

IDENTIFIKASI BAKTERI *Escherichia coli* PADA AIR LIMBAH DI LINGKUNGAN PABRIK GULA KOTA MAGETAN

Angela Rosa Dewanti^{1*}, Rina Nurmaulawati², Arikha Ayu Susilowati³
Program Studi Farmasi, STIKes Bhakti Husada Mulia Madiun, Indonesia^{1,2,3}

Email¹: dewantirosa123@gmail.com

ABSTRAK

Air bersih yang bersumber dari sumur maupun sungai harus diperhatikan kebersihannya baik secara fisik, kimia, mikrobiologis, maupun kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada air sungai di sekitar pabrik gula serta mengevaluasi kualitas fisik dan kimia air sungai tersebut. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang penilaian kualitas air limbah sungai yang baik secara mikrobiologis serta dapat mengedukasi masyarakat sebagai pencegahan awal dari penyakit diare. Metode penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dan menggunakan pendekatan penelitian untuk menggambarkan karakteristik suatu populasi, situasi, atau fenomena secara sistematis dan akurat, dengan menggunakan data numerik. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik berbeda yaitu 10 meter - 100 meter, 100 meter – 500 meter, 500 meter - 1 kilo meter dari pabrik gula. Uji yang dilakukan meliputi uji fisik air (warna dan bau), uji pH, pewarnaan Gram, uji biokimia (TSIA, SIM, dan katalase), serta konfirmasi molekuler menggunakan metode PCR. Hasil uji fisik menunjukkan bahwa seluruh sampel air sungai memiliki warna keruh dan bau menyengat, menandakan adanya indikasi pencemaran. Nilai pH yang diperoleh menunjukkan kondisi yang sesuai standar. Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bakteri berbentuk batang pendek Gram negatif, yang mengindikasikan keberadaan *Escherichia coli*. Hasil uji TSIA memperlihatkan perubahan warna menjadi kuning dan adanya gas pada media, menunjukkan kemampuan fermentasi karbohidrat oleh bakteri tersebut. Uji SIM memperlihatkan hasil Indol positif, H₂S negatif, dan motilitas positif, sedangkan uji katalase juga menunjukkan hasil positif. Analisis PCR menghasilkan fragmen DNA berukuran 613 bp, yang mengonfirmasi keberadaan *Escherichia coli* pada seluruh sampel air sungai. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa air sungai di sekitar pabrik gula telah terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*, yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan dan pencemaran lingkungan diperlukan pengawasan kualitas air dan sistem pengolahan limbah yang lebih baik untuk mencegah pencemaran lebih lanjut.

Kata Kunci: *Escherichia coli*, air sungai, TSIA, SIM, Katalase, PCR.

ABSTRACT

Clean water sourced from wells or rivers must have its cleanliness monitored, both physically, chemically, microbiologically, and in terms of quality. This study aims to identify the presence of Escherichia coli bacteria in river water around sugar factories and to evaluate the physical and chemical quality of the river water. It enhances insight and knowledge about assessing wastewater quality in rivers microbiologically and can educate the public as an early prevention of diarrhea. This research method is quantitative descriptive and uses a research approach to systematically and accurately describe the characteristics of a population, situation, or phenomenon, using numerical data. Sampling was carried out at three different points, namely 10 meters - 100 meters, 100 meters - 500 meters, 500 meters - 1 kilometer from the sugar factory. The tests conducted include water physical tests (color and odor), pH tests, Gram staining, biochemical tests (TSIA, SIM, and catalase), as well as molecular confirmation using the PCR method. Physical test results showed that all river water samples were cloudy in color and had a strong odor, indicating signs of pollution. The obtained pH values showed conditions that met the standard. Gram staining results revealed short rod-shaped Gram-negative bacteria, indicating the presence of Escherichia coli. TSIA test results showed a color change to yellow and gas formation in the medium, indicating the bacteria's ability to ferment carbohydrates. SIM test results showed positive indole, negative H₂S, and positive motility, while the catalase test also yielded positive results. PCR analysis produced a DNA fragment of 613 bp, confirming the presence of Escherichia coli in all river water samples. Based on these results, it can be concluded that the river water around the sugar factory has been contaminated by Escherichia coli bacteria, which has the potential to cause health problems and environmental pollution better water quality monitoring and wastewater treatment systems are needed to prevent further pollution.

