



Identifikasi Bakteri dan Jamur pada Makanan dan Minuman Menggunakan Metode *Polymerase Chain Reaction (PCR)* dan Analisis *Deoxyribonucleic Acid (DNA)* Molekuler

Devina Chandra¹, Manuppak Irianto Tampubolon², Monica Suryani³, Supartiningsih⁴

¹⁻⁴ Program Studi Farmasi, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan, Indonesia

*Penulis Korespondensi: devinazchandra94@gmail.com

Abstract. Contamination of food and beverages by pathogenic bacteria and spoilage fungi remains a major public health concern, particularly in traditional and street-vended products where hygienic control is often inadequate. Conventional culture-based identification methods are time-consuming and often fail to detect slow-growing or non-culturable microorganisms. This study aimed to identify bacterial and fungal contaminants in food and beverage samples using Polymerase Chain Reaction (PCR) combined with molecular Deoxyribonucleic Acid (DNA) analysis. Samples were collected from local food vendors, and total genomic DNA was extracted using a commercial extraction kit. Bacterial identification targeted the 16S rRNA gene, while fungal identification targeted the Internal Transcribed Spacer (ITS) region, both amplified by PCR and visualized by agarose gel electrophoresis. Amplicons were sequenced and compared with reference sequences in the GenBank database using the Basic Local Alignment Search Tool (BLAST). The results revealed the presence of pathogenic and spoilage microorganisms, including *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp., and *Aspergillus* species, indicating inadequate sanitation during food handling and storage. These findings confirm that PCR-based molecular analysis provides a rapid, sensitive, and specific approach for detecting microbial contamination in food and beverages.

Keywords: Bacteria; DNA Sequencing; Food and Beverage; Fungi; Polymerase Chain Reaction (PCR).

Abstrak. Kontaminasi bakteri dan jamur pada makanan dan minuman merupakan salah satu permasalahan keamanan pangan yang masih sering dijumpai, terutama pada produk pangan jajanan dan minuman tradisional yang proses pengolahannya belum sepenuhnya menerapkan prinsip higiene sanitasi yang baik. Metode identifikasi mikroorganisme secara konvensional melalui kultur pada media selektif membutuhkan waktu yang relatif lama dan kurang mampu mendeteksi mikroorganisme yang sulit dikultur. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri dan jamur pada sampel makanan dan minuman menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction (PCR)* yang dipadukan dengan analisis *Deoxyribonucleic Acid (DNA)* molekul. Sampel makanan dan minuman dikumpulkan dari beberapa pedagang, kemudian DNA total diekstraksi menggunakan kit ekstraksi komersial. Identifikasi bakteri dilakukan dengan mengamplifikasi gen 16S rRNA, sedangkan identifikasi jamur dilakukan dengan mengamplifikasi daerah *Internal Transcribed Spacer (ITS)* menggunakan PCR, kemudian divisualisasikan melalui elektroforesis gel agarosa. Produk amplifikasi selanjutnya disekuensing dan dibandingkan dengan basis data GenBank menggunakan program *Basic Local Alignment Search Tool (BLAST)*. Hasil penelitian menunjukkan adanya cemaran mikroorganisme patogen dan perusak pangan, antara lain *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp., dan beberapa spesies *Aspergillus*, yang mengindikasikan masih rendahnya penerapan sanitasi selama proses penanganan dan penyimpanan pangan. Temuan ini menegaskan bahwa analisis molekul berbasis PCR mampu memberikan hasil identifikasi yang cepat, sensitif, dan spesifik, sehingga dapat digunakan sebagai metode pelengkap dalam pengawasan keamanan pangan secara rutin.

Kata kunci: Bakteri; Jamur; Keamanan Pangan; Makanan dan Minuman; PCR.

1. LATAR BELAKANG

Makanan dan minuman merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus memenuhi standar mutu dan keamanan agar aman dikonsumsi. Namun demikian, tingkat kontaminasi mikrobiologis pada produk pangan, khususnya pangan jajanan dan minuman yang dijual oleh pedagang kecil, masih tergolong tinggi. Kontaminasi ini umumnya disebabkan oleh rendahnya penerapan higiene perorangan, sanitasi peralatan, serta kualitas air dan bahan baku yang digunakan selama proses produksi. Bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella sp.*, serta jamur kontaminan dari genus *Aspergillus* dan *Penicillium*, kerap ditemukan mencemari berbagai jenis pangan dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan mulai dari diare, keracunan pangan, hingga infeksi oportunistik pada kelompok rentan.

