

Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Kontaminan melalui Uji Biokimia sebagai Upaya Evaluasi Keamanan Produk Obat, Pangan, Kosmetik dan Lingkungan

Christica Ilsanna Surbakti^{1*}, Manahan Situmorang², Rezza Fikrih Utama³, Viera Nazlia⁴, Yosi Yunisa Gaja⁵

¹⁻⁵ Program Studi Farmasi, Universitas Sari Mutiara, Indonesia

*Penulis Korespondensi: christicailsannas@gmail.com

Abstract. Bacterial contamination in pharmaceutical, food, cosmetic, and environmental products poses a significant global health challenge. This study aims to identify and characterize bacterial contaminants through biochemical testing approaches to evaluate the safety of various product types. Methods employed include bacterial isolation, Gram staining, and a series of conventional biochemical tests such as carbohydrate fermentation, catalase, oxidase, IMViC, and TSIA. A systematic review of 15 scientific journals across multiple disciplines revealed that the most frequently identified contaminants were *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, and *Enterobacter* sp. These findings were consistently detected across diverse matrices, including fishery products, traditional foods, cosmetics, dairy milk, landfill soils, and indoor air of shopping centers. The study concludes that biochemical testing remains a reliable and cost-effective method for preliminary identification of bacterial contaminants across various sectors. However, confirmation using molecular methods such as PCR and 16S rRNA sequencing is strongly recommended to improve identification accuracy. Stricter safety standards and consistent hygiene practices are essential throughout the production chain of pharmaceutical, food, and cosmetic products to protect public health.

Keywords: Bacterial Contamination; Biochemical Testing; Cosmetic; Food Safety; Medicines.

Abstrak. Kontaminasi bakteri pada produk obat, pangan, kosmetik, dan lingkungan merupakan permasalahan kesehatan global yang menuntut perhatian serius. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi bakteri kontaminan melalui pendekatan uji biokimia guna mengevaluasi keamanan berbagai jenis produk. Metode yang digunakan meliputi isolasi bakteri, pewarnaan Gram, serta serangkaian uji biokimia konvensional seperti uji fermentasi karbohidrat, uji katalase, uji oksidase, uji IMViC, dan uji TSIA. Tinjauan sistematis terhadap 15 jurnal ilmiah dari berbagai bidang kajian mengungkapkan bahwa bakteri kontaminan yang paling sering ditemukan adalah *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Bacillus* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Enterobacter* sp. Temuan ini konsisten ditemukan di berbagai matriks, mulai dari produk perikanan, makanan tradisional, kosmetik, susu sapi, tanah sekitar tempat pembuangan akhir, hingga udara dalam ruangan pusat perbelanjaan. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa uji biokimia tetap menjadi metode yang andal dan ekonomis untuk identifikasi awal bakteri kontaminan di berbagai bidang. Namun, konfirmasi menggunakan metode molekuler seperti PCR dan sekuensing 16S rRNA sangat direkomendasikan untuk meningkatkan akurasi identifikasi. Standar keamanan yang lebih ketat serta penerapan praktik higiene yang konsisten diperlukan di seluruh rantai produksi produk obat, pangan, dan kosmetik guna melindungi kesehatan masyarakat.

Kata kunci: Keamanan Pangan; Kontaminasi Bakteri; Kosmetik; Obat-Obatan; Uji Biokimia.

1. LATAR BELAKANG

Mikroorganisme patogen, khususnya bakteri, merupakan ancaman nyata bagi keamanan produk konsumsi dan kualitas lingkungan. Kontaminasi bakteri pada rantai produksi obat, pangan, dan kosmetik tidak hanya merugikan secara ekonomi, tetapi juga berpotensi menimbulkan dampak kesehatan yang serius bagi konsumen. Secara global, jutaan kasus kesakitan dan kematian setiap tahunnya dikaitkan dengan konsumsi produk yang tercemar oleh mikroorganisme berbahaya. Di Indonesia, permasalahan ini semakin menjadi perhatian

mengingat masih rendahnya standar sanitasi di sejumlah rantai produksi, mulai dari pengolahan produk perikanan, makanan tradisional, kosmetik, hingga lingkungan sekitar tempat pembuangan akhir sampah (Hanum & Annisa, 2019).