Keywords: *Escherichia coli, river water, TSIA, SIM, Catalase, PCR.*

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat di Indonesia. Kebersihan air dari sumber seperti sumur dan sungai sangat penting untuk kesehatan, karena pencemaran dapat menyebabkan berbagai penyakit, termasuk diare. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017, air harus bebas dari bakteri coliform dan Escherichia coli, yang merupakan indikator utama pencemaran mikrobiologis (1).

Penyakit diare, yang disebabkan oleh infeksi bakteri seperti E. coli, adalah salah satu penyebab kematian utama pada balita. Data dari World Health Organization (WHO) menunjukkan bahwa pada tahun 2019, diare menjadi

penyebab kematian sekitar 370.000 anak di bawah lima tahun. Infeksi ini sering terjadi akibat mengonsumsi air yang tercemar oleh kotoran manusia atau hewan (2).

Kontaminasi air limbah dari industri, seperti pabrik gula, dapat meningkatkan risiko pencemaran mikrobiologis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa air sungai yang berada dekat dengan pabrik gula mengandung bakteri *E. coli* dalam jumlah yang signifikan, melebihi ambang batas yang ditetapkan untuk air bersih. Hal ini menunjukkan pentingnya pengawasan kualitas air di sekitar pabrik industri (3).

Dalam penelitian ini, fokus akan dilakukan pada identifikasi bakteri *E. coli* di air limbah lingkungan pabrik gula di Kota Magetan. Dengan menggunakan metode biokimia dan analisis PCR, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan lebih lanjut mengenai kualitas air dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat, serta meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah yang baik (4).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Gula Poerwodadi yang terletak di Kota Magetan. Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada bulan September hingga Oktober 2025. Lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan jarak dari pabrik gula, yaitu pada tiga titik berbeda: 10-100 meter, 100-500 meter, dan 500 meter hingga 1 kilometer dari pabrik. Setelah proses pengambilan sampel, semua sampel air dibawa ke laboratorium mikrobiologi di STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun untuk dilakukan analisis. Pengujian dilakukan dengan metode yang sistematis untuk memastikan keberadaan bakteri *Escherichia coli* dan mengevaluasi kualitas fisik serta kimia air. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data yang akurat mengenai dampak limbah pabrik gula terhadap kualitas air di sekitarnya.

Alat

Alat-alat laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Autoklaf, Bunsen, Neraca Analitik, Kertas Timbang, Erlenmeyer, Batang Pengaduk, Cawan

Petri, Tabung Reaksi, pH Meter, Lamina Air Flow, Gelas Ukur, Bunsen, Rak Tabung, Mikroskop, Jarum Ose.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades, alkohol 70%, media Media *Nutrient Agar* (NA), media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), media *Sulfide Indol Motility* (SIM), Reagen Kovacs, H₂O₂, dan Pewarnaan Gram (Kristal violet, lugol, dan carbol fuchsin).

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Air Sungai

Sampel air sungai diambil dari tiga lokasi berbeda di sekitar Pabrik Gula Poerwodadi. Titik pengambilan ditentukan berdasarkan jarak: 10-100 meter, 100-500 meter, dan 500 meter hingga 1 kilometer dari pabrik. Setiap wadah sampel dibersihkan dan dicuci dengan air yang akan diambil 2-3 kali untuk menghilangkan kemungkinan kontaminasi.

Uji Fisik Air

Amati warna air menggunakan indera penglihatan dan catat apakah air berwarna jernih, keruh, atau memiliki warna tertentu. Cium bau air untuk menentukan apakah ada bau yang tidak sedap atau mencurigakan. Jika perlu, lakukan uji rasa dengan sedikit mencicipi air, namun pastikan ini aman dilakukan (5).