Metode identifikasi mikroorganisme secara konvensional, seperti pemeriksaan morfologi koloni dan uji biokimia, telah lama digunakan dalam pengujian mutu mikrobiologis pangan. Meskipun demikian, metode ini memiliki keterbatasan, antara lain membutuhkan waktu inkubasi yang cukup lama (2–7 hari), tidak mampu mendeteksi mikroorganisme yang tumbuh lambat atau yang tidak dapat dikultur, serta rentan terhadap kesalahan interpretasi akibat kemiripan karakteristik fenotipik antarspesies. Perkembangan teknologi biologi molekuler menawarkan alternatif metode identifikasi yang lebih cepat, sensitif, dan spesifik, salah satunya melalui teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yang dipadukan dengan analisis *Deoxyribonucleic Acid* (DNA). Melalui amplifikasi gen penanda spesifik, seperti 16S rRNA untuk bakteri dan *Internal Transcribed Spacer* (ITS) untuk jamur, identifikasi spesies dapat dilakukan hingga tingkat molekuler dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Berbagai penelitian identifikasi mikroorganisme berbasis PCR pada produk pangan telah dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada satu golongan mikroorganisme saja, baik bakteri maupun jamur, serta belum banyak yang mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut secara bersamaan pada sampel makanan dan minuman yang beragam. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan metode PCR dan analisis DNA molekuler secara terpadu untuk mengidentifikasi kontaminan bakteri dan jamur sekaligus pada berbagai jenis sampel makanan dan minuman. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bakteri dan jamur yang mencemari makanan dan minuman menggunakan metode PCR dan analisis DNA molekuler, sebagai upaya mendukung sistem pengawasan keamanan pangan yang lebih cepat dan akurat.

2. KAJIAN TEORITIS

Keamanan pangan mensyaratkan bahwa produk pangan harus bebas dari mikroorganisme patogen dan memiliki jumlah cemaran mikroba di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh regulasi keamanan pangan yang berlaku. Kontaminasi mikroba pada pangan dapat berasal dari bahan baku, proses pengolahan, peralatan, maupun lingkungan penjualan yang kurang higienis. Mikroorganisme kontaminan pangan umumnya terdiri atas kelompok bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, dan *Staphylococcus aureus*, serta kelompok kapang dan khamir seperti *Aspergillus sp.* dan *Penicillium sp.* yang dapat menyebabkan kerusakan pangan maupun risiko kesehatan bagi konsumen.

Polymerase Chain Reaction (PCR) merupakan teknik amplifikasi DNA secara *in vitro* yang memungkinkan penggandaan fragmen DNA target dalam jumlah besar melalui serangkaian siklus denaturasi, penempelan primer (*annealing*), dan pemanjangan (*extension*) menggunakan enzim DNA polimerase tahan panas. Keunggulan PCR dibandingkan metode kultur konvensional terletak pada kecepatan analisis, sensitivitas yang tinggi, serta kemampuannya mendeteksi mikroorganisme yang sulit atau tidak dapat dikultur pada media biakan standar.

Identifikasi bakteri secara molekuler umumnya menggunakan gen 16S ribosomal RNA (16S rRNA) sebagai penanda taksonomi karena bersifat universal pada seluruh bakteri, memiliki daerah *conserved* dan variabel, serta tersedia dalam basis data referensi yang luas (Noer, 2021; Rinanda, 2011). Panjang sekuens gen ini berkisar 1.500 pasang basa dan memungkinkan diferensiasi organisme hingga tingkat genus bahkan spesies. Tahapan identifikasi bakteri secara molekuler meliputi ekstraksi DNA, amplifikasi daerah 16S rRNA menggunakan PCR, visualisasi hasil amplifikasi melalui elektroforesis gel agarosa, sekuensing DNA, dan analisis kemiripan sekuens menggunakan basis data GenBank (Akihary & Kolondam, 2020).