Secara khusus, kontaminasi bakteri pada produk-produk tersebut seringkali tidak langsung terdeteksi secara organoleptik, sehingga konsumen tidak menyadari adanya risiko kesehatan. Bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella* sp. yang bersifat patogen atau berpotensi menjadi patogen oportunistik dapat tumbuh pada berbagai substrat, termasuk produk kosmetik, makanan olahan, serta tanah yang terkontaminasi limbah organik. Kemampuan bakteri untuk beradaptasi pada lingkungan dengan nutrisi beragam menjadikannya kontaminan yang sulit dikendalikan tanpa penerapan protokol keamanan yang ketat (Wenas et al., 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi jenis-jenis bakteri kontaminan yang ditemukan pada produk obat, pangan, kosmetik, dan lingkungan melalui kajian terhadap 15 jurnal ilmiah yang menggunakan pendekatan uji biokimia. Dengan demikian, kajian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi upaya peningkatan standar keamanan produk dan pengelolaan sanitasi lingkungan di Indonesia (Haryati, 2020).

2. KAJIAN TEORITIS

Upaya identifikasi dan karakterisasi bakteri kontaminan menjadi langkah krusial dalam sistem pengawasan mutu produk. Uji biokimia merupakan metode konvensional yang telah lama digunakan dalam mikrobiologi karena kemampuannya mengidentifikasi genus dan spesies bakteri berdasarkan perbedaan aktivitas metabolik, seperti fermentasi karbohidrat, produksi enzim, dan pemanfaatan sumber karbon spesifik. Dibandingkan metode molekuler yang memerlukan peralatan mahal, uji biokimia jauh lebih terjangkau dan dapat diterapkan di laboratorium dengan fasilitas terbatas (Nasution, 2023).

Meskipun metode molekuler seperti *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dan sekuensing gen 16S rRNA memberikan akurasi yang lebih tinggi dalam identifikasi spesies, kombinasi antara uji biokimia dan konfirmasi molekuler dinilai sebagai pendekatan yang paling komprehensif. Penelitian terkini menunjukkan bahwa penggunaan media selektif yang tepat dipadukan dengan serangkaian uji biokimia mampu mendeteksi bakteri kontaminan dengan sensitivitas dan spesifisitas yang memadai untuk keperluan evaluasi keamanan produk. Oleh karena itu, tinjauan sistematis terhadap berbagai studi terkait identifikasi bakteri kontaminan melalui uji biokimia menjadi sangat relevan untuk memberikan gambaran komprehensif tentang keberadaan, jenis, dan implikasi kesehatan dari kontaminasi bakteri di berbagai sektor (Wahyudi et al., 2024).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain studi tinjauan sistematis (*systematic review*) terhadap 15 artikel jurnal ilmiah yang diterbitkan pada rentang tahun 2019 hingga 2025. Proses penelusuran literatur dilakukan secara daring melalui basis data Google Scholar, PubMed, dan portal jurnal nasional terakreditasi seperti SINTA. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran meliputi “identifikasi bakteri”, “karakterisasi biokimia”, “kontaminasi mikroba”, “uji biokimia”, “keamanan pangan”, “kosmetik”, dan “lingkungan”. Artikel yang diikutsertakan dalam kajian ini memenuhi kriteria inklusi berikut: (1) diterbitkan dalam rentang waktu 2019–2025; (2) menggunakan metode uji biokimia sebagai instrumen utama atau pendukung identifikasi bakteri; (3) berfokus pada produk obat, pangan, kosmetik, atau lingkungan sebagai matriks sampel; dan (4) diterbitkan dalam jurnal yang terindeks secara nasional maupun internasional (Kosasi et al., 2019).

Data dari setiap artikel diekstraksi secara sistematis meliputi: judul dan nama penulis, tahun terbit, objek atau produk yang diteliti, metode identifikasi yang digunakan, jenis bakteri yang ditemukan, serta hasil utama penelitian. Selanjutnya, data yang telah diekstraksi disintesis secara deskriptif kualitatif untuk mengidentifikasi pola dan kecenderungan kontaminasi bakteri lintas berbagai jenis produk dan lingkungan. Metode uji biokimia yang umum dievaluasi mencakup pewarnaan Gram, uji fermentasi karbohidrat (glukosa, laktosa, sukrosa, mannitol), uji katalase, uji oksidase, uji indol, uji Methyl Red-Voges Proskauer (MR-VP), uji Sitrat Simmons, uji TSIA (Triple Sugar Iron Agar), uji SIM (Sulfur Indole Motility), serta uji pada media selektif seperti Mannitol Salt Agar (MSA), Eosin Methylene Blue Agar (EMBA), MacConkey Agar, dan Blood Agar Plate (BAP) (Rahmawati et al., 2023).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kajian Literatur

Hasil tinjauan terhadap 15 artikel jurnal yang memenuhi kriteria inklusi disajikan dalam Tabel 1 di bawah ini. Data yang ditampilkan mencakup judul artikel, nama penulis, tahun terbit, objek atau produk yang diteliti, metode identifikasi yang digunakan, jenis bakteri kontaminan yang berhasil diidentifikasi, serta hasil utama dari masing-masing penelitian.

