, M. B., & Supriyo, E. (2022). Analisa Air Tambak Desa Kaliwlingi sebagai Bahan Baku Produksi Garam Konsumsi. *Journal of Marine Research*, 11(4), 657–666. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i4.35353>
- He, S., Chen, C., Kuang, Y., Mi, R., Liu, Y., Pei, Y., ... Hu, L. (2019). Nature-inspired Salt Resistant Bimodal Porous Solar Evaporator for Efficient and Stable Water Desalination. *Energy & Environmental Science*, 12(5), 1558–1567. <https://doi.org/10.1039/c9ee00945k>
- Hujannah, M. (2023). Analisis Faktor-Faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan Diatom (*Skeletonema costatum*) Skala Laboratorium di BPBAP Ujung Batee. *COMSERVA*, 3(1), 64–72. <https://doi.org/10.59141/comserva.v3i1.735>
- Hujatusnaini, N., Nada, A. A., Ramadhani, A. N., Wulandari, Y., Rahmawati, H., Nurpah, ... Amin, A. M. (2022). Potret Pengetahuan dan Sikap Masyarakat terhadap Potensi Ketercemaran Air Drainase di Area Pabrik Tahu Kota Palangka Raya. *Al-Nafis: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 9–19. <https://doi.org/10.46339/al-nafis.v2i1.764>
- Karbasdehi, V. N., Dobaradaran, S., Nabipour, I., Ostovar, A., Arfaeinia, H., Vazirizadeh, A., ... 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). <https://doi.org/10.1186/s40201-017-0266-2>
- Kotsiri, Z., Vantarakis, A., Rizzotto, F., Kavanaugh, D., Ramarao, N., & Vidic, J. (2019). Sensitive Detection of *E. coli* in Artificial Seawater by Aptamer-

- Coated Magnetic Beads and Direct PCR. *Applied Sciences*, 9(24), 5392. <https://doi.org/10.3390/app9245392>
- Liu, B., Lee, C. W., Bong, C. W., & Wang, A.-J. (2024). Investigating *Escherichia coli* Habitat Transition from Sediments to Water in Tropical Urban Lakes. *PeerJ*, 12, e16556–e16556. <https://doi.org/10.7717/peerj.16556>
- Nurliani, Syafriati, Y. M., & Sada, M. (2024). Analisis Keberadaan Bakteri *Escherichia Coli* (*E.Coli*) pada Air Laut di Kampung Wuring Kabupaten Sikka. *Seminar Nasional Teknologi, Kearifan Lokal Dan Pendidikan Transformatif (SNTEKAD)*, 1(2), 270–277. <https://doi.org/10.12928/sntekad.v1i2.15809>
- Nurrosyidah, I. H., Izudin, I., Regar, R., & Ningsih, A. W. (2018). Aktivitas Daya Hambat *Lactobacillus reuteri* terhadap Bakteri *Escherichia colidanStaphylococcus aureus* Secara In Vitro. *Journal of Pharmaceutical-Care Anwar Medika*, 2(2), 66–71. <https://doi.org/10.36932/jpcam.v2i2.26>
- Nwakanma C, Unachukwu MN, & Okoli CC. (2020). Toxicological Examination of Microbial Isolate from Sites Located in Freshwater Ecosystem at Ugwuomunike, Enugu State. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 7(1), 111–116. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2020.7.1.0190>
- Pratama, M., & Haditjaroko, L. (2021). Evaluasi Bakteri Patogen pada berbagai Kondisi Kemasan Pempek. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(2). <https://doi.org/10.33005/jtp.v15i2.2947>
- Prihatino, S. G., Yuliani, E., & Haribowo, R. (2022). Studi Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah pada Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Haryoto Kabupaten Lumajang. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(2), 156–165. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2022.002.02.13>
- Purbasari, H., Sudiadnyana, I. W., & Yulianti. (2020). Hubungan Tingkat Pengetahuan Hygiene Sanitasi Makanan dengan Perilaku Pengelola Kantin Sekolah Dasar di Kecamatan Kuta Selatan Kabupaten Badung Tahun 2020. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(1), 1–6.