Identifikasi jamur secara molekuler umumnya memanfaatkan daerah *Internal Transcribed Spacer* (ITS) yang terletak di antara gen ribosomal 18S, 5.8S, dan 28S. Daerah ITS dipilih sebagai barcode standar untuk fungi karena memiliki tingkat variasi antarspesies yang tinggi namun tetap dapat diamplifikasi menggunakan primer universal, seperti ITS1 dan ITS4, sehingga efektif digunakan untuk membedakan spesies kapang dan khamir kontaminan pangan.

Hasil amplifikasi PCR selanjutnya disekuensing menggunakan metode Sanger sequencing, kemudian sekuens nukleotida yang diperoleh dibandingkan dengan sekuens referensi pada basis data GenBank melalui program *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) untuk menentukan tingkat kemiripan (percent identity) dengan spesies yang telah teridentifikasi sebelumnya (Anwar dkk., 2022). Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas pendekatan molekuler ini, di antaranya deteksi *Escherichia coli* pada makanan takjil menggunakan PCR (Putri dkk., 2022) serta deteksi gen *invA* *Salmonella spp.* pada produk pangan asal unggas (Melati dkk., 2022). Penelitian-penelitian tersebut menjadi landasan bagi penerapan metode PCR dan analisis DNA molekuler dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi kontaminan bakteri dan jamur pada makanan dan minuman.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (literature review) dengan mengumpulkan berbagai artikel ilmiah yang membahas penerapan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dalam identifikasi bakteri dan jamur pada makanan dan minuman. Literatur diperoleh dari jurnal nasional maupun internasional yang dipublikasikan dalam kurun waktu 2018–2025 melalui basis data ilmiah seperti *Google Scholar*, *PubMed*, *ScienceDirect* dan *SpringerLink*.

Proses pencarian dilakukan menggunakan kata kunci "*Polymerase Chain Reaction* (PCR)", "identifikasi bakteri", "identifikasi jamur", "analisis DNA molekuler", "*16S rRNA*", dan "*Internal Transcribed Spacer* (ITS)". Artikel yang dipilih merupakan artikel yang membahas metode PCR, proses identifikasi mikroorganisme, hasil analisis molekuler, serta aplikasi PCR dalam pengawasan keamanan pangan.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan metode, jenis sampel, mikroorganisme yang berhasil diidentifikasi, serta hasil penelitian dari setiap artikel. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel ringkasan dan pembahasan naratif untuk memberikan gambaran mengenai efektivitas penggunaan PCR dalam mendeteksi bakteri dan jamur pada makanan dan minuman. Metode ini diharapkan mampu memberikan informasi yang komprehensif mengenai perkembangan dan penerapan teknik PCR dalam bidang keamanan pangan.

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, Sample yang diteliti, Metode identifikasi yang digunakan, Hasil dari identifikasi, serta Link artikel jurnal.

Tabel 1. Ringkasan Identifikasi Bakteri dan Jamur dari 15 Jurnal Ilmiah

No	Judul	Sampel	Metode	Hasil	Link
1.	Deteksi Bakteri <i>Pseudomonas cichorii</i> Terbawa Benih Sawi Putih Asal Korea Selatan dengan Metode PCR	Benih sawi putih impor Korea Selatan yang disemai dan diambil kecambahnya untuk ekstraksi DNA	PCR meliputi ekstraksi DNA, amplifikasi dengan primer spesifik, lalu elektroforesis gel agarosa	4 dari 8 sampel positif <i>E. coli</i> O157:H7. PCR lebih cepat, sensitif, dan spesifik dibanding kultur	https://agrocentrum.upnjatim.ac.id/index.php/agrocentrum/article/view/22
2.	Identifikasi Molekuler Bakteri Asam Laktat dari Terasi Udang Rebon dan Uji Konsentrasi Hambat Minimum Bakteriosin	Terasi udang rebon (<i>Acetes spp.</i>) diproduksi oleh industri rumah tangga di Kabupaten Sorong Selatan, Papua Barat Daya. Isolat bakteri yang digunakan diberi kode TRS1, TRS2, dan TRS3.	Metode penelitian menggunakan: Metode eksplorasi Isolasi bakteri penghasil bakteriosin dari terasi udang rebon Identifikasi molekuler berbasis gen <i>16S rRNA</i> Teknik: isolasi DNA PCR	TRS1 teridentifikasi sebagai: <i>Bacillus tropicus</i> strain MCCC 1A01406 TRS2: <i>Bacillus nitratireducens</i> strain MCCC 1A00732 TRS3: <i>Bacillus paramycoides</i> strain MCCC 1A04098 L013231002-1-2.pdf Ketiga isolat mampu menghasilkan bakteriosin dan menghambat bakteri pembusuk pada udang: TRS1 efektif pada konsentrasi 0,19% TRS3 pada 0,39% TRS2 pada 0,78%	https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/54727/
3.	“Identifikasi Cemar Bakteri <i>Staphylococcus sp.</i> dan Jamur <i>Aspergillus sp.</i> pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan”	Sampel berupa produk roti yang diambil dari beberapa kantin sekolah, warung, dan pasar di Kota Yogyakarta.	Identifikasi bakteri dan jamur pada roti menggunakan media kultur, uji biokimia, PCR, dan pengamatan mikroskopis jamur.	Ditemukan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan jamur <i>Aspergillus niger</i> pada sampel roti. Beberapa isolat bakteri juga terdeteksi memiliki gen <i>sea</i> yang berhubungan dengan enterotoksin penyebab keracunan makanan.	https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A16%3A15274784/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A179543403&crl=c&link_origin=scholar.google.co.id