Tabel 1. Ringkasan Identifikasi Bakteri Kontaminan dari 15 Jurnal Ilmiah.

No	Judul & Penulis	Tahun	Objek/ Produk	Metode Identifikasi	Bakteri Ditemukan	Hasil Utama
1	Pengujian Kualitas Mikrobiologi Ikan Ekor Kuning Asap dari Pasar Youtefa Papua Haryati, K.	2020	Ikan ekor kuning asap	TPC, pewarnaan Gram, uji biokimia (SNI)	<i>Staphylococcus</i> sp., <i>Salmonella</i> sp.	Cemaran melampaui SNI 2725:2013; TPC sampai $1,17 \times 10^8$ CFU/g

2	Identifikasi dan Karakterisasi Bakteri Kontaminan melalui Uji Biokimia Nasution, R. A.	2023	Berbagai sampel berpotensi terkontaminasi	Isolasi, uji morfologi & biokimia (katalase, oksidase, fermentasi)	Beragam bakteri kontaminan (tidak spesifik)	Bakteri kontaminan teridentifikasi berdasarkan karakter biokimia; butuh konfirmasi molekuler
3	Deteksi Gen Resistensi Kloramfenikol (cat) pada Isolat Klinik <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Escherichia coli</i> dengan PCR Wahyudi, D., dkk.	2024	Isolat klinik <i>P. aeruginosa</i> & <i>E. coli</i>	PCR, elektroforesis gel agarosa, uji biokimia	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i>	100% <i>P. aeruginosa</i> & 71,4% <i>E. coli</i> membawa gen cat; potensi resistensi kloramfenikol tinggi
4	Identifikasi Bakteri pada Makanan Tradisional Burasak Menggunakan Metode Kultur dan Biokimia Safitri, F.	2025	Makanan tradisional Burasak	Kultur NA, pewarnaan Gram, uji katalase, uji biokimia & fermentasi	<i>Staphylococcus</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., <i>Klebsiella</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp.	Ditemukan bakteri berpotensi patogen pada Burasak; sanitasi produksi perlu ditingkatkan
5	Karakterisasi Morfologi dan Biokimia Bakteri Penghasil ACC Deaminase dari Rhizosfer Kacang Tanah Martini, E., dkk.	2023	Bakteri rizosfer kacang tanah	Isolasi, uji morfologi, uji biokimia konvensional	<i>Staphylococcus</i> sp., <i>Bacillus</i> sp.	9 isolat potensial penghasil ACC deaminase; dominasi Gram positif
6	Identifikasi Mikroorganisme Penyebab Jerawat pada Bedak Tabur Penata Rias Wulandari, D. P. A. & Mahtuti, E. Y.	2025	Bedak tabur penata rias	Isolasi BAP, pewarnaan Gram, uji biokimia, katalase, koagulase, fermentasi	<i>Propionibacterium acnes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>S. epidermidis</i>	4 dari 10 sampel terkontaminasi; bakteri bersumber dari kulit manusia
7	Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Bakteri Simbion Alga <i>Turbinaria ornata</i> serta Identifikasi Biokimia Kosasi, C., dkk.	2019	Alga cokelat <i>Turbinaria ornata</i>	Disk diffusion, pewarnaan Gram, uji biokimia (Bergey's Manual)	Gram negatif & positif (basil); genus laut tidak spesifik	3 isolat menghambat <i>S. aureus</i> & <i>E. coli</i> (zona hambat 6,33–7,33 mm, kategori sedang)
8	Uji Cemaran Mikroba pada Sediaan Lipstik Cair Wenas, D. M., dkk.	2020	Lipstik cair (berbagai usia penyimpanan)	TPC, media selektif (MSA, EMBA, CA, PDA), pewarnaan Gram, uji biokimia (TSIA, SIM, SCA)	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>	2 dari 3 sampel usia 12 bulan tercemar <i>S. aureus</i> & <i>E. coli</i> ; korelasi lama simpan dengan kontaminasi
9	Karakterisasi dan Uji Produksi IAA Bakteri Rizosfer dari Tanaman Putri Malu (<i>Mimosa pudica</i> L.) Kristianti, D., dkk.	2023	Bakteri rizosfer <i>Mimosa pudica</i>	Spread-plate, pewarnaan Gram & spora, uji biokimia, kolorimetri Salkowski	<i>Enterobacteriaceae</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.	11 isolat mampu produksi IAA (10,41–23,91 mg/L); potensi sebagai pupuk hayati PGPR
10	Karakteristik Morfologi, Biokimia, dan Molekuler Isolat Khamir IK-2 dari Jus Sirsak Suryaningsih, V., dkk.	2018	Khamir dari jus sirsak	Isolasi PDA, uji biokimia fermentasi, PCR & BLAST (ITS)	<i>Candida tropicalis</i> (homologi 95%)	Isolat IK-2 fermentasi glukosa & sukrosa; toleran gula tinggi; identitas molekuler <i>C. tropicalis</i>
11	Identifikasi <i>Staphylococcus</i> sp. dan Resistensi Antibiotik di Kecamatan Tutur, Pasuruan Purnamasari, I., dkk.	2023	Susu sapi penderita mastitis subklinis	Isolasi MSA, uji biokimia, disk diffusion Kirby-Bauer (CLSI)	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. saprophyticus</i>	41 isolat diidentifikasi; resistensi penisilin & tetrasiklin 7,3%; ditemukan 1 isolat MDR

