

Pencemaran Mikrobiologis pada Kerang Darah (*Anadara granosa*): Studi Deteksi Bakteri Coliform

Ikhwan Fauzan¹, Nabila Afifah Azuga¹, Annisa Ulfa Khaira¹, Sefni Hendris¹, M. Irsyad Nur², Ardi Gustri Purbata³

¹⁾Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

³⁾Jurusan Sosial Ekonomi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

Korespondensi: nabila.afifahazuga@lecturer.unri.ac.id

Abstrak

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu biota benthik yang banyak ditemukan dan dikonsumsi oleh masyarakat di sekitar kawasan pesisir. Sebagai biota *filter feeder*, kerang dapat terkontaminasi oleh berbagai macam bakteri, khususnya bakteri Coliform. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan bakteri Coliform pada kerang darah (*A. granosa*) yang diperoleh dari perairan Bagan Siapiapi, Riau. Bakteri Coliform dikenal sebagai salah satu indikator biologis yang sering digunakan untuk mengevaluasi tingkat pencemaran air dan keamanan pangan. Dalam analisis penanganan sampel, sampel kerang darah diambil secara langsung, diolah di laboratorium, dan dianalisis menggunakan media Endo untuk mendeteksi dan mengidentifikasi keberadaan bakteri Coliform. Pengamatan dilakukan terhadap morfologi koloni bakteri meliputi warna, bentuk, tepian, dan elevasi. Hasil penelitian menunjukkan keberadaan tiga isolat koloni dengan jumlah dan karakteristik yang berbeda. Isolat 1 memiliki 26 koloni dengan bentuk tidak beraturan, warna merah muda kekuningan, serta permukaan cembung. Isolat 2 menunjukkan 21 koloni dengan karakteristik serupa, tetapi warna lebih merah. Isolat 3 memiliki jumlah koloni tertinggi, yaitu 60 koloni/ml, dengan bentuk melingkar dan warna merah muda. Jumlah koloni bakteri Coliform yang ditemukan telah melampaui ambang batas maksimum cemaran mikroorganisme yang diatur oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, sehingga mengindikasikan risiko tinggi bagi kesehatan masyarakat. Penelitian ini menyoroti pentingnya pengelolaan sanitasi perairan dan pengujian mikrobiologi pada produk perikanan untuk melindungi kesehatan konsumen dari kontaminasi mikroba.

Kata kunci: Mikroorganisme, Coliform, *E. Coli*, Kerang Darah

Abstract

Blood cockles (*Anadara granosa*) are a common marine biota frequently found and consumed by communities that live in coastal areas. As filter-feeder organisms, blood cockles are susceptible to contamination by various bacteria, including Coliform bacteria. This research aimed to detect coliform bacteria in blood cockles (*A. granosa*) collected from the waters of Bagan Siapiapi, Riau. Coliform bacteria are widely recognized as biological indicators to assess water pollution and food safety. Blood cockle samples were collected directly in the field, processed in the laboratory, and analyzed using Endo agar media for coliform detection and characterization. The observations focused on colony morphology, including color, shape, edges, and elevation. The results revealed the presence of three colony isolates with varying numbers and characteristics. Isolate 1 consisted of 26 colonies with irregular shapes, pinkish-yellow color, and convex surfaces. Isolate 2 had 21 colonies with similar characteristics but exhibited a reddish color. Isolate 3 showed the highest colony count, reaching 60 colonies/ml, with circular shapes and pink coloration. The abundance of coliform bacteria exceeded the maximum microbial contamination limit set by Indonesia's Food and Drug Administration, indicating a high health risk for consumers. This study highlights the need for effective water sanitation management and microbiological testing of fishery products to safeguard public health from microbial contamination.

Key words: Microorganism, Coliform, E. Coli, Blood Mussels

PENDAHULUAN

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis bivalvia yang tergolong banyak dikonsumsi oleh masyarakat di berbagai daerah, baik sebagai makanan lokal ataupun masuk dalam komoditas perikanan. Sebagai organisme *filter feeder*, kerang memiliki kemampuan untuk menyaring partikel dari air, termasuk mikroorganisme. Hal ini tentunya dapat menjadi potensi adanya kontaminasi oleh patogen berbahaya pada daging kerang (Kijewska dkk., 2023).

