

Evaluation of Domestic Wastewater Quality Based on Coliform Bacteria Presence Using the Most Probable Number (MPN) Method

Evaluasi Kualitas Air Limbah Domestik Berdasarkan Kehadiran Bakteri Coliform melalui Metode Most Probable Number (MPN)

Dinda Aulia Nabila¹, Echy Dania Putri², Silvi Tamara³, Irdawati⁴

^{1,2,3,4} Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

*Correspondence author: irdawati.amor40@gmail.com

Abstract

Domestic wastewater is one of the main contributors to water pollution, which can have serious impacts on human health and environmental sustainability if not properly managed. This study was conducted to evaluate the quality of domestic wastewater based on the presence of coliform bacteria using the Most Probable Number (MPN) method at the Microbiology Laboratory of BSPJI Padang. Samples were collected from two points in the wastewater treatment system (IPAL) of an industry in Padang City: the inlet point (before treatment) and the outlet point (after treatment). The analysis showed that the inlet sample contained a total coliform level of 280,000 MPN/100 mL, far exceeding the maximum allowable limit of 3,000 MPN/100 mL as stated in the Indonesian Ministry of Environment and Forestry Regulation No. 68 of 2016. In contrast, the outlet sample showed a significant reduction to 2,000 MPN/100 mL, which meets the required quality standards. This decrease indicates that the IPAL treatment process, particularly the disinfection stage using chlorine, is quite effective. The MPN method proved reliable in estimating the number of coliform bacteria and can be used as a key indicator of biological contamination. These findings emphasize the importance of routine testing to ensure that discharged wastewater is safe and does not pollute aquatic ecosystems.

Keyword : *Coliform, domestic waste water, IPAL, MPN, waste water treatment plant.*

Abstrak

Air limbah domestik merupakan salah satu penyumbang utama pencemaran perairan yang dapat berdampak serius terhadap kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kualitas air limbah domestik berdasarkan

keberadaan bakteri coliform menggunakan metode Most Probable Number (MPN) di Laboratorium Mikrobiologi BSPJI Padang. Sampel diambil dari dua titik pada sistem instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sebuah industri di Kota Padang, yaitu titik masuk (inlet) sebelum proses pengolahan dan titik keluar (outlet) setelah pengolahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel inlet mengandung total coliform sebesar 280.000 MPN/100 mL, jauh melebihi ambang batas maksimal 3.000 MPN/100 mL sesuai Peraturan Menteri LHK No.68 Tahun 2016. Sementara itu, sampel outlet menunjukkan penurunan signifikan hingga 2.000 MPN/100 mL, yang telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Penurunan kadar coliform ini mengindikasikan bahwa proses pengolahan IPAL, terutama pada tahap disinfeksi menggunakan klorin, berjalan cukup efektif. Metode MPN terbukti andal dalam memperkirakan jumlah bakteri coliform dan dapat digunakan sebagai indikator utama pencemaran biologis. Temuan ini menegaskan pentingnya pengujian rutin untuk memastikan air limbah yang dibuang ke lingkungan sudah aman dan tidak mencemari ekosistem perairan.

Kata kunci : *Air limbah domestik, coliform, instalasi pengolahan air limbah, IPAL, MPN*

Pendahuluan

Pendidikan tinggi di bidang biologi tidak hanya menekankan pada pemahaman teori yang kuat, tetapi juga pada kemampuan menerapkan ilmu tersebut dalam situasi nyata. Dalam konteks ini, kegiatan magang menjadi salah satu cara efektif untuk menjembatani dunia akademik dengan dunia kerja. Melalui kegiatan magang, mahasiswa memiliki kesempatan untuk memperoleh pengalaman langsung mengenai pelaksanaan metode ilmiah di laboratorium, serta memahami dinamika kerja di instansi profesional yang bergerak dibidang pengujian mutu, salah satunya dalam bidang mikrobiologi lingkungan.