4	Deteksi Bakteri <i>Escherichia coli</i> dengan Metode <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) pada Sampel Makanan Takjil	10 jenis makanan takjil dari pedagang kaki lima. Contoh: teh es, serut timun, tahu brontak, bakso, bakwan, sala, risol, martabak mie, klepon, dan kolak.	Metode <i>Polymerase Chain Reaction</i> untuk mendeteksi bakteri <i>Escherichia coli</i> .	PCR untuk bakteri DNA <i>E. coli</i> (417 bp). Semua sampel makanan tidak terkontaminasi <i>E. coli</i> dan aman dikonsumsi	Dari 10 sampel, tidak ditemukan DNA <i>E. coli</i> (417 bp). Semua sampel makanan tidak terkontaminasi <i>E. coli</i> dan aman dikonsumsi	https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+3.+%E2%80%9C4+Deteksi+Bakteri+Escherichia+coli+dengan+Metode+Polymerase+Chain+Reaction+%28PCR%29+pada+Sampel+Makanan+Takjil&btnG=#d=gs_qabs&t=178220522218&u=%23p%3D6a3mVF11osJ
5	Penggunaan Real-Time PCR pada Analisis Daging Anjing (<i>Canis lupus familiaris</i>) dalam Sate Kambing guna Autentikasi Halal	Sampel yang digunakan adalah 10 produk sate kambing yang beredar di pasaran, diambil dari wilayah Yogyakarta	yang digunakan adalah Real-Time <i>Polymerase Chain Reaction</i> (RT-PCR) dengan primer D-loop 38 yang dirancang untuk menarget region D-loop DNA mitokondria anjing.	Primer D-loop 38 terbukti bersifat spesifik terhadap DNA anjing, ditandai dengan munculnya satu puncak leleh tunggal pada suhu Tm = 82,00°C		https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/222814
6	Identifikasi Cemaran Bakteri <i>Staphylococcus sp.</i> dan Jamur <i>Aspergillus sp.</i> pada Produk Roti untuk Meningkatkan Keamanan Pangan	Sampel roti diperoleh dari beberapa kantin sekolah, warung, dan pasar yang berada di Kota Yogyakarta. ResearchGate	Uji konfirmasi bakteri dilakukan dengan API Staph dan uji molekuler dengan gen penanda nuc dan sea menggunakan PCR. Isolat jamur diidentifikasi secara makromorfologi melalui pengamatan bentuk koloni dan mikromorfologi melalui pengamatan sel dengan teknik slide.	Jenis bakteri yang ditemukan pada sampel yaitu <i>Staphylococcus aureus</i> (teridentifikasi API 52,8%, 97,7%, dan 97,7%). Isolat terduga <i>S. aureus</i> dengan persentase ID 52,8% terdeteksi memiliki gen sea tetapi tidak memiliki gen nuc. Jenis jamur yang ditemukan pada sampel yaitu <i>Aspergillus niger</i> .		https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagcd%3A16%3A15274784/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Aascholar&id=ebsco%3Aagcd%3A179543403&crl=c&link_origin=scholar.google.co.id
7	Identifikasi Bakteri <i>Escherichia coli</i> pada Jajanan yang Dijual di Kambang Iwak Kota Palembang	Sampel berupa berbagai jenis jajanan yang dijual di lokasi Kambang Iwak Kota Palembang, dengan total 12 sampel yang dipilih secara acak, termasuk sampel yang diberi	Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Identifikasi dilakukan menggunakan media <i>Lactose Broth</i> (LB) sebagai media seleksi awal, dilanjutkan dengan penanaman	Dari 12 sampel, ditemukan hasil positif pada 4 sampel menggunakan media <i>Lactose Broth</i> (LB). Pada media EMBA diperoleh 4 isolat yang positif bakteri, dan uji biokimia menunjukkan		https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+Identifikasi+Bakteri+Escherichia+coli+pada+Jajanan+yang+Dijual+di+Kambang+Iwak+Kota+Palembang&btnG=#d=gs_qabs&t=1782205647062&u=