Kontaminasi mikroorganisme pada berbagai jenis biota bahari, terutama kerang oleh patogen atau bakteri merupakan tantangan serius dalam industri perikanan. Jumlah jenis mikroorganisme yang dapat mencemari biota laut sangat banyak, termasuk *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Vibrio cholerae*, dan *Staphylococcus aureus*. Terjadinya kontaminasi dapat berlangsung pada tahap penyimpanan maupun saat melakukan distribusi pada produk laut tersebut, sehingga dapat mengancam keamanan pangan dan kesehatan konsumen (Rahmi dkk., 2021).

Bakteri Coliform, yang meliputi berbagai spesies seperti *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan *Klebsiella*, adalah salah satu indikator biologis yang sering digunakan untuk menilai tingkat pencemaran (Kijewska dkk., 2023). Kelompok bakteri ini berfungsi sebagai tanda serta sinyal untuk mengidentifikasi adanya kontaminasi patogen pada sumber makanan. Mikroba pembusuk ini juga berkemampuan untuk menghasilkan berbagai macam zat kimia beracun, seperti unsur kimia indol dan skatol yang jika dikonsumsi dalam jumlah besar, dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi manusia (Jannah dkk., 2021). Indol dan skatol merupakan senyawa organik aromatik yang secara alami ditemukan sebagai hasil metabolisme mikroorganisme pada hewan dan manusia, terutama ditemukan di saluran pencernaan. Dalam jumlah kecil, senyawa ini memiliki fungsi yang penting. Namun, jika dikonsumsi atau diproduksi secara berlebihan, keduanya dapat menjadi toksik bagi tubuh. Indol yang berlebihan dapat mengganggu fungsi hati dan menyebabkan akumulasi metabolit toksik, sementara skatol yang berlebihan diketahui bersifat merusak bagi sel epitel saluran pencernaan dan hati. Kondisi ini dapat memicu gangguan seperti kerusakan jaringan hati atau bahkan peningkatan risiko penyakit kronis (Supriyono dkk., 2021). Selain itu, skatol juga dapat menyebabkan efek neurotoksik jika masuk ke sirkulasi darah dalam kadar tinggi. Oleh karena itu, penting untuk menjaga konsumsi dan produksi dari senyawa ini dalam batas yang aman untuk mencegah dampak negative

terhadap Kesehatan. Keberadaan bakteri Coliform dapat digunakan sebagai indikator pencemaran air karena kepadatannya berbanding positif dengan tingkat kandungan polusi. Mikroorganisme ini menunjukkan tingkat ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan patogen lain sehingga lebih mudah untuk diisolasi serta dikultur (Khasanah dkk., 2021).

Pencemaran perairan yang menjadi habitat kerang darah kerap kali disebabkan oleh limbah domestik dan industri, yang mengandung berbagai patogen dan zat berbahaya (Kijewska dkk., 2023). Dalam beberapa penelitian sebelumnya seperti yang telah dilakukan oleh Srisomwong dkk., (2018), menunjukkan bahwa kerang darah yang diambil dari perairan tercemar dapat mengandung tingkat Coliform yang tinggi dan berhubungan dengan risiko kesehatan bagi konsumen. Salah satu metode yang diaplikasikan untuk mendeteksi tingkat kesegaran produk perikanan adalah dengan uji mikrobiologi analisis Angka Lempeng Total (ALT) di laboratorium (Mishra dkk., 2018). Uji ini dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif, seperti dengan metode *Total Plate Count* (TPC) (Sukmawati dan Hardianti, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi keberadaan bakteri Coliform pada sampel kerang darah (*Anadara granosa*) yang diambil pada perairan Bagan Siapiapi, Riau. Deteksi bakteri Coliform pada kerang darah sangat penting untuk menilai tingkat keamanan pangan dan untuk melindungi kesehatan masyarakat dari potensi bahaya akibat mengonsumsi produk perikanan yang tercemar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Pengambilan sampel kerang darah dilakukan pada hari Senin, 21 September 2024, di perairan Bagan Siapiapi. Sedangkan analisis sampel kerang dilakukan pada hari Rabu 23 September 2024 di Laboratorium Bioteknologi Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Alat yang Digunakan pada Analisis di Laboratorium.