Isu pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air, menjadi salah satu masalah krusial yang terus berkembang seiring meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas industri. Air yang seharusnya menjadi sumber kehidupan justru dapat menjadi media penyebaran penyakit ketika tercemar. Salah satu sumber pencemaran yang sering diabaikan adalah air limbah domestik, yaitu air buangan dari aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, dan memasak. Menurut (Anggraini, 2018) dalam (Pasetia et al. 2020), Limbah domestik terdiri atas limbah cair dari aktivitas rumah tangga dan komersial yang mengandung berbagai zat kimia, partikel tersuspensi, serta mikroorganisme yang berpotensi menimbulkan penyakit yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Air limbah domestik biasanya dibuang ke badan air seperti sungai atau selokan. Jika tidak diolah terlebih dahulu, limbah ini dapat membawa berbagai dampak buruk seperti penyebaran penyakit infeksius, eutrofikasi akibat kandungan fosfat dan nitrogen yang tinggi, serta pencemaran logam berat yang dapat menurunkan kualitas kesehatan masyarakat (Saputri & Efendy, 2020). Oleh karena itu, pengolahan limbah melalui

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menjadi sangat penting. IPAL dirancang untuk menurunkan kadar pencemar baik kimia maupun mikrobiologis agar limbah yang dibuang memenuhi standar baku mutu lingkungan (Perdana et al., 2018).

Salah satu parameter biologis yang digunakan untuk menilai kualitas air limbah adalah keberadaan bakteri coliform. Bakteri ini merupakan kelompok mikroorganisme indikator yang umum digunakan untuk mengukur tingkat pencemaran fekal. Coliform memiliki kemampuan memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas pada suhu inkubasi 37°C dalam waktu 24–48 jam, sehingga mudah dideteksi (Abdullah et al., 2019). Tingginya jumlah coliform dalam air limbah menandakan potensi kontaminasi oleh kotoran manusia atau hewan, serta kemungkinan adanya mikroorganisme patogen lain seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* yang dapat menyebabkan penyakit seperti diare, hepatitis, dan tifus (Susanthi et al., 2018; Achyar et al., 2022).

Untuk mendeteksi dan mengukur jumlah coliform, salah satu metode yang banyak digunakan adalah Most Probable Number (MPN). MPN menggunakan pendekatan statistik yang mengestimasi populasi bakteri melalui perhitungan tabung yang menunjukkan adanya fermentasi laktosa, biasanya ditandai dengan pembentukan gas. Metode MPN dikenal cukup sensitif dan banyak digunakan dalam pengujian kualitas air, terutama karena hasilnya dapat digunakan untuk mengacu pada standar regulasi (Utami, 2020).

Penelitian mengenai kualitas air dan pencemaran mikrobiologis telah banyak dilakukan oleh dosen Biologi Universitas Negeri Padang. (Agustia et al., 2019) melaporkan bahwa kualitas air minum isi ulang di lingkungan Universitas Negeri Padang masih menunjukkan adanya cemaran mikrobiologis berdasarkan parameter bakteri indikator. Kajian lain oleh (Achyar et al., 2021) menegaskan pentingnya metode deteksi bakteri patogen dalam air menggunakan pendekatan mikrobiologi yang akurat. Selain itu, penelitian Syamsurizal et al. (2021) menunjukkan kontribusi dosen Biologi UNP dalam pengembangan metode analisis

mikrobiologi berbasis molekuler. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan temuan penelitian ini yang menggunakan metode Most Probable Number (MPN) untuk mengevaluasi keberadaan bakteri coliform sebagai indikator pencemaran biologis pada air limbah domestik.

Pemerintah Indonesia, melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016, telah menetapkan bahwa kadar maksimal coliform yang diperbolehkan dalam air limbah domestik adalah 3.000 MPN/100 mL. Batas ini ditetapkan untuk melindungi kesehatan masyarakat dan mencegah kerusakan ekosistem air.

Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Padang merupakan salah satu instansi di bawah Kementerian Perindustrian Republik Indonesia yang memiliki laboratorium mikrobiologi terakreditasi. Di tempat ini, dilakukan berbagai pengujian mikrobiologis

termasuk pada sampel air limbah. Dalam kegiatan magang yang penulis lakukan di laboratorium mikrobiologi BSPJI Padang, dilakukan pengujian terhadap kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter total coliform menggunakan metode MPN. Pengujian ini dilakukan pada dua titik, yaitu pada air limbah sebelum masuk ke IPAL (inlet) dan setelah keluar dari IPAL (outlet), dengan tujuan menilai efektivitas proses pengolahan limbah dalam menurunkan jumlah bakteri coliform.

Melalui kegiatan ini, penulis tidak hanya memperoleh pemahaman praktis tentang penerapan metode MPN di lapangan, tetapi juga menyadari pentingnya peran laboratorium dalam menjaga kualitas lingkungan hidup. Hasil dari pengujian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas IPAL dalam menurunkan cemaran mikrobiologis, serta memberikan kontribusi dalam pengawasan mutu air limbah domestik di Indonesia.