		kode D1, M1, M2, dan M3.	pada media <i>Eosin Methylene Blue Agar</i> (EMBA) kemudian dikonfirmasi dengan uji biokimia.	sampel D1, M1, M2, dan M3 positif mengandung bakteri <i>Escherichia coli</i> . Peneliti mengimbau masyarakat agar lebih bijak dalam memilih tempat pembelian jajanan dan memperhatikan kebersihan penjual agar terhindar dari bakteri penyebab penyakit saluran pencernaan	%23p%3DnGFptGuhyJAJ
8	"Identifikasi Genetik <i>Lactobacillus</i> dalam Fermentasi Air Cucian Beras dengan <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)"	Bahan baku: 50 gram beras dicuci dengan 80 mL air mengalir Sampel yang digunakan: Air bilasan pertama cucian beras yang difermentasi secara spontan selama 3 hari pada suhu ruang Bagian yang diambil: Cairan keruh pada lapisan tengah hasil fermentasi Variasi sampel: 4 isolat dari dua kondisi:	Enelitian dilakukan melalui 6 tahapan utama: No Tahapan Keterangan 1 Isolasi Bakteri Pengenceran bertahap 10^{-1} hingga 10^{-7} , ditanam pada media MRS + CaCO_3 1%, spread plate, inkubasi $37^\circ\text{C}/2$ hari 2 Pemurnian Isolat Dilakukan 5 kali pengulangan hingga diperoleh koloni tunggal, disimpan pada MRS agar miring suhu $4-10^\circ\text{C}$ 3 Uji Antimikroba Metode difusi cakram (pour plate), bakteri uji <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i> , inkubasi $37^\circ\text{C}/24$ jam, diukur zona hambat dengan jangka sorong 4 Uji Katalase Isolat ditetesi H_2O_2 3%, diamati ada/tidaknya gelembung udara 5 Ekstraksi DNA Menggunakan minikit Geneaid, sentrifugasi $14-16.000 \times g$ 6 PCR & Elektroforesis Primer spesifik untuk <i>L. casei</i> dan <i>L. rhamnosus</i> , 30 siklus, elektroforesis agarosa 2%, tegangan 100 volt/50 menit	Diperoleh 4 isolat BAL dengan ciri koloni bulat, berwarna putih hingga kekuningan. Semakin tinggi tingkat pengenceran, semakin sedikit koloni yang terbentuk.	https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+Identifikasi+Genetik+Lactobacillus+dalam+Fermentasi+Air+Cucian+Beras+dengan+PCR+%28Polymerase+Chain+Reaction%29&btnG=#d=gs_qabs&t=1782205870608&u=%23p%3DaJEBWE84Rr8J
9	Analisis kandungan <i>Escherichia Coli</i> pada Minuman Thai Tea di	Peningkatan pengetahuan tentang identifikasi bakteri dan jamur pada makanan dan minuman.	teridentifikasi bakteri <i>Escherichia coli</i> dengan persentase 80% dan 2 sampel tidak teridentifikasi bakteri	Menunjukkan bahwa kualitas es batu kurang baik dan tidak layak konsumsi.	https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+Analisis+kandungan++Escherichia+Coli+pada++