12	Deteksi Enterobacteriaceae pada Tanah di TPA Tamangapa Makassar Rahmawati, A., dkk.	2023	Tanah TPA Tamangapa	Serial dilution, MacConkey & EMB Agar, uji biokimia IMViC	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> sp., <i>Enterobacter</i> sp.	Semua titik mengandung Enterobacteriaceae; kepadatan tertinggi dekat timbunan aktif; indikator pencemaran fekal
13	Identifikasi Bakteri pada Jajanan SDN 060908 Tegal Sari Mandala II Medan Hanum, A. & Annisa.	2019	Jajanan sekolah dasar	NA, MacConkey & EMBA, pewarnaan Gram, uji biokimia IMViC	<i>Enterobacter</i> sp., Gram positif & negatif campuran	Seluruh jajanan teridentifikasi mengandung bakteri; angka masih di bawah ambang batas
14	Eksplorasi dan Identifikasi Bakteri Symbion Wereng Batang Coklat sebagai Pendegradasi Imidakloprid Sanjaya, M. S., dkk.	2024	Bakteri simbion wereng batang coklat	Isolasi YPA+imidakloprid, uji Gram, uji biokimia, uji oksidatif-fermentatif	Bakteri Gram negatif fermentatif (tidak teridentifikasi spesies)	13 isolat diperoleh; tidak ada yang mampu mendegradasi imidakloprid secara mandiri
15	Identifikasi Bakteri dan Fungi Udara pada Pusat Perbelanjaan di Pangkal Pinang Vebriani, H., dkk.	2023	Udara dalam ruang pusat perbelanjaan	Open plate (NA & PDA), pewarnaan Gram, uji biokimia (TSIA, katalase, VJA)	<i>Bacillus</i> sp., <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp. (fungi)	Total 12,29 CFU/m ³ (di bawah ambang 700 CFU/m ³ Kepmenkes); udara masih tergolong sehat

Sumber: Data diolah dari 15 jurnal ilmiah, 2019–2025

Penjelasan Hasil Kajian 15 Jurnal

Jurnal pertama yang dikaji Haryati (2020) mengevaluasi kualitas mikrobiologi ikan ekor kuning asap dari Pasar Youtefa, Papua. Seluruh sampel menunjukkan angka lempeng total yang jauh melampaui batas SNI 2725:2013, dengan nilai *Total Plate Count* (TPC) berkisar antara $4,45 \times 10^7$ hingga $1,17 \times 10^8$ CFU/g. Uji biokimia mengidentifikasi dugaan genus *Staphylococcus* dan *Salmonella*, yang mengindikasikan risiko keamanan pangan yang signifikan dari produk perikanan tradisional tersebut. Temuan ini menegaskan bahwa proses pengasapan selama 2–3 jam belum cukup untuk menekan kontaminasi bakteri secara efektif.