Bahan dan Metode

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari– Februari 2025, di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Padang.

Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan uji kualitas air limbah domestik berdasarkan parameter Most Probable Number (MPN), Coliform, dengan mengacu pada standar nasional yang berlaku.

Alat dan Bahan

Pengujian mikrobiologis pada air limbah dilakukan menggunakan berbagai peralatan laboratorium standar, antara lain: autoklaf untuk sterilisasi, inkubator sebagai media inkubasi, oven pengering, mikroskop, tabung reaksi berukuran 18×180 mm, tabung Durham berukuran 10×75 mm, pipet ukur, penangas air, serta vortex untuk homogenisasi larutan. Bahan–bahan yang digunakan dalam pengujian meliputi media *Lauryl Sulphate Tryptose Broth* (LSTB), *Buffered Peptone Water* (BPW), dan *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB).

Metode Pembuatan Media

Tiga jenis media yang digunakan dalam proses pengujian yaitu LSTB, BPW, dan BGLBB dipersiapkan sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. LSTB ditimbang sebanyak 35,6 gram per liter, BPW sebanyak 25,5 gram per liter, dan BGLBB sebanyak 40 gram per liter, lalu masing–masing dilarutkan dalam 1000 mL aquadest dengan bantuan magnetic stirrer untuk memastikan homogenisasi sempurna. Larutan media

kemudian didistribusikan ke dalam tabung reaksi sebanyak 9 mL per tabung, dengan tabung LSTB dan BGLBB dilengkapi tabung Durham yang diletakkan secara terbalik. Seluruh media yang telah dipersiapkan disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, kemudian disimpan dalam lemari pendingin untuk menjaga stabilitas media sebelum digunakan dalam analisis mikrobiologi.

Metode Analisis Bakteri

Analisis terhadap keberadaan bakteri coliform dan *Escherichia coli* dilakukan menggunakan pendekatan Most Probable Number (MPN), yang terdiri dari dua tahap: uji praduga dan uji penegasan. Pada tahap praduga, dilakukan pengenceran awal dengan mencampurkan 1 mL sampel air limbah ke dalam 9 mL BPW (pengenceran 10^{-1}). Dari larutan ini, 1 mL digunakan untuk diinokulasikan ke dalam masing-masing lima tabung LSTB untuk pengenceran 10^{-1} , 10^{-3} , dan 10^{-4} . Tabung-tabung tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 36°C selama 24 hingga 48 jam untuk diamati adanya produksi gas yang menunjukkan fermentasilaktosa.

Tabung yang menunjukkan pembentukan gas dilanjutkan ke tahap penegasan, yaitu dengan mengambil 1 ose dari masing-masing tabung positif ke dalam tabung BGLBB 2%. Tabung tersebut kembali diinkubasi pada suhu 36°C selama 24–48 jam. Gas yang terbentuk pada tahap ini menjadi indikasi positif keberadaan coliform. Jumlah tabung positif dicatat dan dibandingkan dengan tabel MPN untuk memperkirakan populasi bakteri coliform dalam sampel air limbah.

Analisis Data

Hasil pengujian menggunakan metode Most Probable Number (MPN) menunjukkan adanya penurunan jumlah bakteri coliform yang signifikan antara titik inlet dan outlet. Konsentrasi total coliform pada titik inlet sebesar 280.000 MPN/100 mL, yang jauh melebihi baku mutu air limbah domestik berdasarkan PermenLHK No. 68 Tahun 2016, yaitu 3.000 MPN/100 mL. Setelah melalui proses pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), jumlah total coliform pada titik outlet menurun menjadi 2.000 MPN/100 mL. Secara kuantitatif, IPAL mampu menurunkan konsentrasi coliform sebesar sekitar 99,29%, sehingga air limbah hasil pengolahan telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem IPAL bekerja efektif dalam menurunkan pencemaran mikrobiologis air limbah domestik.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian kualitas air limbah domestik dilakukan terhadap dua sampel yang diperoleh dari sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) milik salah satu industri di Kota Padang, yaitu pada titik masuk sebelum pengolahan (inlet) dan titik keluar setelah pengolahan (outlet). Tujuan pengambilan dua titik ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana efektivitas IPAL dalam menurunkan kandungan bakteri coliform yang menjadi indikator pencemaran biologis.

