

Aplikasi Metode MPN untuk Deteksi Coliform dan Colifecal sebagai Parameter Kualitas Air Sungai

Application of the MPN Method for the Detection of Coliform and Fecal Coliform as a Parameter of River Water Quality

Nabilla Yoantrista¹⁾, Elsa Yuniarti²⁾

¹⁾Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara, Kota Padang
Email: nabillayoantrista@gmail.com

ABSTRAK

Sungai merupakan komponen vital dalam siklus hidrologi yang berfungsi sebagai sumber air bagi berbagai aktivitas manusia, termasuk konsumsi, pertanian, dan rekreasi. Namun, peningkatan aktivitas patogen berpotensi menurunkan kualitas air, khususnya dari aspek mikrobiologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan bakteri *Coliform* dan *Fecal Coliform* pada air sungai menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) sebagai parameter kualitas mikrobiologi, mengacu pada baku mutu air kelas II menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Penelitian dilakukan secara deskriptif di UPTD Laboratorium Kesehatan Sumatera Barat pada tiga titik lokasi aliran Sungai Batang (hulu, tengah, dan hilir). Sampel diuji menggunakan uji pendugaan dan uji penegasan dengan media LB dan BGLB, serta dihitung melalui tabel MPN ragam II. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi Coliform dan Fecal Coliform tertinggi terdapat pada lokasi hilir, yaitu sebesar 22.000 MPN/100 mL dan 1.700 MPN/100 mL. Lokasi hulu dan tengah masih menunjukkan nilai di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan, yakni masing-masing sebesar 540 dan 920 MPN/100 mL untuk *Coliform*, serta 43 dan 170 MPN/100 mL untuk *Fecal Coliform*. Dengan demikian, air di lokasi hilir telah tercemar secara mikrobiologis dan tidak layak digunakan tanpa pengolahan. Temuan ini menegaskan pentingnya pengawasan terhadap limbah domestik dan aktivitas di sepanjang daerah aliran sungai guna menjaga keberlanjutan ekosistem dan kesehatan masyarakat

Keywords: Air, *Coliform*, *Most Probable Number* (MPN)

PENDAHULUAN

Sungai merupakan bagian penting siklus air yang memiliki peran ekologis, sosial, dan ekonomi secara substansial. Sungai adalah aliran air alami dari daerah hulu ke daerah hilir. Aliran alami sungai merupakan sumber utama untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, sanitasi lingkungan, pertanian, industry, pariwisata, perikanan, dan tenaga Listrik (Aulia *et al.*, 2023). Oleh karena itu, sangat penting menjaga keberlanjutannya dengan tidak merusak dan menjaga keseimbangan ekosistem sungai. Sungai sebagai saluran utama air berada di posisi terendah permukaan bumi yang merupakan sistem dari daerah aliran sungai. Kualitas pasokan air juga dapat mempengaruhi kualitas air sungai dan

kegiatan masyarakat didalamnya (Atlamis *et al.*, 2023). Menurut Saputra *et al.*, (2023) parameter kualitas air memiliki nilai ambang batas yang berbeda-beda di setiap jenis air. Parameter tersebut diatur oleh pemerintah dalam bentuk standar baku mutu kualitas air. Baku mutu air sungai di Indonesia saat ini adalah Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Atikah *et al.*, 2023).

Air sungai menjadi tempat hidup bagi berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri, jamur, dan ragi. Hal ini dikarenakan alirannya yang mengalir dari bagian hulu menuju hilir dan bermuara ke laut sehingga mikroorganisme yang terdapat di dalamnya dapat ikut terbawa oleh arus. Kualitas air sungai juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang bersifat alami seperti pelapukan, intensitas hujan, dan erosi tanah, maupun akibat aktivitas manusia seperti kegiatan pertanian, urbanisasi, dan industri. Selain itu, peningkatan pemanfaatan air juga dapat mendorong pertumbuhan jumlah mikroorganisme, yang pada akhirnya dapat mencemari perairan (Wulandari & Sherra, 2024). Pemantauan air sungai adalah bagian penting dari sistem pengendalian lingkungan karena air sungai dapat menggambarkan kondisi pengelolaan kawasan daerah aliran sungai (DAS) (Gazali & Widada, 2021). Penurunan kualitas air sungai ditandai oleh penurunan beberapa parameter fisika, kimia, maupun mikrobiologi. Penurunan kualitas air sungai ini merupakan indikasi terjadinya pencemaran air sungai pada area tersebut (Nurbaya & Sari, 2023).