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Autoklaf	Sterilisasi alat dan bahan
2	Gunting	Memotong sampel
3	Cawan petri	Pembiakan mikroorganisme
4	Gelas Erlenmeyer	Wadah pembuatan larutan
5	Mikropipet	Memindahkan cairan
6	Timbangan digital	Menimbang berat sampel

7	Batang L	Memanaskan dan sterilisasi
8	Lampu Bunsen	Menginkubasi bakteri
9	Inkubator	Media pembiakan bakteri
10	Tabung reaksi	Memindahkan koloni bakteri

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Bahan yang Digunakan Selama Penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Sampel kerang darah (<i>Anadara granosa</i>)	Sebagai bahan uji bakteri
2	Aquades	Sebagai pelarut bahan kimia
3	Media Endo Agar	Media tumbuh bakteri untuk mengamati morfologi dan perhitungan jumlah koloni
4	<i>Alumunium foil</i>	Pembungkus media
5	Spiritus	Bahan bakar bunsen

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel kerang darah (*Anadara granosa*) di lapangan dilakukan secara langsung. Sampel kerang darah diambil dari perairan Bagan Siapiapi, Provinsi Riau. Sampel yang sudah didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel dengan memberikan label pada tiap plastik sampel. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam *ice box* lalu dibawa ke Laboratorium Bioteknologi Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu, untuk media, media ditimbang sesuai dengan takaran lalu dilarutkan dalam aquades sambil dipanaskan hingga larut, lalu media ditutup dengan plastik *wrap*. Alat seperti cawan petri dan tabung reaksi dicuci dan dilap hingga kering, cawan petri lalu dibungkus dengan menggunakan kertas, lalu masukan 10 ml aquades kedalam tabung reaksi dan tutup dengan kapas dan *wrap*, setelah dibungkus alat-alat dimasukan kedalam autoklaf untuk disterilkan.

Preparasi Sampel

Disiapkan tiga sampel kerang, selanjutnya daging kerang dipisahkan dari cangkangnya. Sampel daging kerang yang sudah diambil dari cangkangnya kemudian digerus dengan menggunakan mortar sampai halus, setelah halus sampel tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi aquades steril, lalu dihomogenkan

dengan vortex. Setelah sampel homogen dengan larutan aquades, diambil 1 ml larutan dari tabung tersebut dan pindahkan kedalam tabung reaksi lain yang berisi 10 ml aquades steril untuk dilakukan 5 kali pengenceran (Hidayati dkk., 2022).

Karakterisasi dan Deteksi Bakteri Coliform

Pada tahap pengenceran kelima (dilusi 10^{-5}), sebanyak 0,1 ml sampel diambil dan ditanam pada cawan petri yang telah berisi media Endo agar. Penanaman dilakukan dengan metode penyebaran menggunakan batang L steril dengan metode sebar untuk memastikan distribusi sampel yang merata di permukaan media. Setelah proses penyebaran selesai, cawan petri ditutup rapat dan dibungkus untuk menjaga sterilitas selama proses inkubasi. Cawan petri kemudian ditempatkan di dalam inkubator pada suhu optimal yang disesuaikan untuk mendukung pertumbuhan bakteri Coliform (Supriyadi, dkk., 2021).

Setelah periode inkubasi selama 24 jam, dilakukan pengamatan secara teliti terhadap koloni bakteri yang tumbuh pada media Endo agar. Pengamatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik koloni, termasuk warna, morfologi, dan tingkat pertumbuhan, sebagai bagian dari analisis bakteriologis yang lebih mendalam. Proses ini memberikan data kuantitatif dan kualitatif yang penting dalam menilai keberadaan dan konsentrasi bakteri Coliform dalam sampel awal.

Pengamatan Morfologi

Koloni yang tumbuh pada media Endo agar diamati morfologinya secara langsung. Morfologi yang diamati meliputi warna, bentuk koloni, ukuran, pinggiran, dan elevasi koloni (Yoswaty, 2014). Selain itu, dilakukan perhitungan untuk jumlah koloni bakteri hasil perhitungan dikalikan faktor pengenceran yang dinyatakan dengan formula (Mardalisa dkk., 2021):

$$\text{Jumlah bakteri } \left(\frac{cfu}{ml} \right) = \text{jumlah koloni} \times \frac{0,1}{\text{Faktor Pengenceran}}$$