Uji Ph Air Mandi

Pengujian pH air dilakukan menggunakan pH meter digital yang telah dikalibrasi. Sampel air diambil dan ditempatkan dalam wadah bersih, kemudian elektroda pH meter dicelupkan ke dalam sampel. Pengukuran dilakukan pada suhu ruang dan diulang minimal tiga kali untuk memperoleh hasil yang akurat (6).

Isolasi Bakteri

Pembuatan Media *Nutrient Agar* (NA)

Siapkan 2 gram *Nutrient Agar*, 4 gram agar, dan 200 ml air destilata. Campurkan semua bahan dalam wadah Erlenmeyer dan aduk hingga rata. Tutup wadah dengan kapas dan aluminium foil, lalu sterilkan dalam autoklaf pada 121°C selama 15-20 menit. Setelah steril, biarkan media mendingin hingga 45-50°C,

kemudian tuangkan secara aseptik ke dalam cawan petri steril. Biarkan mengeras pada suhu ruang, tutup rapat, dan simpan di tempat sejuk dan gelap hingga siap digunakan. Media *Nutrient Agar* siap untuk kultur bakteri (7).

Pewarnaan Gram

Pertama, teteskan Karbol Gentian Violet pada glass objek berisi sampel, biarkan selama 1 menit, dan bilas dengan air mengalir pelan-pelan. Selanjutnya, teteskan Lugol dan biarkan selama 1 menit, kemudian buang Lugol dan siram glass objek dengan alkohol 70%/96% selama 10–30 detik untuk melunturkan cat, lalu bilas dengan air. Setelah itu, tuang Safranin selama 1 menit, cuci dengan air mengalir pelan-pelan, dan keringkan. Terakhir, amati dengan mikroskop pada pembesaran 40x dan 100x dengan minyak imersi (8).

Uji Biokimia

Uji Biokimia (TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) dan SIM (*Sulfide Indol Motility*))

Uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dilakukan dengan menginokulasi media TSIA menggunakan inoculating needle dan menginkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Perubahan warna kuning menunjukkan fermentasi gula, sementara pembentukan gelembung menunjukkan gas, dan endapan hitam menunjukkan produksi H₂S (9). Uji *Sulfide Indole Motility* (SIM) dilakukan dengan menginokulasi media SIM dan menginkubasi pada suhu yang sama. Setelah inkubasi, tambahkan reagen Kovacs; munculnya lapisan merah menunjukkan produksi indol. Endapan hitam menunjukkan H₂S, dan motilitas terlihat dari penyebaran pertumbuhan bakteri. Hasil uji ini membantu dalam identifikasi bakteri (10).

Uji Katalase

Panaskan jarum ose di atas api Bunsen hingga ujungnya berwarna merah menyala, lalu biarkan hingga suhu menurun. Panaskan bibir cawan petri berisi media MCA dengan api Bunsen, lalu ambil sedikit koloni bakteri menggunakan jarum ose. Fiksasi objek gelas dengan api Bunsen, dan oleskan koloni bakteri pada objek gelas dengan teknik memutar agar merata. Teteskan larutan H₂O₂ pada objek gelas dan amati munculnya gelembung yang terbentuk (11).

Uji PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Uji Polymerase Chain Reaction (PCR) dilakukan untuk mendeteksi keberadaan gen *Escherichia coli* dalam sampel bakteri. Proses dimulai dengan ekstraksi DNA dari koloni bakteri yang telah diinkubasi. Selanjutnya, DNA yang diperoleh dicampurkan dengan primer spesifik untuk gen target, dNTPs, buffer, dan DNA polymerase. Campuran ini kemudian ditempatkan dalam mesin PCR yang akan melakukan siklus pemanasan dan pendinginan. Pada tahap denaturasi, suhu meningkat untuk memisahkan heliks DNA, diikuti dengan penurunan suhu untuk memungkinkan primer menempel pada DNA target selama tahap annealing. Tahap elongasi dilakukan dengan suhu optimal untuk DNA polymerase, yang akan menggandakan DNA. Setelah beberapa siklus, hasil PCR dianalisis menggunakan elektroforesis gel agarosa untuk memvisualisasikan pita DNA. Pita yang dihasilkan dibandingkan dengan ukuran marker DNA untuk menentukan keberadaan gen *E. coli*. Hasil ini memberikan informasi penting mengenai kontaminasi bakteri dalam sampel air(12).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fisik Air