Pencemaran aliran sungai umumnya disebabkan oleh kondisi aktivitas manusia dan kondisi lingkungan disekitaran sungai. Kegiatan manusia seperti pembangunan, penggunaan pestisida non-selektif, serta membangun industri lama akan mengakibatkan polusi rumah tangga (Amru & Makkau, 2023). Sumber pencemaran dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu sumber titik dan sumber tersebar. Sumber titik pencemaran yaitu pencemaran yang berupa limbah rumah sakit dan industry, sedangkan sumber tersebar adalah polutan yang berasal dari rumah tangga, peternakan, dan pertanian (Indriyani *et al.*, 2024). Indikator pencemaran mikroba air yaitu total *coliform* dan *Echerichia coli*. Total *coliform* adalah suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator polusi kotoran (Irdawati *et al.*, 2012). Kehadiran bakteri *coliform* dalam air menjadi indikator penting untuk menilai keamanan air untuk digunakan dalam kegiatan sehari-hari (Achyar *et al.*, 2021). Total *coliform* dibagi menjadi dua golongan yaitu *colifecal* yang berasal dari tinja manusia, hewan berdarah panas dan non-fecal *coliform* yang bukan berasal dari tinja manusia, tetapi berasal dari hewan atau tanaman yang telah mati (Riyanti *et al.*, 2021). Oleh karena itu dilakukannya pemeriksaan kualitas air yang akan meliputi analisis bakteriologis terhadap keberadaan *coliform* dan *colifecal*. Bakteri *coliform* merupakan kelompok bakteri yang memiliki morfologi berbentuk basil, tidak menghasilkan spora, dan mampu memfermentasikan laktosa untuk menghasilkan asam dan gas. Keracunan

yang diakibatkan oleh *coliform* dapat menimbulkan beberapa penyakit seperti diare, infeksi saluran kencing, mual dan muntah (Nugraha *et al.*, 2023).

Dalam Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup selanjutnya dirubah menjadi Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia itu sendiri, sehingga menyebabkan turunya fungsi dan kualitas air tersebut (Artajaya & Putri, 2021).

Most Probable Number (MPN) merupakan sebuah metode semi-kuantitatif yang biasa digunakan untuk mendeteksi dan memperkirakan jumlah bakteri, seperti *Coliform* dan *colifecal* dalam sampel air. Metode ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu: Uji penduga untuk mendeteksi *coliform* secara umum; uji penegas untuk memastikan keberadaan *coliform* yang spesifik; dan uji pelengkap. Proses ini melibatkan pengenceran sampel, inkubasi di dalam media pertumbuhan cair, dan pengamatan gas yang dihasilkan oleh bakteri untuk menghitung jumlah bakteri dengan menggunakan tabel statistik MPN (Agustina *et al.*, 2024). Keunggulan dari metode MPN ini adalah sensitivitasnya terhadap konsentrasi rendah, akurasi yang dapat ditingkatkan dengan tambahan jumlah tabung uji, serta media yang fleksibel sesuai dengan bakteri yang ditargetkan. Oleh karena itu, MPN diakui sebagai metode yang efektif dalam pemantauan kualitas mikrobiologi (Sabila & Setyaningrum, 2023).