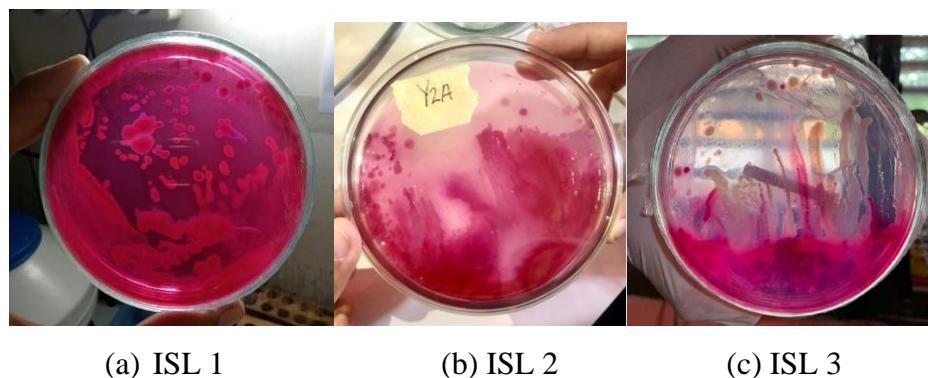
HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Bakteri

Bakteri Coliform merupakan salah satu indikator penting guna untuk melakukan penilaian terhadap kualitas mikrobiologis dan keamanan dari berbagai sampel makanan dan air (Abegewi dkk., 2022). Dalam melakukan proses identifikasi bakteri, salah satu metode umum yang digunakan yaitu metode perhitungan cawan (*plate count method*). Metode ini dilakukan dengan perhitungan secara manual jumlah mikroorganisme yang

hidup dalam sampel cair, padat, ataupun udara dengan cara menumbuhkannya pada media agar dalam cawan petri (Niemi dkk., 2001).

Deteksi bakteri Coliform juga dapat dilakukan dengan menggunakan media selektif seperti media Endo agar untuk mendeteksi fermentasi laktosa yang menghasilkan gas atau asam sebagai tanda keberadaan bakteri (Evriarti, 2022). Deteksi bakteri Coliform yang didapat dari masing-masing isolat dapat berupa diameter bakteri, bentuk koloni, warna bakteri, tepian, permukaan, dan jumlah koloni yang berhasil ditumbuhkan. Koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media Endo agar dapat dilihat pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Koloni Bakteri pada Media Endo Agar

Pengamatan Morfologi

Tabel 1. Morfologi Isolat Bakteri Coliform pada Media Endo Agar

Kode Isolat	Diameter (mm)	Bentuk Koloni	Warna	Tepian	Permukaan	Jumlah Koloni	Jumlah Bakteri (cfu/ml)
ISL 1	2	Menyebar Tak Beraturan	Merah Muda Kekuning-Kuningan	Tak Beraturan	Timbul	26	1500
ISL 2	4	Menyebar Tak Beraturan	Merah Muda	Tak Beraturan	Cembung	21	2500
ISL 3	3	Melingkar	Merah Muda Kekuningan	Bergelombang	Cembung	60	3500

Berdasarkan hasil pengamatan yang tersedia pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat bentuk koloni atau warna, tepian, permukaan, atau jumlah koloni yang membedakan setiap isolat. Pada isolat 1 (ISL 1) diameter koloni bakteri 2 mm. Bentuk koloni yang ditemukan yaitu menyebar tak beraturan, berwarna merah muda

kekuningan, dan morfologi tepian yang diamati, yaitu tak beraturan. Permukaan koloni yang dijumpai, yaitu cembung dan timbul.

Hasil pengamatan isolat 2 (ISL 2) menunjukkan bahwa sampel kerang mengandung fecal Coliform, yang ditandai oleh pertumbuhan koloni dengan warna merah muda atau merah pada media Endo agar. Warna ini merupakan ciri khas bakteri yang mampu memfermentasi laktosa, seperti *Escherichia coli* dan *Klebsiella sp*. Proses fermentasi laktosa menghasilkan asam yang memengaruhi perubahan warna media menjadi merah atau merah muda, berkat peran indikator *neutral red* yang sensitif terhadap perubahan pH. *Fecal coliform* adalah sekelompok bakteri yang secara alami hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas (Abdullah dkk., 2021).