Tabel 1. Hasil Uji Bakteri Coliform Menggunakan Metode Most Probable Number (MPN)

| No | Parameter | Titik Sampling | Satuan | Baku Mutu Per Men LHK No. 68 Tahun 2016 | Hasil Uji |
|----|----------------|----------------|------------|-----------------------------------------|-----------|
| 1. | Total Coliform | Inlet | Jml/100 mL | Maks. 3000 | 280000 |
| 2. | Total Coliform | Outlet | Jml/100 mL | Maks. 3000 | 2000 |

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa sampel dari titik inlet mengandung total coliform sebesar 280.000 MPN/100 mL, sangat melebihi ambang batas maksimal yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016, yaitu 3.000 MPN/100 mL. Sebaliknya, sampel dari titik outlet menunjukkan penurunan signifikan dengan nilai sebesar 2.000 MPN/100 mL, yang berarti telah memenuhi ketentuan baku mutu yang berlaku.

Konsentrasi coliform yang tinggi pada sampel inlet menunjukkan tingginya tingkat pencemaran biologis dalam air limbah sebelum mengalami proses pengolahan. Hal ini sering terjadi karena limbah yang masuk ke IPAL biasanya mengandung residu dari berbagai aktivitas domestik dan industri, termasuk kotoran manusia, detergen, serta limbah organik lainnya. Keberadaan bakteri coliform dalam jumlah besar dapat menunjukkan kontaminasi fekal, dan membuka kemungkinan terdapatnya mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli*, yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Saputri & Efendy, 2020; Susanthi et al., 2018).

Sementara itu, penurunan kadar coliform pada titik outlet menjadi indikator bahwa sistem pengolahan limbah bekerja cukup efektif. IPAL pada industri ini kemungkinan memiliki beberapa tahapan proses seperti penyaringan, aerasi, serta disinfeksi dengan bahan kimia seperti klorin. Klorin dikenal sebagai disinfektan yang mampu menghancurkan membran sel bakteri dan merusak komponen penting seperti enzim atau DNA, sehingga mikroorganisme tidak mampu bertahan hidup (Busyairi et al., 2016; Sulistiyawati, 2019).

Penurunan jumlah coliform pada *outlet* menjadi bukti bahwa tahapan disinfeksi

dalam IPAL berfungsi optimal. Meskipun demikian, air hasil olahan tetap tidak layak digunakan untuk keperluan konsumsilangsung, sebab baku mutu air minum menurut Keputusan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010 mensyaratkan air tidak boleh mengandung coliform maupun E. coli (Achyar et al., 2022). Oleh karena itu, hasil pengolahan limbah ini hanya sesuai untuk pembuangan ke lingkungan atau penggunaan terbatas lainnya.

Tabel 2. Parameter Kimia dan Biologis baku mutu air limbah domestik Berdasarkan permen LHK No.68 Tahun 2016

| Parameter | Satuan | KadarMaksimum* |
|---------------|--------------|----------------|
| pH | - | 6-9 |
| BOD | Mg/L | 30 |
| COD | Mg/L | 100 |
| TSS | Mg/L | 30 |
| Minyak%Lemak | Mg/L | 5 |
| Amoniak | Mg/L | 10 |
| TotalColiform | Jumlah/100mL | 3000 |
| Debit | L/orang/hari | 100 |

Penggunaan metode *Most Probable Number* (MPN) dalam pengujian ini terbukti efektif untuk mendeteksi dan memperkirakan jumlah bakteri coliform. Metode ini memberikan hasil estimasi yang cukup akurat berdasarkan data tabung fermentasi positif yang dicocokkan dengan tabel standar. Selain itu, metode MPN juga dinilai praktis dan sesuai untuk diterapkan dalam pengujian rutin di laboratorium mikrobiologi lingkungan. Hasil pengujian ini memberikan gambaran bahwa dengan sistem IPAL yang tepat dan proses disinfeksi yang efektif, pencemaran mikrobiologis dari air limbah dapat diminimalkan, sehingga risiko terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat dapat ditekan.