Jurnal kedua Nasution (2023) membahas identifikasi dan karakterisasi bakteri kontaminan secara umum melalui uji biokimia. Penelitian ini menekankan relevansi uji biokimia konvensional sebagai alat identifikasi yang sistematis dan ekonomis, meskipun dengan keterbatasan pada akurasi di tingkat spesies tanpa konfirmasi molekuler. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan pengelompokan isolat berdasarkan profil reaksi biokimia yang khas.

Jurnal ketiga Wahyudi dkk. (2024) menggunakan pendekatan molekuler berupa *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk mendeteksi gen resistensi kloramfenikol (cat) pada isolat klinik *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*. Temuan menunjukkan bahwa seluruh isolat *P. aeruginosa* (100%) dan 71,4% isolat *E. coli* membawa gen cat. Kajian ini

menekankan pentingnya kombinasi uji fenotipik dan genotipik dalam evaluasi keamanan produk klinis.

Jurnal keempat Safitri (2025) mengidentifikasi bakteri pada makanan tradisional Burasak dari Makassar menggunakan metode kultur Nutrient Agar dan uji biokimia. Ditemukan bakteri dari kelompok *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp., *Klebsiella* spp., dan *Pseudomonas* spp. Penelitian ini menyoroti pentingnya standarisasi sanitasi dalam produksi makanan tradisional berbasis beras dan santan yang memiliki kadar air dan lemak tinggi sebagai media pertumbuhan bakteri ideal.

Jurnal kelima Martini dkk. (2023) mengidentifikasi bakteri penghasil enzim ACC deaminase dari rizosfer tanaman kacang tanah pada kondisi cekaman kekeringan. Sebanyak 9 isolat berhasil diidentifikasi melalui uji morfologi dan biokimia, dengan dominasi bakteri Gram positif yang termasuk genus *Staphylococcus* sp. dan *Bacillus* sp. Hasil penelitian ini memberikan informasi penting tentang keragaman bakteri fungsional pada lingkungan tanah pertanian.

Jurnal keenam Wulandari & Mahtuti (2025) mendeteksi bakteri penyebab jerawat pada bedak tabur yang digunakan oleh penata rias. Dari 10 sampel yang diuji, 4 sampel menunjukkan pertumbuhan bakteri yang meliputi *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, dan *S. epidermidis*. Ketiga spesies ini merupakan flora normal kulit yang dapat berperan sebagai patogen oportunistik pada individu dengan kulit sensitif.

Jurnal ketujuh Kosasi dkk. (2019) mengisolasi bakteri simbiosis dari alga cokelat *Turbinaria ornata* di perairan Teluk Manado dan mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Tiga dari sembilan isolat menunjukkan zona hambat sedang (6,33–7,33 mm) terhadap kedua bakteri uji. Identifikasi biokimia mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, menunjukkan isolat berupa bakteri basil Gram negatif dengan kemampuan antibakteri moderat.

Jurnal kedelapan Wenas dkk. (2020) mengevaluasi cemaran mikroba pada lipstik cair yang telah digunakan selama variasi periode waktu. Ditemukan bahwa 2 dari 3 sampel berusia 12 bulan tercemar *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, yang diidentifikasi menggunakan media selektif dan dikonfirmasi melalui uji TSIA, SIM, dan SCA. Satu sampel bahkan melampaui ambang batas TPC BPOM sebesar 10^3 CFU/mL, mengindikasikan adanya korelasi positif antara lama penyimpanan produk kosmetik dengan risiko kontaminasi bakteri.

Jurnal kesembilan Kristianti dkk. (2023) mengkarakterisasi bakteri rizosfer dari perakaran *Mimosa pudica* L. dan menguji kemampuannya memproduksi hormon pertumbuhan indole-3-acetic acid (IAA). Dari 11 isolat yang diperoleh, seluruhnya mampu menghasilkan IAA dalam kisaran 10,41–23,91 mg/L. Isolat dengan produksi IAA tertinggi diidentifikasi memiliki kemiripan dengan famili *Enterobacteriaceae* dan genus *Pseudomonas*, yang berpotensi sebagai agen biostimulant untuk pertanian berkelanjutan.