Pada isolat 3 (ISL 3) menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri yang diperoleh pada kerang darah adalah 60 koloni/ml. Angka ini menunjukkan jumlah koloni bakteri Coliform pada kerang darah ini tinggi. Mengacu pada Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2019 mengenai batas maksimum cemaran mikroba dan kimia dalam makanan, pangan olahan lainnya diwajibkan memiliki batas APM Coliform <3/g atau <3/ml. Sementara itu, kualitas air minum disyaratkan memiliki kandungan Coliform ssebesar 0/250 ml sampel. Selanjutnya, berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/MENKES/PER/VI/ 2011 keberadaan *E. coli* dalam makanan dan minuman tidak diperkenankan sama sekali, yakni harus 0 per 100 ml (Yulistiani dkk., 2023).

Hasil deteksi bakteri Coliform menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh pada media Endo agar menunjukkan berbagai warna koloni tergantung pada jenis bakteri dan kemampuannya untuk memfermentasi laktosa. Warna pink pada isolat menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri yang menghasilkan asam, namun dengan intensitas yang lebih rendah. *Escherichia coli*, yang juga mampu memfermentasi laktosa dan merupakan bakteri yang tumbuh pada isolat tersebut.

Sebagian kecil mikroorganisme memiliki sifat patogenik yang berpotensi merugikan, seperti bakteri Coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus cereus*, yang tercatat sebagai kontaminan pada produk pangan olahan (Badan POM RI, 2019). Keberadaan mikroorganisme tersebut dalam makanan dapat memicu gangguan kesehatan, sehingga diperlukan upaya pengendalian melalui penggunaan agen antimikroba.

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah koloni bakteri pada tiap-tiap isolat yaitu ISL 1, ISL 2, dan ISL 3 memiliki total koloni yang berbeda beda. Isolat 3 dengan kode ISL 3 memiliki jumlah bakteri tertinggi dengan total 3500 cfu/ml, diikuti oleh isolat 2 dengan jumlah koloni sebanyak 2500 cfu/ml, dan isolat 1 dengan jumlah koloni

sebanyak 1500 cfu/ml. Hal tersebut menunjukkan bahwa dari tiga sampel kerang darah, seluruhnya mengandung mikroorganisme Coliform yang menunjukkan adanya tingkat populasi bakteri Coliform yang tinggi. Jumlah koloni bakteri yang ditemukan pada tiap masing-masing isolat berbeda disebabkan oleh banyak faktor yang berkaitan dengan lingkungan tempat daerah karang diambil, karakteristik fisiologis kerang, serta faktor ekologi lainnya. Selain faktor lingkungan dan biologi kerang darah, perbedaan jumlah bakteri juga dapat disebabkan oleh teknik isolasi atau pengolahan sampel yang digunakan (Amelia dkk., 2023). Pada ISL 3 yang memiliki jumlah bakteri tertinggi disebabkan oleh daerah pengambilan sampel yang berada pada daerah yang dekat dengan aktivitas manusia (anthropogenik) yang mengakibatkan tingkat pencemaran menjadi lebih tinggi, sedangkan pada ISL 1 yang memiliki jumlah bakteri terendah disebabkan oleh pengambilan sampel berada pada daerah sekitaran hutan mangrove atau yang tidak terkena secara langsung dengan sumber pencemaran.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan menunjukkan adanya variasi yang signifikan pada karakteristik morfologi koloni setiap isolat bakteri. koloni bakteri yang diamati memiliki bentuk tidak teratur dengan warna merah muda kekuningan. Tepian pada koloni bakteri terlihat tidak beraturan, mengindikasikan perbedaan pola pertumbuhan antar isolat. Selain itu, permukaan koloni yang cembung dan timbul menjadi indikator pertumbuhan bakteri yang aktif.

REFERENSI

- Abdullah, A., Hidayat, T., Seulalae, A. V. (2021). Moluska: Karakteristik, Potensi dan Pemanfaatan Sebagai Bahan Baku Industri Pangan dan Non Pangan. Syiah Kuala University Press.
- Abegewi, U. A., Esemu, S. N., Ndip, R. N., Ndip, L. (2022). Prevalence and Risk Factors of Coliform-Associated Mastitis and Antibiotic Resistance of Coliforms from Lactating Dairy Cows in North West Cameroon. *Plos One*, 17(7): 108-114. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.026824735>.
- Amelia, D. N., Suprapto, D. (2023). Analisis Lingkungan Perairan Kawasan Budidaya Kerang Darah di Kabupaten Rokan Hilir. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan*, 11(3): 45-51.
- BPOM No. 13 Tahun 2019 Tentang batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Evriarti, P. R. (2022). Identifikasi Bakteri Mirip Coliform pada Media Cromocoult Coliform Agar (CCA). *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 6(1): 6-10.