Pemeriksaan MPN dilakukan untuk memeriksa kualitas air minum, air bersih, badan air, air di pemandian umum, air kolam renang dan pemeriksaan angka kuman pada air PDAM. Metode ini memiliki 3 macam ragam yang dapat digunakan yaitu :

1. Ragam pertama : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml untuk sampel yang sudah melakukan pengolahan atau angka kumannya diperkirakan rendah.
2. Ragam kedua : 5 x 10 ml, 5 x 1 ml, 5 x 0,1 ml untuk sampel yang belum melakukan pengolahan dan angka kumannya tinggi, jika perlu penanamannya dapat dilanjutkan dengan 5 x 0,1 ml dan seterusnya.
3. Ragam ketiga : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml merupakan ragam alternatif untuk ragam kedua apabila jumlah tabung terbatas dan persediaan media juga terbatas (Sunarti, 2015)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Sumatera Barat Kota Padang pada bulan Januari 2025. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN). Metode MPN merupakan salah satu metode penentuan angka mikroorganisme dengan metode Angka Paling Mungkin yang digunakan di lingkungan sanitasi untuk menentukan jumlah koloni *coliform* didalam

air. Metode MPN dapat digunakan untuk menghitung jumlah bakteri yang dapat memfermentasi laktosa membentuk gas. Sampel pada penelitian ini adalah air Sungai Batuang dengan lokasi pengambilan pada 3 titik yaitu air permukaan hulu, tengah, dan hilir.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu pipet volume 10 mL, tabung reaksi, tabung durham, rak tabung, bunsen, *stopper*, incubator, ose, autoclave, oven, Erlenmeyer 250 mL, gelas ukur 100 mL, timbangan, hotplate with magic stirrer, pipet filler. Bahan dan reagensia yang digunakan yaitu sampel air, media LB (*Lactose Broth*), media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*), dan larutan Buffer.

Prosedur Kerja

Adapun tahapan penelitian yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Penerimaan Sampel

Proses penerimaan sampel diawali ketika suatu individu akan melakukan pemeriksaan dengan membawa sampel ke loket penerimaan sampel. Setelah tiba di loket, petugas loket akan memberikan nomor label pada sampel yang akan diuji untuk memastikan identifikasi yang akurat. Hal ini dilakukan unntuk menghindari kehilangan sampel pada saat proses pemeriksaan. Selanjutnya, petugas loket mengirimkan sampel tersebut ke laboratorium mikro sanitasi dan diterima oleh pihak laboratorium dengan melakukan pemeriksaan ulang antara data denagn jumlah sampel yang diberikan.

Setelah kedatangan sampel, petugas laboratorium akan melakukan tahap pengujian diruang pemeriksaan sampeldi laboratorium sanitasi. Proses yang dilakukan ini untuk memastikan bahwa sampel yang diterima dan diuji memenuhi standar prosedur yang telah ditetapkan.

2. Pengenceran Sampel

Sampel yang diterima secara aseptik diinokulasi 1 ml kedalam tabung reaksi pertama yang berisi 9 ml Aquades steril sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Setelah itu, tabung reaksi berisi pengenceran 10^{-1} diinokulasikan 1 ml ke tabung kedua berisi 9 ml Aquades steril sehingga diperoleh pengenceran 10^{-2} . Melakukan pengenceran yang sama yaitu tabung rekasi berisi pengenceran 10^{-2} diinokulasikan 1 ml ke tabung rekasi ketiga berisi 9 ml Aquades steril sehingga diperoleh pengenceran 10^{-3} .

3. Pembuatan Media

a. Media LB (*Lactose Broth*)

Pada uji Most Probable Number (MPN) terdapat 2 bentuk media LB yang disiapkan

yaitu media LB double strength dan media LB single strength. Media LB single strength dibuat dengan menimbang 13 gram bubuk media Lactose Broth menggunakan timbangan digital dan dilarutkan dengan 1.000 ml aquades dalam Erlenmeyer lalu diletakkan diatas hotplate hingga homogen menggunakan magnetic stirrer tanpa memanaskannya. Sedangkan untuk pembuatan media LB double strength yaitu dengan meimbang dua kali lipat baahan Lactose Broth (2 x 13 gram) lalu dilarutkan dengan 1.000 ml aquades dalam Erlenmeyer lalu diletakkan diatas hotplate hingga homogen menggunakan magnetic stirrer tanpa memanaskannya. Setelah itu larutan media dituang kedalam tabung reaksi masing-masing 10 ml yang telah diisi tabung durham secara terbalik dan tabung ditutup dengan stopper. Selanjutnya seluruh tabung yang telah berisi media LB disterilkan dalam autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

b. Media BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*)