Jurnal kesepuluh Suryaningsih dkk. (2018) menggunakan pendekatan multiplatform yang menggabungkan uji morfologi, biokimia, dan molekuler berbasis analisis daerah ITS untuk mengidentifikasi khamir dari jus buah sirsak. Isolat IK-2 menunjukkan homologi 95% dengan *Candida tropicalis* berdasarkan analisis BLAST, mampu memfermentasi glukosa dan sukrosa, namun tidak memfermentasi laktosa. Penelitian ini menjadi contoh penerapan pendekatan identifikasi komprehensif yang mengintegrasikan metode konvensional dan molekuler.

Jurnal kesebelas Purnamasari dkk. (2023) mengidentifikasi *Staphylococcus* sp. dari susu sapi perah penderita mastitis subklinis di Kecamatan Tukur, Pasuruan. Dari 41 isolat yang berhasil diidentifikasi, ditemukan resistensi terhadap penisilin dan tetrasiklin masing-masing sebesar 7,3%, serta satu isolat *S. saprophyticus* yang bersifat multidrug-resistant (MDR). Temuan ini mengindikasikan risiko penyebaran MDRO melalui jalur rantai pangan susu yang perlu segera ditangani.

Jurnal kedua belas Rahmawati dkk. (2023) mendeteksi kelompok *Enterobacteriaceae* pada tanah di lingkungan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa, Makassar. Seluruh titik sampling positif mengandung bakteri dari kelompok ini, dengan kepadatan koloni tertinggi ditemukan pada area yang berdekatan langsung dengan timbunan sampah aktif. Genus yang dominan ditemukan adalah *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., dan *Enterobacter* sp., yang menjadi indikator kuat pencemaran fekal dan sanitasi lingkungan yang buruk.

Jurnal ketiga belas Hanum & Annisa (2019) mengidentifikasi bakteri pada jajanan yang dijual di sekitar SDN 060908 Tegal Sari Mandala II, Medan. Seluruh sampel jajanan teridentifikasi mengandung bakteri, meskipun jumlahnya masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Bakteri yang paling dominan ditemukan adalah *Enterobacter* sp., berdasarkan hasil uji IMViC, bersama bakteri Gram positif dan negatif lainnya. Temuan ini menjadi peringatan penting terkait higiene penjamah makanan dan kondisi sanitasi di sekitar lingkungan sekolah.

Jurnal keempat belas Sanjaya dkk. (2024) mengeksplorasi bakteri simbiosis pada wereng batang coklat yang berpotensi mendegradasi insektisida imidakloprid dengan metode uji biokimia. Dari 13 isolat yang diperoleh, sebagian besar merupakan bakteri Gram negatif fermentatif. Namun, tidak satu pun isolat yang menunjukkan kemampuan tumbuh pada media yang hanya mengandung imidakloprid sebagai sumber karbon tunggal. Hal ini menandakan bahwa kemampuan biodegradasi insektisida oleh bakteri simbiosis wereng tidak semudah yang dihipotesiskan sebelumnya.

Jurnal kelima belas Vebriani dkk. (2023) mengidentifikasi mikroorganisme dalam udara di pusat perbelanjaan Pangkal Pinang menggunakan metode open plate. Ditemukan total 12,29 CFU/m³, yang masih berada jauh di bawah baku mutu Kepmenkes No. 1405 Tahun 2002 sebesar 700 CFU/m³. Bakteri yang teridentifikasi meliputi *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., dan *Micrococcus* sp., sementara fungi yang ditemukan seluruhnya termasuk genus *Aspergillus* sp. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas udara dalam ruangan pusat perbelanjaan tersebut masih memenuhi standar kesehatan nasional.

Pembahasan

Kajian terhadap 15 jurnal ilmiah mengungkapkan pola yang konsisten dalam distribusi bakteri kontaminan di berbagai matriks produk dan lingkungan. Secara keseluruhan, *Staphylococcus aureus* menjadi spesies yang paling sering ditemukan lintas kategori produk, mulai dari produk perikanan asap, kosmetik, makanan tradisional, hingga susu sapi. Hal ini tidak mengejutkan mengingat *S. aureus* merupakan bakteri komensal yang umum ditemukan di kulit dan saluran pernapasan manusia, sehingga kontaminasi silang dari penjamah sangat mudah terjadi dalam setiap proses produksi dan distribusi (Wulandari & Mahtuti, 2025).