Kesimpulan

Pengujian kualitas air limbah domestik menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) menunjukkan bahwa air limbah pada titik inlet memiliki kandungan total

coliform yang sangat tinggi dan tidak memenuhi baku mutu. Setelah melalui proses pengolahan pada IPAL, jumlah coliform pada titik outlet mengalami penurunan signifikan hingga berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Hasil ini menegaskan bahwa IPAL yang digunakan efektif dalam menurunkan pencemaran mikrobiologis air limbah domestik, sehingga tujuan penelitian untuk mengevaluasi kualitas air limbah berdasarkan parameter coliform serta efektivitas IPAL telah tercapai.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Padang yang telah memberikan kesempatan, pengalaman serta bimbingan selama pelaksanaan kegiatan magang ini berlangsung, khususnya kepada Ibu Titi Putri Ningsih, S.T. selaku pembimbing lapangan di Laboratorium Mikrobiologi. Tidak lupa juga, apresiasi penulis kepada seluruh staf laboratorium BSPJI Padang yang telah membantu dan membimbing selama proses pengujian berlangsung. Semoga pengalaman dan kerja sama ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan kualitas pengetahuan penulis untuk kedepannya.

Daftar Pustaka

- Achyar, A., Atifah, Y., & Putri, D. H. (2021). In silico study of developing a method for detecting pathogenic bacteria in refillable drinking water samples. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Achyar, A., Putri, L. L. E., & Putri, D. H. (2022). Sensitivity and specificity of molecular-based pathogen detection method in refillable drinking water samples. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 11(2), 74–78.
- Abdullah, S., Wardhani, K. S., & Arbianti, R. (2019). Identifikasi cemaran coliform pada air limbah domestik. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 6(2), 103–108.
- Azwari, F., Hadidjah, K., Benedicta, C. E., & Wahyuni, R. (2023). Analisis parameter pH, BOD, TSS, minyak dan lemak serta total coliform pada limbah cair rumah sakit Gerbang Sehat Long Bagun Mahakam Ulu. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 5(1), 45–51.
- Busyairi, M., Dewi, Y. P., & Widodo, D. (2016). Efektivitas kaporit pada proses klorinasi terhadap penurunan bakteri coliform dari limbah cair rumah sakit X Samarinda. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2), 156–162.
- Dinas Kesehatan Gunung Kidul. (2019). Mengenal bakteri coliform dan air bersih. Diakses dari <https://dinkes.gunungkidulkab.go.id/mengenal-bakteri-coliform-dan-air-bersih>
- Irdawati, L., Fifendy, M., & Kurniati, D. (2016). Uji bakteriologis air sumur pemukiman penduduk di sekitar tempat pembuangan akhir sampah. *Sainstek: Jurnal Sains dan*

- Teknologi, 4(2), 136-140.
- Kunarso, D. H. (2011). Teknik membran filter untuk identifikasi bakteri pencemar. *Oseana*, 4(14), 133-143.
- Muhsinin, N. (2019). Pengolahan air limbah domestik secara fitoremediasi sistem constructed wetland dengan tanaman *Pandanus amaryllifolius* dan *Azolla microphilla* (Disertasi doctoral, Universitas Gadjah Mada).
- Pasetia, A. T., Nurkhasanah, S. D., & Sudarminto, H. P. (2020). Proses pengolahan dan analisa air limbah industri di instalasi pengolahan air limbah (IPAL). *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 491-498.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. P.68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestik.
- Prodiko, H., Yustiani, Y. M., & Kamsi, T. A. (2019). Kajian pengaruh kualitas air sungai Cikapundung terhadap kandungan *Escherichia coli* pada air sumur. *Jurnal*, 2(2), 90-100.
- Rizaty, M. A. (2023, 9 November). Data jumlah penduduk Indonesia (2013-2023). Diakses dari <https://dataindonesia.id/varia/detail/data-jumlah-penduduk-indonesia-20132023>
- Saputri, E. T., & Efendy, M. (2020). Kepadatan bakteri coliform sebagai indikator pencemaran biologis di perairan pesisir sepuluh Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(2), 243-249.
- Sulistiyawati, L. (2019). Kuantitas total bakteri coliform pada instalasi pengolahan limbah cair medis laboratorium klinik. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 19(3), 675-677.
- Susanthi, D., Purwanto, M. Y., & Suprihatin, S. (2018). Evaluasi pengolahan air limbah domestik dengan IPAL komunal di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 229-238.
- Syamsurizal, S., Ardi, A. M., Fevria, R., Atifah, Y., Badriyya, E., & Achyar, A. (2021). Design of primer *Ipomoea batatas* chloroplast gene matK. *Tropical Genetics*, 1(1), 12-16.
- Utami, F. (2020). Metode Most Probable Number (MPN) sebagai dasar uji kualitas air sungai Rengganis dan pantai timur Pangandaran dari cemaran coliform dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 20(1), 21-30.
- Yuniarti, Y., et al. (2024). Microbiological assessment related to environmental quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1317, 012020.