Dalam pembuatan media BGLB dibutuhkan 40 gram bubuk media Lactose Broth menggunakan timbangan digital dan dilarutkan dengan 1.000 ml aquades dalam Erlenmeyer lalu diletakkan diatas hotplate hingga homogen menggunakan magnetic stirrer tanpa memanaskannya. Setelah itu larutan media dituang kedalam tabung reaksi yang telah diisi tabung durham dalam keadaan terbalik sebanyak 10 ml. Selanjutnya seluruh tabung disterilkan menggunakan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

4. Pengujian dengan Metode MPN

Pemeriksaan coliform dan colifecal dengan metode Most Probable Number (MPN) merupakan cara untuk menghitung jumlah bakteri coliform dan colifecal. Metode ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu uji pendugaan (Presumptive test) dan uji penegasan (Confirmed test).

a. Uji Pendugaan

Uji dugaan ini diawali dengan menyiapkan 10 tabung reaksi yang berisi media LB single (*Lactose Broth Single*) masing-masing 10 ml dan 5 tabung reaksi yang berisi media LB Double (*Lactose Broth Double*) masing-masing 10 ml yang telah disterilisasi. Selanjutnya inokulasi sampel kedalam media LBD pada 5 tabung pertama disemua deret tabung sebanyak 10 ml dan LBS pada 10 tabung, dimana 5 tabung deret kedua sebanyak 1 ml dan 5 tabung deret ketiga sebanyak 0,1 ml disetiap tabung. Selanjutnya, dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil positif apabila terdapat gas dalam tabung durham ketika diamati.

b. Uji Penegasan

Dari tabung yang positif pada uji pendahuluan, maka dilanjutkan ke uji penegasan menggunakan media BGLB 10 ml yang berisi tabung durham. Pada setiap tabung yang dinyatakan positif disiapkan 30 tabung reaksi (15 tabung uji Coliform dan

15 tabung uji Colifecal) yang telah diisi media BGLB dan sudah disterilisasi untuk melakukan uji bakteri Coliform dan Colifecal. Kemudian disiapkan oce yang sebelumnya disterilkan diatas bunsen hingga merah dan memasukkan masing-masing 1 oce dari tabung yang positif kedalam tabung yang berisi media BGLB 10 ml, tutup dengan stopper. Uji dilakukan dengan metode MPN Ragam II yaitu 5 x 10 ml, 5 x 1 ml, 5 x 0,1 ml untuk sampel yang belum melakukan pengolahan dan angka kumannya tinggi, Setelah itu dimasukkan kedalam inkubasi pada suhu 37°C untuk Coliform dan suhu 44°C untuk Colifecal selama 24 jam. uji dinyatakan positif jika terbentuk gas atau gelembung di dalam tabung durham lalu hitung menggunakan table MPN (15 tabung) Ragam II.

5. Analisis Data

Hasil dari uji MPN yang diperoleh didapatkan berdasarkan perhitungan yang dilihat melalui table MPN Ragam II : 5 x 10 ML, 5 x 1 mL, dan 5 x 0,1 mL.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

No	Parameter	Satuan	Sampel			Spesifikasi Metode
			Hulu	Tengah	Hilir	
1	Coliform	MPN/100 mL	540	920	22000	APHA 9221-B ₂
2	Fecal Coliform	MPN/100mL	43	170	1700	APHA 9221-E ₂