- Hidayati, I., Wati, R. I., Faizah, H. (2022). Analisis Total Bakteri Coliform dan Identifikasi *Escherichia coli* pada Makanan dan Minuman di Kantin X. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(1): 26–34.
- Jannah, F. Z. J. Z., Zuhri, M. S., Mulyadi, E. (2021). Optimasi Kadar Ozon Dalam Proses Disinfeksi Bakteri Coliform Pada Pengolahan Air Minum. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2): 59–65. https://doi.org/10.33005/JURNAL_TEKKIM.V15I2.2567.
- Khasanah, S., Sari, I. P., Nugraha, R. A. (2021). Deteksi *Escherichia coli* pada Sate Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Pasar Tradisional Surabaya Menggunakan Metode MPN. *Journal Food and Environmental Hygiene*, 10(3): 123-129.
- Kijewska, A., Koroza, A., Grudlewska-Buda, K., Kijewski, T., Wiktorczyk-Kapischke, N. (2023). Molluscs Ticking Microbial Bomb. *Frontiers in Microbiology*, 13(2): 150-165. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1061223>.
- Mardalisa, M., Feliatra, F., Nursyirwani, N. (2021). *Indeks Resistensi Multi-Antibiotik Isolat Escherichia coli dari Perairan Laut Dumai Provinsi Riau. Berkala Perikanan Terubuk*.
- Mishra, M., Arukha, A. P., Patel, A. K., Behera, N., Mohanta, T. K. (2018). Multi-drug Resistant Coliform: Water Sanitary Standards and Health Hazards. *Frontiers in Pharmacology*, 9(2): 311.
- Niemi, R. M., Heikkilä, M., Lahti, K., Kalso, S., & Niemelä, S. (2001). Comparison of Methods for Determining the Numbers and Species Distribution of Coliform Bacteria in Well Water Samples. *Journal of Applied Microbiology*, 90(6): 850-858. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01314>.
- Niemi, R. M., Heiskanen, I., Wallenius, K., Lindström, K. (2001). Optimization of Sample Preparation for Enumeration of Total Microbial Counts in Soil Using Epifluorescence Microscopy. *Microbial Ecology*, 42(4): 533–541. <https://doi.org/10.1007/s00248-001-1015-8>.
- Rahmi, N., Wulandari, P., Advinda, L. (2021). Pengendalian Cemaran Mikroorganisme pada Ikan. *Seminar Nasional Biologi* 1(2): 611-623.
- Srisomwong, M., Meksumpun, S., Wangvoralak, S., Thawonsode, N., Meksumpund, C. (2018). Production Potential of Tidal Flats for Blood Clam (*Anadara granosa*) Culture in Bang-Tabun Bay, Phetchaburi Province. *ScienceAsia*, 44(6): 387. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2018.44.387>.
- Sukmawati, S., Hardianti, F. (2018). Analisis Total Plate Count (TPC) Mikroba pada Ikan Asin Kakap di Kota Sorong Papua Barat. *Jurnal Biodjati*, 3(1): 72-78.
- Supriyadi, A., Hidayati, S., & Lestari, P. (2021). Efektivitas Pemanasan dalam Mengurangi Bakteri Patogen pada Produk Olahan Perikanan. *Keamanan Pangan dan Lingkungan*, 6(1): 67-75.
- Yoswaty, D. (2014). Analisis Bakteri Fecal Streptococcus di Perairan Pantai Selat Rupat, Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 19(1): 67–77.
- Yulistiani, R., Raharjo, D., Sarofa, U., Sabrina, D. A. (2023). Tingkat Cemaran Bakteri Coliform dan *Escherichia coli* pada Makanan dan Minuman Sebagai Dampak Kondisi Higienis Sanitasi di Sentra Kuliner Penjaringansari, Surabaya. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(1): 35-47.