Tabel 1. Hasil Uji Fisik Air

No	Sampel	Warna	Bau
1.	Air sungai 1	Keruh	Menyengat
2.	Air sungai 2	Keruh	Menyengat
3.	Air sungai 3	Keruh	Menyengat

Hasil Uji Fisik Air Sungai menunjukkan bahwa semua sampel memukinkan adanya kontaminasi zat yang berbahaya.

Uji pH

Tabel 2. Hasil Uji pH

No	Sampel	pH			Rata rata pH
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	
1.	Air sungai 1	6,7	6,7	6,7	6,7
2.	air sungai 2	6,7	6,7	6,7	6,7
3.	Air sungai 3	6,6	6,6	6,6	6,6

Nilai pH air yang tidak tercemar biasanya mendekati netral (pH 7) dan mendukung kehidupan organisme air, dengan pH ideal sekitar 6,5-7,5. Semua sampel air sungai menunjukkan pH yang masih tergolong cemar ringan dan dalam kondisi baik. Oleh karena itu, disarankan kepada pemilik usaha untuk tidak membuang limbah industri ke aliran sungai dekat pabrik gula demi menjaga kelestarian ekosistem sungai (2).

Morfologi Koloni Bakteri *Escherichia coli*

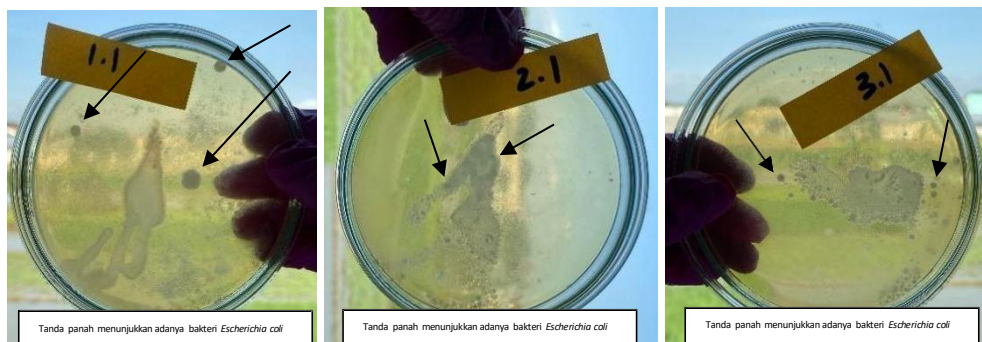
Hasil Inkubasi Pada Media NA (*Nutrient Agar*)

inokulasi bakteri pada media *Nutrient Agar* yang selektif terhadap bakteri *Escherichia coli*. Yang kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Berdasarkan hasil pengamatan koloni yang tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Inkubasi Pada Media NA (*Nutrient Agar*)

No	Sampel	Karakteristik Koloni			Ket
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	
1.	Air sungai 1	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	(+)
2.	Air sungai 2	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	(+)
3.	Air sungai 3	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm.	(+)