Temuan *Escherichia coli* dan anggota famili Enterobacteriaceae lainnya secara konsisten pada produk pangan dan tanah sekitar TPA mengindikasikan sumber kontaminasi yang berkaitan dengan sanitasi feses manusia atau hewan. Kontaminasi fekal pada jajanan sekolah dan produk perikanan tradisional mencerminkan lemahnya penerapan praktik higiene yang baik (Good Hygiene Practices) dalam proses produksi, pengolahan, dan distribusi produk. Tingkat kontaminasi yang ditemukan pada beberapa produk bahkan melampaui batas yang ditetapkan oleh standar nasional, seperti SNI dan regulasi BPOM, yang menunjukkan bahwa pengawasan mutu di tingkat produsen masih perlu diperkuat (Wenas et al., 2020).

Dari aspek metodologi, seluruh penelitian yang dikaji menggunakan uji biokimia konvensional sebagai tulang punggung identifikasi bakteri. Metode ini terbukti efektif untuk mengidentifikasi bakteri kontaminan pada tingkat genus, namun memiliki keterbatasan dalam

hal spesifisitas pada tingkat spesies. Sebagian besar penelitian hanya mampu mencapai identifikasi dugaan (*presumptive identification*) tanpa konfirmasi molekuler. Hanya tiga dari lima belas jurnal yang dikaji mengintegrasikan metode molekuler berupa PCR dalam proses identifikasi, yang memberikan tingkat akurasi yang jauh lebih tinggi. Hal ini menegaskan pentingnya pendekatan identifikasi berlapis yang mengombinasikan metode fenotipik dan genotipik (Wahyudi et al., 2024).

Resistensi antibiotik yang ditemukan pada isolat *Staphylococcus* sp. dari susu sapi penderita mastitis, serta keberadaan gen resistensi kloramfenikol pada isolat klinik *Pseudomonas aeruginosa* dan *E. coli*, menjadi temuan yang sangat mengkhawatirkan. Penyebaran bakteri resisten melalui rantai pangan atau lingkungan berpotensi menyebabkan krisis kesehatan yang lebih kompleks. Penggunaan antibiotik yang tidak terkontrol di sektor peternakan dan klinis menjadi faktor pendorong utama terbentuk dan menyebarnya gen resistensi di berbagai ekosistem mikroba (Purnamasari et al., 2023).

Dari perspektif lingkungan, temuan kelompok Enterobacteriaceae di TPA Tamangapa dan berbagai bakteri aerosol di pusat perbelanjaan menunjukkan bahwa lingkungan buatan manusia, baik yang terbuka maupun tertutup, berpotensi menjadi reservoir bakteri patogen. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kandungan bahan organik terbukti berperan signifikan dalam menentukan kepadatan dan keragaman komunitas bakteri. Pengelolaan sampah yang baik dan pemeliharaan sistem ventilasi yang memadai menjadi komponen penting dalam pengendalian kontaminasi mikroba di lingkungan (Rahmawati et al., 2023).

Secara keseluruhan, kajian ini menggarisbawahi urgensi penerapan sistem manajemen keamanan yang lebih komprehensif di seluruh sektor yang dikaji. Kombinasi antara pengawasan rutin menggunakan uji biokimia, konfirmasi molekuler untuk kasus tertentu, serta peningkatan kesadaran akan praktik higiene di semua lini produksi dan distribusi merupakan strategi yang paling efektif untuk menjamin keamanan produk dan kesehatan lingkungan bagi masyarakat luas (Kristianti et al., 2023).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian sistematis terhadap 15 jurnal ilmiah yang diterbitkan pada rentang tahun 2019 hingga 2025 mengungkapkan bahwa kontaminasi bakteri merupakan permasalahan yang bersifat lintas sektor dan ditemukan secara konsisten pada berbagai matriks produk obat, pangan, kosmetik, maupun lingkungan. Jenis bakteri kontaminan yang paling dominan ditemukan adalah *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Bacillus* sp.,

Pseudomonas aeruginosa, dan *Enterobacter* sp. Temuan ini konsisten di berbagai jenis sampel, mulai dari produk perikanan asap, makanan tradisional, produk kosmetik, susu sapi penderita mastitis, tanah sekitar tempat pembuangan akhir sampah, hingga udara dalam ruangan fasilitas publik (Safitri, 2025).