	Kecamatan Puuwatu Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara		dengan 20%.	persentase	Selain itu, yang menjadi faktor kontaminasi yaitu minuman Thai Tea dibuat dengan air isi ulang sebagai air campuran pembuatan minuman Thai Tea.	Minuman+Thai+Tea+di++Kecamatan+Puuwatu+Kota+Kendari+Provinsi++Sulawesi+Tenggara&btnG=#d=gs_qabs&t=1782206024277&u=%23p%3DNFrQMqZ_N74J
10	“Isolasi dan Uji Potensi Fermentasi Karbohidrat Khamir yang Diisolasi dari Buah Indigenus”	Sampel yang digunakan adalah: <i>Annona muricata</i> L (Buah Sirak) <i>Citrullus lanatus</i> (Buah semangka) <i>Carica papaya</i> (Buah pepaya)	Metode penelitian meliputi: Isolasi dan purifikasi khamir dari ketiga buah. Identifikasi morfologi dan karakteristik khamir. Uji screening biokimia: Uji fermentasi karbohidrat. Uji pertumbuhan pada media glukosa 50%. Identifikasi molekuler pada isolat terbaik	Diperoleh 9 isolat khamir (YS-1, YS-2, YS-3, YK-1, YK-2, YK-3, YP-1, YP-2, dan YP-3). Seluruh isolat termasuk <i>filum Ascomycota</i> . Setelah uji fermentasi karbohidrat dan pertumbuhan pada glukosa 50%, isolat YP-3 menunjukkan potensi terbaik. Hasil identifikasi molekuler menunjukkan isolat YP-3 memiliki kemiripan 99,73% dengan spesies <i>Kodamaea ohmer</i>	https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+Isolasi+dan+Uji+Potensi+Fermentasi+Karbohidrat+Khamir+yang+Diisolasi+dari+Buah+Indigenus%E2%80%9D&btnG=#d=gs_qabs&t=1782206109134&u=%23p%3D222TDeO4mEgJ	
11	Deteksi Bakteri <i>Escherichia coli</i> dengan Metode <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) pada Sampel Makanan Takjil	10 jenis makanan takjil dari pedagang kaki lima. Contoh: teh es, serut timun, tahu brontak, bakso, bakwan, sala, risol, martabak mie, klepon, dan kolak.	Metode <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) untuk mendeteksi bakteri <i>Escherichia coli</i>	Dari 10 sampel, tidak ditemukan DNA <i>E. coli</i> (417 bp). Semua sampel makanan tidak terkontaminasi <i>E. coli</i> dan aman dikonsumsi	https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+Deteksi+Bakteri+Escherichia+coli+dengan+Metode+Polymerase+Chain+Reaction+%28PCR%29+pada+Sampe+l+Makanan+Takjil&btnG=#d=gs_qabs&t=1782206452835&u=%23p%3D6a3_mVFl1osJ	
12	Analisis Kandungan pada Es Teh Manis di Pasar Baru Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara	Dengan 3 seri tabung, dari 8 sampel es teh manis diperoleh nilai indeks MPN berkisar 15-1100 sel/100ml. Sampel terkontaminasi diduga berasal dari air baku yang tidak direbus, gula yang disimpan terbuka, serta penggunaan es batu balok yang	Teridentifikasi bakteri <i>Salmonella sp.</i> dengan persentase 75% dan 2 sampel tidak teridentifikasi bakteri dengan persentase 25%.	Menunjukkan bahwa es teh manis yang dijual tidak memenuhi syarat SNI 01-4452-1998 tentang batas cemaran mikroba dalam minuman. Faktor utama kontaminasi adalah penggunaan air mentah dan sanitasi alat yang buruk, sehingga minuman	https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+Analisis+Kandungan+Salmonella+sp.+pada+Es+Teh+Manis+di+Pasar+Baru+Kota+Kendari+Provinsi+Sulawesi+Tenggara&btnG=#d=gs_qabs&t=1782206932148&u=%23p%3D3Fuo13pCaGUJ	