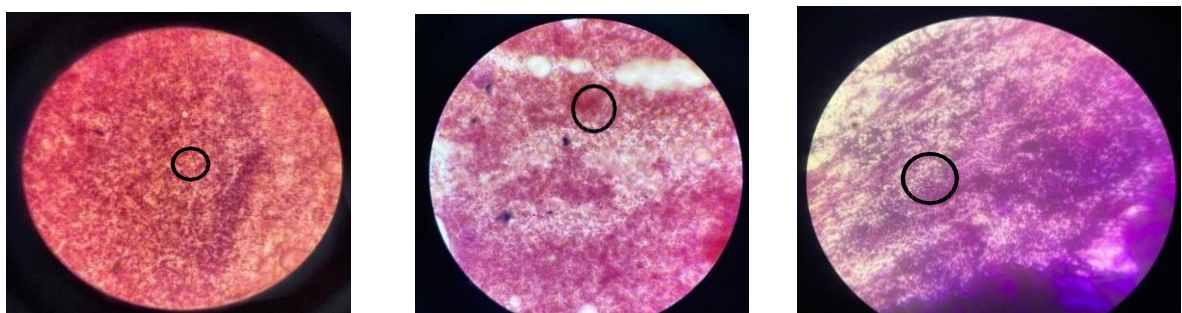
Berdasarkan hasil pengamatan koloni yang dilakukan yang tercantum pada tabel 3, yang menyatakan bahwa hasil yang inkubasi bakteri *Escherichia coli* yang dilakukan semua sampel air sungai menunjukkan pertumbuhan koloni pada media Nutrient Agar (NA) di temukan Koloni bakteri *Escherichia coli* berbentuk bulat, licin, bertepi rata, cembung, mengkilat warna putih, berdiameter 2-3 mm Gambar 2 (13).



Gambar 2. *Escherichia coli* pada media Nutrient Agar

Pewarnaan Gram

Pewarnaan bakteri secara sederhana dapat digunakan untuk semua tipe sel bakteri yang bertujuan untuk mengetahui morfologi sel seperti bentuk dan ukurannya. Teknik ini disebut sederhana karena menggunakan hanya satu macam pewarna bakteri, yaitu methylen blue, safranin dan kristal violet. Pada uji pewarnaan gram yang dilakukan pada bakteri *Escherichia coli* didapatkan bakteri gram negatif dengan bentuk batang pendek. Hasil pewarnaan pada media Nutrient Agar menunjukkan adanya bakteri *Escherichia coli* dengan bakteri negatif yang berbentuk batang pendek dan berwarna merah muda dan dapat memproduksi laktosa jika diamati di bawah mikroskop.

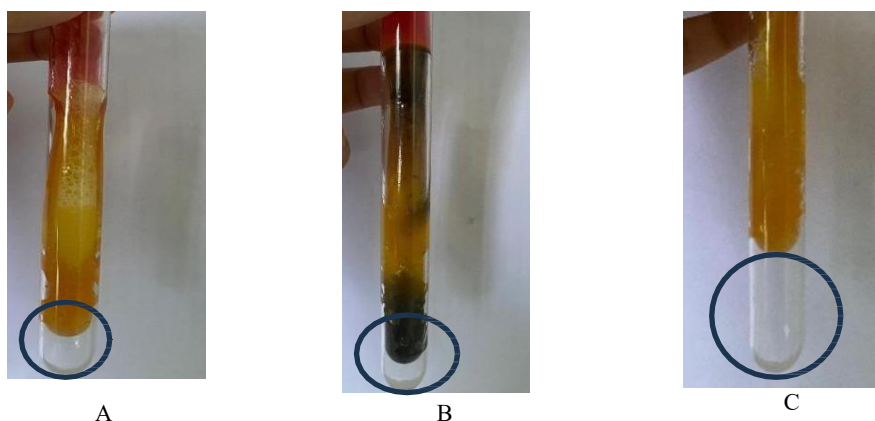


Gambar 3. Hasil Pewarnaan Gram Pembesaran 40x dan 100x

Uji Biokimia Bakteri

Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

Hasil uji identifikasi yang dilakukan dengan uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) pada bakteri *Escherichia coli* pada bagian *slant* dan *butt* semua media menunjukkan adanya perubahan warna yang signifikan. Bagian *slant* adalah permukaan miring dari agar yang 58 digunakan untuk mengamati fermentasi karbohidrat, sedangkan *butt* adalah bagian bawah tabung yang tetap tegak. Perubahan warna yang terjadi pada semua media dengan bakteri *Escherichia coli* mengindikasikan bahwa bakteri tersebut mampu memfermentasi karbohidrat (9). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Uji TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*)