Hasil pengujian kualitas mikrobiologis air sungai menunjukkan adanya variasi konsentrasi Coliform dan Fecal Coliform yang signifikan pada tiga titik lokasi, yaitu di daerah hulu, tengah, dan hilir. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, konsentrasi tertinggi ditemukan pada lokasi hilir dengan nilai total *coliform* sebesar 22.000 MPN/100 mL dan *fecal coliform* sebesar 1.700 MPN/100 mL. Sebaliknya, pada lokasi hulu, kandungan *coliform* dan *fecal coliform* tercatat jauh lebih rendah, masing-masing sebesar 540 dan 43 MPN/100 mL. Nilai pada lokasi tengah berada di antara keduanya, menunjukkan tren peningkatan konsentrasi seiring dengan arah aliran sungai ke hilir.

Menurut standar ideal kualitas mikrobiologi air, total *coliform* seharusnya berada di bawah 1.000 MPN/100 mL untuk keperluan rekreasi dan kurang dari 10 MPN/100 mL untuk air minum, sedangkan *fecal coliform* idealnya kurang dari 100 MPN/100 mL.. Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa air di lokasi tengah dan hilir telah melebihi ambang batas aman, sehingga tidak layak digunakan untuk keperluan domestik tanpa proses pengolahan lanjutan. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap tingginya nilai MPN di hilir adalah penurunan kecepatan aliran air yang memungkinkan bakteri berkembang lebih cepat (Douterelo *et al.*, 2016). Selain itu, sistem drainase terbuka serta kebiasaan pembuangan limbah cair rumah tangga secara langsung ke sungai, yang umum

terjadi di daerah padat penduduk, turut memperburuk kualitas mikrobiologis air. Kepadatan bakteri coliform pada titik pengambilan tersebut dikarenakan pada wilayah ini terdapat kepadatan penduduk sehingga banyaknya aktivitas yang dilakukan penduduk sekitar aliran sungai ini. Pengaruh limbah rumah tangga seperti feses atau sisa makanan mendominasi faktor penyebab pencemaran air di lingkungan. Hal ini diperkuat oleh Widyaningsih *et al.*, (2016) bahwa limbah rumah tangga merupakan sumber pencemar biologis tertinggi, limbah tersebut berasal dari dapur, kamar mandi, cucian, limbah bekas industri rumah tangga serta kotoran manusia. Penanganan limbah yang tidak dikelola secara baik yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia.

Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas II menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, yang menetapkan batas maksimum total *coliform* sebesar 5.000 MPN/100 mL dan *fecal coliform* sebesar 1.000 MPN/100 mL, maka air di lokasi hulu dan tengah masih tergolong memenuhi standar. Artinya, air dari dua lokasi tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk keperluan seperti rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, serta sebagai sumber air baku yang akan diolah menjadi air minum. Namun, kondisi berbeda ditemukan pada lokasi hilir. Kandungan total *coliform* dan *fecal coliform* yang jauh melampaui ambang batas menunjukkan bahwa air di wilayah ini telah mengalami pencemaran yang cukup parah. Bakteri *coliform* merupakan kelompok bakteri yang memiliki morfologi berbentuk basil, tidak menghasilkan spora, dan mampu memfermentasikan laktosa untuk menghasilkan asam dan gas. Keracunan yang diakibatkan oleh *Coliform* dapat menimbulkan beberapa penyakit seperti diare, infeksi saluran kencing, mual dan muntah (Nugraha *et al.*, 2023).

Perbedaan yang mencolok ini mengindikasikan terjadinya degradasi kualitas air sepanjang aliran sungai. Semakin ke hilir, beban pencemar dari aktivitas domestik, pertanian, dan industri cenderung meningkat. Hal ini sejalan dengan temuan Pillai & McLellan (2022) yang menunjukkan bahwa wilayah hilir sungai cenderung menerima akumulasi limbah dari seluruh daerah aliran sungai, baik dari limpasan permukaan maupun dari aktivitas antropogenik lainnya. Keberadaan Fecal Coliform sebagai indikator pencemaran tinja juga menguatkan dugaan bahwa terdapat kontaminasi dari aktivitas mandi, cuci, kakus (MCK), peternakan, atau sistem pembuangan limbah domestik yang tidak memadai.