Uji biokimia terbukti menjadi metode yang andal, ekonomis, dan dapat diterapkan secara luas untuk identifikasi awal bakteri kontaminan. Namun demikian, keterbatasan dalam pencapaian identifikasi di tingkat spesies secara akurat menjadi kelemahan utama yang perlu diatasi melalui integrasi metode molekuler seperti PCR dan sekuensing gen 16S rRNA. Temuan resistensi antibiotik pada beberapa isolat semakin mempertegas urgensi penguatan sistem pengawasan mutu, penerapan praktik higiene yang konsisten di setiap rantai produksi, serta pengelolaan antibiotik yang lebih bertanggung jawab di sektor kesehatan dan peternakan. Upaya-upaya ini merupakan langkah yang tidak dapat ditunda untuk melindungi kesehatan masyarakat dan menjaga keamanan produk yang dikonsumsi sehari-hari (Nasution, 2023).

DAFTAR REFERENSI

- Hanum, A., & Annisa. (2019). Identifikasi bakteri pada jajanan Sekolah Dasar Negeri 060908 Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan. *Jurnal Pandu Husada*, 1, 41–45.
- Haryati, K. (2020). Pengujian kualitas mikrobiologi ikan ekor kuning asap dari Pasar Youtefa Papua. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 23(3), 486–494.
- Kosasi, C., Lolo, W. A., & Sedewi, S. (2019). Isolasi dan uji aktivitas antibakteri dari bakteri yang berasosiasi dengan alga *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh serta identifikasi secara biokimia. *PHARMACON*, 8(2), 351–359.
- Kristianti, D., Siahaan, P., & Tangapo, A. M. (2023). Karakterisasi dan uji produksi IAA bakteri rizosfer dari tanaman putri malu (*Mimosa pudica* L.). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(2), 29–37.
- Martini, E., Silawibawa, I. P., & Sosilowati, L. E. (2023). Karakterisasi morfologi dan biokimia bakteri penghasil ACC deaminase dari rizosfer kacang tanah. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1).
- Nasution, R. A. (2023). Identifikasi dan karakterisasi bakteri kontaminan melalui uji biokimia. *Jurnal of Biology*, 1(1).
- Purnamasari, I., Suwarno, & Tyasningsih, W. (2023). Identifikasi *Staphylococcus* sp. dan resistensi antibiotik di Kecamatan Tukur, Pasuruan. *Jurnal Medik Veteriner*, 6(1), 93–104.
- Purwaningsih, D., & Wulandari, D. (2021). Uji aktivitas antibakteri hasil fermentasi bakteri endofit umbi talas (*Colocasia esculenta* L) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.)*, 3(5), 750–759.
- Rahmawati, A., Arif, M., Hidayah, N., Akbar, F., & Wahyuni, S. (2023). Deteksi kelompok Enterobacteriaceae pada tanah di lingkungan tempat pembuangan akhir sampah Tamangapa Kecamatan Manggala Makassar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan dan Mikrobiologi Terapan*, 10(2), 45–68.

- Safitri, F. (2025). Identifikasi bakteri pada sampel makanan tradisional Burasak menggunakan metode kultur dan biokimia. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, 9(8), 192–198.
- Sanjaya, M. S., dkk. (2024). Eksplorasi dan identifikasi bakteri simbiosis wereng batang coklat sebagai pendegradasi imidakloprid. *Jurnal Proteksi Agrikultura*, 1, 20–27.
- Suryaningsih, V., Ferniah, R. S., & Kusdiyantini, E. (2018). Karakteristik morfologi, biokimia, dan molekuler isolat khamir IK-2 dari jus sirsak. *Jurnal Biologi*, 7(1), 18–25.
- Vebriani, H., Juliani, I., Karina, Junita, & Helmi, H. (2023). Identifikasi bakteri dan fungi udara pada pusat perbelanjaan di Pangkal Pinang. *Ekotonia: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*, 8(1), 38–47.
- Wahyudi, D., Silviani, Y., Nirwana, A. P., & Saroh, D. (2024). Deteksi gen resisten kloramfenikol (cat) pada isolat klinik *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli* dengan metode Polymerase Chain Reaction. *Sciscitatio*, 5(1), 10–19.
- Wenas, D. M., Suardi, J., & Wahidin. (2020). Uji cemaran mikroba pada sediaan lipstik cair. *JUSTE: Journal of Science and Technology*, 1(1), 49–60.
- Wulandari, D. P. A., & Mahtuti, E. Y. (2025). Identifikasi mikroorganisme penyebab jerawat pada bedak tabur yang digunakan oleh penata rias. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 6(3), 13063–13071.