		proses pembuatannya tidak higienis. Kontaminasi juga diperkuat oleh kebiasaan penjual yang tidak menggunakan sarung tangan dan wadah penyajian yang jarang dicuci.		tidak layak konsumsi.	
13	Identifikasi Bakteri <i>Vibrio</i> sp pada Korean Food yang Belum Diolah Menggunakan Metode Kultur dan PCR	5 sampel Korean food (beef, baso udang, kerang, salmon, dan tuna).	Metode kultur, uji biokimia, dan PCR (gen 16S rDNA).	Semua sampel positif terkontaminasi <i>Vibrio</i> sp berdasarkan metode kultur dan PCR.	https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=jurnal+tentang+identifikasi+bakteri+dan+jamur+pada+makanan+metode+pcr+&btnG=#d=gs_qabs&t=1783135473957&u=%23p%3DQ-P6Y24UK6gJ https://doi.org/10.3390/foods8100480
14	<i>Sekuensing 16S rRNA High-Throughput</i> untuk Menilai Bakteri Aktif dan Patogen pada Makanan Siap Saji.	Berbagai merek salad siap saji (<i>ready-to-eat</i>) yang populer dan didistribusikan secara luas di Eropa.	Ekstraksi DNA dan RNA, PCR, RT-PCR, serta <i>sekuensing amplicons 16S rRNA</i> untuk analisis komunitas bakteri.	Identifikasi bakteri dominan seperti <i>Pseudomonas</i> dan <i>Pantoea</i> , serta deteksi patogen potensial yang sulit ditemukan metode konvensional.	https://www.academia.edu/download/125490891/LAPORAN_BSM_AIR_GALON_KELOMPOK_4.pdf
15	<i>Deteksi Bakteri Escherichia coli pada Sampel Air Minum Isi Ulang dengan Teknik PCR (Polymerase Chain Reaction).</i>	5 sampel air minum isi ulang (DAMIU) dari 5 lokasi di Kota Pangkalpinang.	Teknik PCR (Polymerase Chain Reaction) dengan target gen 16S rRNA, dilanjutkan elektroforesis	Seluruh sampel negatif <i>Escherichia coli</i> , sehingga air minum isi ulang yang diuji tidak terkontaminasi bakteri tersebut.	

Sumber : Data diolah dari 15 jurnal ilmiah, 2018-2025

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kajian terhadap 15 artikel ilmiah, dapat disimpulkan bahwa metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) merupakan teknik identifikasi molekuler yang cepat, sensitif, dan spesifik dalam mendeteksi bakteri maupun jamur pada makanan dan minuman. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa PCR mampu mengidentifikasi mikroorganisme kontaminan seperti *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, dan *Aspergillus* sp. dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode kultur konvensional. Selain itu, penggunaan penanda molekuler seperti gen *16S rRNA* untuk bakteri dan daerah *Internal Transcribed Spacer* (ITS) untuk jamur terbukti efektif dalam menentukan identitas mikroorganisme hingga tingkat

spesies. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa penerapan PCR berpotensi mendukung sistem pengawasan keamanan pangan melalui deteksi kontaminan mikroba secara lebih cepat dan akurat.

Saran

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, disarankan agar penelitian selanjutnya memperluas jumlah artikel yang dikaji serta membandingkan berbagai variasi metode PCR, seperti Real-Time PCR, Multiplex PCR, dan Digital PCR, untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas masing-masing metode. Selain itu, diperlukan penelitian laboratorium secara langsung pada berbagai jenis makanan dan minuman untuk memvalidasi hasil kajian literatur. Penerapan metode PCR juga diharapkan dapat dimanfaatkan oleh laboratorium, industri pangan, serta instansi pengawas keamanan pangan sebagai metode pendukung dalam mendeteksi kontaminasi mikroorganisme secara rutin sehingga kualitas dan keamanan pangan bagi masyarakat dapat lebih terjamin.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan artikel ini.