Oleh karena itu, perbedaan tingkat pencemaran antara lokasi hulu, tengah, dan hilir menekankan pentingnya pengendalian terhadap sumber pencemar non-point source. Diperlukan pengawasan yang lebih ketat terhadap sistem pengelolaan limbah di sepanjang daerah aliran sungai. Jika tidak segera ditangani, pencemaran mikrobiologis ini tidak hanya akan merusak ekosistem perairan, tetapi juga membahayakan kesehatan masyarakat yang bergantung pada sumber air tersebut. Maka dari itu, langkah rehabilitasi lingkungan, edukasi masyarakat, serta penguatan regulasi dan penegakan hukum terhadap pengelolaan

limbah menjadi sangat penting untuk menjaga keberlanjutan kualitas air sungai sesuai dengan fungsi peruntukannya

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa terdapat perbedaan signifikan konsentrasi Coliform dan Fecal Coliform pada tiga titik lokasi pengambilan sampel, yaitu hulu, tengah, dan hilir Sungai Batang. Konsentrasi tertinggi ditemukan di wilayah hilir dengan nilai total Coliform mencapai 22.000 MPN/100 mL dan Fecal Coliform sebesar 1.700 MPN/100 mL. Sementara itu, pada lokasi hulu dan tengah, nilai kedua parameter tersebut masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, yaitu 5.000 MPN/100 mL untuk total Coliform dan 1.000 MPN/100 mL untuk Fecal Coliform, yang diperuntukkan bagi air kelas II.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kualitas mikrobiologis air sungai di wilayah hulu dan tengah masih memenuhi standar baku mutu kelas II dan masih dapat dimanfaatkan untuk keperluan rekreasi, budidaya perikanan air tawar, dan sumber air baku. Namun, kondisi yang terjadi di hilir menunjukkan adanya pencemaran mikrobiologis yang serius dan melebihi batas baku mutu, sehingga air di wilayah tersebut tidak layak digunakan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan limbah yang lebih baik, pengawasan terhadap kegiatan domestik dan industri di sekitar aliran sungai, serta edukasi masyarakat untuk menjaga kebersihan lingkungan. Langkah ini penting guna mempertahankan keberlanjutan kualitas air sungai sesuai dengan fungsi ekologis dan sosialnya, serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) di sektor lingkungan

REFERENSI

- Achyar, A., Putri, A.I., Putri, D.H., Ahda, Y. (2021). Primer design, in silico PCR and optimum annealing temperature for *Escherichia coli* detection in refillable drinking water samples. *Tropical Genetics*, 1(2), 52-60
- Agustina, N., Afifah Nugraheni, I., Naim, A., Sains dan Teknologi, F., Aisyiyah Yogyakarta, U., Mikrobiologi dan Reagensia, L., & Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Dinas Kesehatan, B. (2024). *Analisis Kualitas Mikrobiologis Air Sungai melalui Deteksi Total Coliform dan Escherichia coli menggunakan Metode Most Probable Number (MPN)* (Vol. 2).
- Altamis, M. I., Oktari, I., & Harahap, S. K. (2023). Upaya Penegakan Hukum Terhadap Pencemaran Air Sungai di Taman Mercy Deli Tua. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(4), 2734-2746.