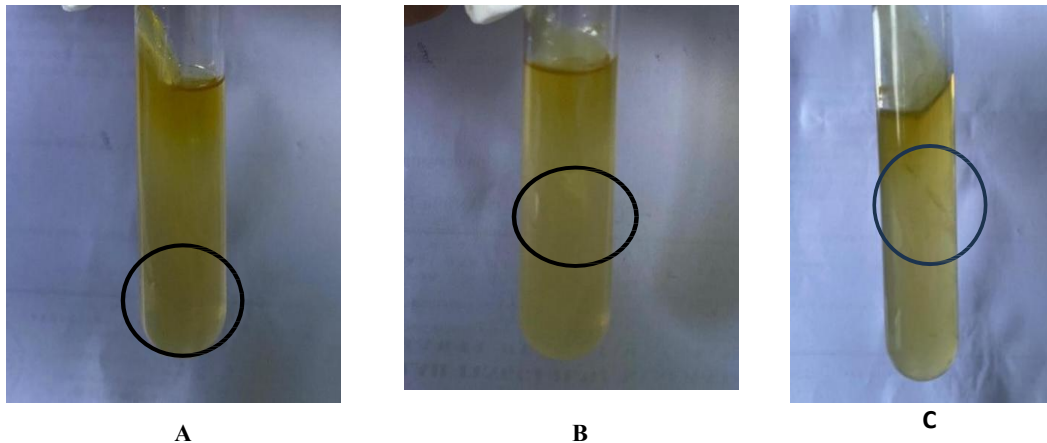
Keterangan :

- Sampel air sungai 1 : *Escherichia coli* memfermentasi gula , ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi kuning dan memproduksi gas atau H₂S dengan terangkatnya media TSIA
- Sampel air sungai 2 : Dapat memfermentasi gula ditunjukkan dengan perubahan warna pada media TSIA kuning dan hitam dan dapat memproduksi gas dan h₂s dengan tersngkatnya media TSIA.
- Sampel air sungai 3 : dapat memfermentasi gula ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi kuning dan dapat memproduksi gas dengan terangkatnya media TSIA.

Uji SIM (*Sulfide Indol Motility*)

Hasil uji SIM yang dilakukan adalah pada uji H₂S tidak terdapat endapan berwarna hitam. Pada hasil uji indol terbentuk cincin berwarna merah pada permukaan setelah ditetesi reagen kovacs dan pada hasil uji motil terlihat adanya kabut pada hasil tusukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan penelitian terdahulu bahwa jika permukaan sekitar motil diamati tusukan pada terdapat pertumbuhan bakteri pada media SIM. Hasil H₂S negatif dengan melihat tidak adanya endapan sulfur berwarna hitam pada medium, pada uji motilitas terlihat adanya gerak bakteri

dengan melihat kabut putih pada bekas tusukan sampai kedalam medium dan terbentuknya cincin berwarna merah setelah ditetesi dengan reagen kovacs menandakan adanya pembentukan indol. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



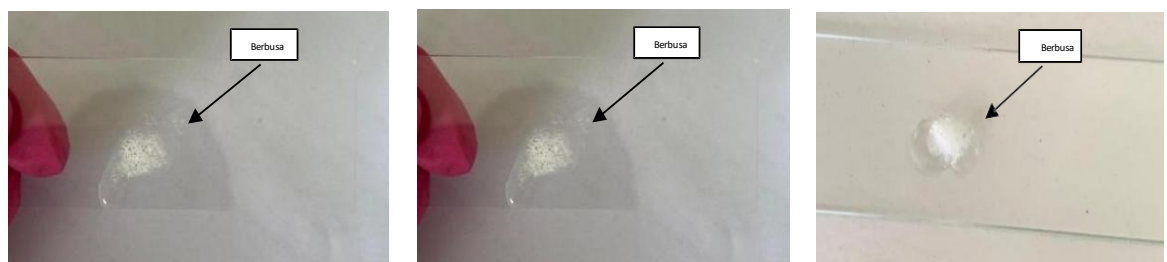
Gambar 5. Hasil Uji (Sulfide Indol Motility)