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, E. (2018). *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko* (p. 51). Bogor: IPB Press.
- Rumball, N. A., Alm, E. W., & McLellan, S. L. (2023). Genetic Determinants of *Escherichia coli* Survival in Beach Sand. *Applied and Environmental Microbiology*, 89(1). <https://doi.org/10.1128/aem.01423-22>
- Sadomo, R. M., & Siwiendrayanti, A. (2023). Hubungan antara Higiene dan Sanitasi Sentra Pangan Jajanan dengan Keberadaan Bakteri *Eschericia coli*. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 7(1), 90–99. <https://doi.org/10.15294/higeia.v7i1.63213>
- Some, S., Mondal, R., Mitra, D., Jain, D., Verma, D., & Das, S. (2021). Microbial Pollution of Water with Special Reference to Coliform Bacteria and Their Nexus with Environment. *Energy Nexus*, 1, 100008. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100008>
- Standar Nasional Indonesia. (2006). SNI 01-2332.1-2006 Cara uji mikrobiologi - Bagian 1: Penentuan coliform dan *Escherichia coli* pada produk perikanan. In *Scribd*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2009). SNI 7388-2009 Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam pangan. In *Kupdf.net*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Suehr, Q. J., Chen, F., Anderson, N. M., & Keller, S. E. (2020). Effect of pH on Survival of *Escherichia coli* O157, *Escherichia coli* O121, and *Salmonella enterica* during Desiccation and Short-term Storage. *Journal of Food Protection*, 83(2), 211–220. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-19-195>
- Susilowati, A. Y., Jannah, S. N., Kusumaningrum, H. P., & Sulistiani. (2022). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Susu Kambing Sebagai Bakteri Antagonis *Listeria monocytogenes* dan *Escherichia coli* Penyebab Foodborne Disease. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), 24–31. <https://doi.org/10.14710/jtp.2022.29488>
- Utami, F. (2020). Metode Most Probable Number (MPN) sebagai Dasar Uji Kualitas Air Sungai Rengganis dan Pantai Timur Pangandaran dari Cemaran Coliform dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas*

- Husada: *Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analis Kesehatan Dan Farmasi*, 20(1), 21–30.
<https://doi.org/10.36465/jkbth.v20i1.550>
- Verbiawan, E. A., Ramadhan, M. R., Sumada, K., Muljani, S., & Pujiastuti, C. (2023). Teknologi Nozzle Spray untuk mempercepat Evaporasi Air Laut dalam Produksi Garam Konvensional. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1).
https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v18i1.4125
- Wardhani, M. K., & Rini, D. A. S. (2024). Assessment of the Quality of Raw Water for Salt Production in Pangarengan, Sampang, East Java. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 1298(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1298/1/012026>
- Widinugroho, D. A., & Asri, M. T. (2021). Pengaruh Bakteri Fermentasi Nira Siwalan (*Borassus flabellifer*) terhadap Coliform dan *Escherichia coli* pada Selada (*Lactuca sativa*). *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(1), 174–182.
<https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n1.p174-182>
- Widyaningsih, W., Supriharyono, & Widyorini, N. (2016). The Analysis of Total Coliform Bacteria in Kali Wiso Estuary Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(3), 157–164. Retrieved from
<https://media.neliti.com/media/publications/150259-ID-none.pdf>
- Yang, C.-Y., Erickstad, M., Tadrist, L., Ronan, E., Gutierrez, E., Wong-Ng, J., & Groisman, A. (2020). Aggregation Temperature of *Escherichia coli* Depends on Steepness of the Thermal Gradient. *Biophysical Journal*, 118(11), 2816–2828.
<https://doi.org/10.1016/j.bpj.2020.02.033>