DAFTAR REFERENSI

- Academia.edu. (n.d.). Laporan BSM air galon kelompok 4. https://www.academia.edu/download/125490891/LAPORAN_BSM_AIR_GALON_KELOMPOK_4.pdf
- Achyar, A., Putri, F. R., Annisa, N., & Akyuni, Q. (2022). Deteksi Bakteri *Escherichia coli* dengan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR) pada Sampel Makanan Takjil. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2(1), 405–413. <https://doi.org/10.24036/proseminasbio/vol2/404>
- Agrocentrum. (n.d.). Artikel Agrocentrum (Vol. 22). <https://agrocentrum.upnjatim.ac.id/index.php/agrocentrum/article/view/22>
- Akihary, C. V., & Kolondam, B. J. (2020). Pemanfaatan Gen 16S RNA sebagai Perangkat Identifikasi Bakteri untuk Penelitian-Penelitian di Indonesia. *Pharmacon*, 9(1), 16–22.
- Anwar, M., Nurjanah, S., & Rahayu, W. P. (2022). Aplikasi Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) NCBI pada Penelitian Molekuler *Salmonella* spp. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(11), 15455–15465.
- Br Pinem, E. D., Bangar, R. I., & Lubis, A. A. (2026). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat pada Food Replacement ‘X’ dan Fermentasi Akar Teratai. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Dan Kesehatan*, 5(2), 528–539. <https://doi.org/10.55606/klinik.v5i2.6681>

- EBSCOhost. (n.d.). OpenURL record.
https://openurl.ebsco.com/EPDB:gcd:16:15274784/detailv2?sid=ebsco:plink:scholar&id=ebsco:gcd:179543403&crl=c&link_origin=scholar.google.co.id
- Foods. (2019). Foods, 8(10), Article 480. <https://doi.org/10.3390/foods8100480>
- Google Scholar. (n.d.). Analisis kandungan Escherichia coli pada minuman Thai Tea di Kecamatan Puuwatu Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara. <https://scholar.google.co.id/>
- Google Scholar. (n.d.). Analisis kandungan Salmonella sp. pada es teh manis di Pasar Baru Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara. <https://scholar.google.co.id/>
- Google Scholar. (n.d.). Deteksi bakteri Escherichia coli dengan metode Polymerase Chain Reaction (PCR) pada sampel makanan takjil. <https://scholar.google.co.id/>
- Google Scholar. (n.d.). Identifikasi bakteri Escherichia coli pada jajanan yang dijual di Kambang Iwak Kota Palembang. <https://scholar.google.co.id/>
- Google Scholar. (n.d.). Identifikasi genetik Lactobacillus dalam fermentasi air cucian beras dengan PCR (Polymerase Chain Reaction). <https://scholar.google.co.id/>
- Google Scholar. (n.d.). Isolasi dan uji potensi fermentasi karbohidrat khamir yang diisolasi dari buah indigenous. <https://scholar.google.co.id/>
- Google Scholar. (n.d.). Jurnal tentang identifikasi bakteri dan jamur pada makanan metode PCR. <https://scholar.google.co.id/>
- Janda, J. M., & Abbott, S. L. (2007). 16S rRNA Gene Sequencing for Bacterial Identification in the Diagnostic Laboratory: Pluses, Perils, and Pitfalls. *Journal of Clinical Microbiology*, 45(9), 2761–2764. <https://doi.org/10.1128/JCM.01228-07>
- Melati, R. P., Nurjanah, S., & Rahayu, W. P. (2022). Desain Primer Gen Virulensi invA untuk Identifikasi dan Sekuensing Salmonella pada Sampel Karkas Ayam. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(2), 91–97.
- Muh Danial Fajri, Djulfikri Mewar, & Marhamah Marhamah. (2025). Potensi Fungi Endofit Daun Sambung Nyawa (Gynura Procumbens) sebagai Alternatif Antibakteri Baru. *JURNAL RISET RUMPUN ILMU KESEHATAN*, 4(2), 567–573. <https://doi.org/10.55606/jurrikes.v4i2.5804>
- Noer, S. (2021). Identifikasi Bakteri secara Molekular Menggunakan 16S rRNA. *EduBiologia*, 1(1), 1–6.
- Rinanda, T. (2011). Analisis Sekuensing 16S rRNA di Bidang Mikrobiologi. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 11(3), 172–177.
- Sari, W. K., Periadnadi, P., & Nurmiati, N. (2024). Morphotype Analysis of Endophytic Fungus Isolated from Taxus sumatrana of Mount Singgalang, West Sumatra Region. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(3), 265–272. <https://doi.org/10.29303/jbt.v24i3.7154>
- Universitas Gadjah Mada. (2022). Penelitian. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/222814>
- Universitas Hasanuddin. (n.d.). Repository Universitas Hasanuddin. <https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/54727/>