Keterangan :

- a. Uji Produksi Sulfida (H_2S): Negatif (Escherichia coli tidak menunjukkan warna hitam, menandakan tidak ada reaksi dengan besi (Fe) dan tidak dapat menghasilkan H_2S).
- b. Uji Indol: Positif (Menunjukkan adanya formasi cincin merah, artinya bakteri ini tidak dapat mengubah triptofan menjadi indol).
- c. Uji Motilitas: Positif (Pertumbuhan koloni yang menyebar dan media keruh menunjukkan Escherichia coli memiliki kemampuan motilitas yang baik).

Uji Katalase

Hasil uji katalase menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan terbentuknya gelembung gas pada kaca preparat setelah ditetesi H_2O_2 3%. Hal ini menunjukkan bakteri mampu memproduksi enzim katalase dengan memecah hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi H_2O dan O_2 . Hasil ini sama dengan temuan dalam penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa hasil uji katalase positif apabila terdapat gelembung udara setelah bakteriditetesi larutan H_2O_2 (katalase +) dan hasil negatif apabila tidak terdapat gelembung (katalase -).



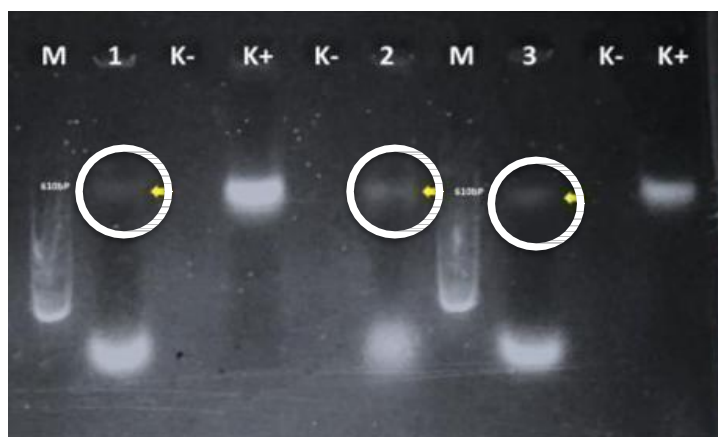
Gambar 6. Hasil Uji Katalase

Keterangan :

- a. Hasil dari uji katalase sampel air sungai 1 : menghasilkan busa / bergelembung setelah ditetesi H₂O₂
- b. Hasil dari uji katalase sampel air sungai 2 : menghasilkan busa / bergelembung setelah ditetesi H₂O₂
- c. Hasil dari uji katalase sampel air sungai 3 : menghasilkan busa / bergelembung setelah ditetesi H₂O₂

Uji PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Uji terakhir adalah PCR (*Polymerase Chain Reaction*), yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan *Escherichia coli* secara cepat dalam sampel air limbah sungai. Teknik PCR diharapkan dapat menegaskan identifikasi spesies ini, Pada penelitian ini hasilnya menunjukkan positif pada uji PCR (*Polymerase Chain Reaction*) untuk *Escherichia coli* ditandai dengan adanya pita DNA bercahaya pada jalur sampel, menunjukkan keberadaan DNA target. Tiga sampel yang positif yaitu semua sampel air sungai, dengan pita terang yang sesuai dengan ukuran standar yang ditetapkan oleh marker DNA. Marker ini berfungsi sebagai acuan untuk menentukan ukuran fragmen DNA yang dihasilkan, sehingga memudahkan dalam identifikasi hasil. Sementara itu, Aquadest (K-) menunjukkan hasil negatif tanpa pita. Ini mengonfirmasi keberhasilan proses PCR dalam mendeteksi *Escherichia coli*.