- Amru, K., & Makkau, B. A. (2023). Analisis Kualitas Air Sungai Palopo Akibat Pencemaran Limbah Domestik Dengan Metode Index Pollution: Analysis of Palopo River Water Quality Due to Domestic Waste Using the Index Pollution Method. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 137-142
- Artajaya, I. W. E., & Putri, N. K. F. P. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Pencemaran Air Di Sungai Bindu. *Jurnal Hukum Saraswati*, 3(2).
- Asri Fauzi Nugraha, R., Diyah Safitri, Y., Elistya Diyah Purnamawati, N., Studi Analisis Kesehatan, P., Karya Putra Bangsa Tulungagung, Stik., & timur, J. (2023). UJI KUALITAS SUMBER AIR PEGUNUNGAN MENGGUNAKAN METODE MOST PROBABLE NUMBER DI DESA TANJUNG TULUNGAGUNG. *JoIMedLabS*, 4(1), 37–44.
- Atikah, U., Purnaini, R., Govira, D., & Asbanu, C. (2023). Analisis Kualitas Air Baku dan Kualitas Air Hasil Produksi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Mukok PDAM Tirta Pancur Aji Kota Sanggau. In *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 11, Issue 2).
- Aulia Putri, A., Ahda, Y., Hilda Putri, D., & Achyar, A. (2023). *Optimization of Pathogenic Bacterial DNA Isolation in PCR-Based River Water Samples Optimasi Isolasi DNA Bakteri Patogen pada Sampel Air Sungai Berbasis PCR*.
- Douterelo, I., Sharpe, R. L., & Boxall, J. B. (2016). Bacterial community dynamics during the early stages of biofilm formation in a chlorinated experimental drinking water distribution system: implications for drinking water discolouration. *Journal of Applied Microbiology*, 121(1), 336–349.
- Gazali, M., & Widada, A. (2021). Analisis kualitas dan perumusan strategi pengendalian pencemaran air sungai Bangkahulu Bengkulu. *Journal of nursing and public health*, 9(1), 54-60.
- Indriyani, A. R., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2024). Analisis Limbah Pencemaran Air Sungai Di Kota Dan Desa. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 29-35.
- Irdawati, F., Fendy, M & Kurniati, D (2012). Uji Bakteriologis Air Sumur Pemukiman Penduduk Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah. *Jurnal Sainstek* Vol. IV. No. 2: 136-140.
- Nurbaya, F., & Sari, D, P. (2021). *Parameter Air dan Udara Serta Uji Kualitas Air Sungai*. Cirebon : PT Arr Rad Pratama.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

- Pillai, S. D., & McLellan, S. L. (2022). Fecal pollution in water systems: microbial indicators and source tracking. In *Water Quality and Treatment: A Handbook on Drinking Water* (7th ed., pp. 18.1–18.34). American Water Works Association.
- Riyanti, R., Putri, H. D., Erlinda., Yuniarti, E. (2021). Deteksi Bakteri E.Coli dan Coliform dengan Metode CFU pada Uji Kualitas Air Bersih. *Prosiding SEMNAS BIO 2021*.
- Sabila, N. M., dan Setyaningrum, D. (2023). Coliform and Colifecal Analysis In Water Form Various Sources Using The MPN (Most Probable Numbers) Method: Analisis Coliform dan Colifecal pada Air dari Berbagai Sumber Menggunakan Metode MPN (Most Probable Numbers). *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 3(2): 54-60
- Saputra, H. M., Sari, M., Purnomo, T., Suhartawam, B., Asnawi, I., Palupi I,F,J., Sahabuddin, E, S., Sinaga, J., Juhanto, A., Yuniarti, E., Nur, S. (2023). *Analisis Kualitas Lingkungan*. Padang : Get Press Indonesia.
- Sunarti, R. N. (2015). Uji Kualitas Air Sumur Dengan Menggunakan Metode MPN (Most Probable Numbers). *Bioilmi*, 1(1):30-34.
- Wulandari, M., Harfadli, M., dan Rahmania. 2020. Penentuan Kondisi Kualitas Perairan Muara Sungai Somber, Balikpapan, Kalimantan Timur dengan Metode Indeks Pencemaran (Pollution Index). *Specta Journal of Technology*, Vol. 4 (2): 23 34.
- Wulandari, T., & Sherra, E. B. (2024). Analisis Kualitas Air Berdasarkan Tingkat Pencemaran Bakteri Coliform pada Air Sungai Batang Agam Kota Payakumbuh. *Prosiding Seminar Biologi*.