Gambar 7. Hasil Uji PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

KESIMPULAN

Kesimpulan dari skripsi ini adalah bahwa air sungai di sekitar pabrik gula Kota Magetan terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*. Melalui uji pewarnaan gram, uji biokimia (TSIA, SIM, dan katalase), serta uji PCR, terdeteksi keberadaan bakteri tersebut dalam semua sampel air yang diuji. Hasil menunjukkan adanya perubahan warna yang signifikan pada media uji dan pertumbuhan koloni bakteri, yang mengindikasikan potensi risiko kesehatan bagi masyarakat sekitar akibat

pencemaran air. Peningkatan jumlah kasus diare di wilayah tersebut juga memperkuat perlunya pengawasan kualitas air dan pengelolaan limbah yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fathia N, Utama WT, Marcellia S, Carolia N, Kedokteran F, Lampung U, et al. Keberadaan Bakteri Coliform dan Escherichia coli dalam Sumber Air Bersih Sebagai Penyebab Diare pada Rumah Tangga: Literature Review Presence of Coliform and Escherichia coli Bacteria in Household Clean Water Sources as a Cause of Diarrhea : Literature R. J Medula [Internet]. 2024;14:1619–22. Available from: <https://journalofmedula.com/index.php/medula/article/view/1293>
2. Ika M, Kurniawati D, Darmon TMD. Analisis Kualitas Air Sungai Metro Berdasarkan Parameter Fisik Dan Derajat Keasaman (pH). J Swarnabhumi. 2024;8(7):161–6.
3. Susanti N, Rasyid Z, Hasrianto N, Redho A, Fadhli R. Analisis Penyakit Diare di Desa Cipang Kiri Hulu dan Faktor Lingkungan Fisik yang Mempengaruhinya. J Kesehat Lingkung Indones. 2024;23(3):374–81.
4. Antara NY, Ayu I, Kusuma P. And QPCR Method : A Literature Review. 2024;6(1):1487–99.
5. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. Peratur Menteri Kesehat Republik Indones. 2017;1–20.
6. Angka KKD. Kabupaten Kampar. Wikipedia [Internet]. 2021;4(2):58–68. Available from: https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Kampar, diakses 12 September 2016
7. Wahyuni S, Kaswi N, Annisa R, Permata I, Salim A, Rabiah P, et al. EDUKASI PEMBUATAN MEDIA NUTRIENT AGAR (NA) UNTUK PENGAMATAN MORFOLOGI Esherichia coli DI SMAS PESANTREN IMMIM. J Pengabd Kpd Masy. 2024;5(1):31–6.
8. Amin SS, Ghozali TZ, Efendi MRS. Identifikasi Bakteri dari Telapak Tangan dengan Pewarnaan Gram. Chemviro J Kim dan Ilmu Lingkung [Internet]. 2023;1(1):30–5. Available from: <https://doi.org/10.56071/chemviro.v1i1.563>
9. Tulasi MI, Foeh NDF., Detha AIR. Tersedia daring pada: <http://ejurnal.undana.ac.id/>. J Vet Nusant. 2021;4(1):1–13.
10. Otu LR, Iswandi I, Wulandari D. Uji Aktivitas Antibakteri Lendir Bekicot (Achatina Fulica) Terhadap Bakteri Escherichia Coli Dan Uji Kadar Total

- Protein. PHARMADEMICA J Kefarmasian dan Gizi. 2024;4(1):23–36.
11. Adi N, Sari TK, Pendidikan M, Dokter P, Hewan FK, Hewan FK, et al. Buletin veteriner udayana. 2024;(158):1751–65.
 12. Ummah MS. Log Book Ekstraksi Bakteri. Sustain [Internet]. 2019;11(1):1–14. Available from: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
 13. Tandiapa M, Lawalata HJ, Tengker AC, Sumampouw HM, S Nangoy WM, Biologi J. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Escherichia Coli Jajanan Pasar Girian Kota Bitung. J Cendekia Ilm. 2024;3(4):893–904.