

## **Analisis Kandungan COD dan Besi (Fe) pada Air Limbah di Perkebunan Kelapa Sawit sebagai Indikator Pencemaran Lingkungan**

**Nur Isra<sup>1\*</sup>, Lun Wina<sup>1</sup>, Adi Supriadi<sup>2</sup>, Martha Ekawati Siahaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Jurusan Lingkungan dan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kota Samarinda 75131, Kalimantan Timur*

<sup>2</sup>*Program Studi Teknologi Rekayasa Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Jurusan Lingkungan dan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kota Samarinda 75131, Kalimantan Timur*

*\*E-mail: nurisra@politanisamarinda.ac.id*

### **Abstrak**

Air limbah merupakan salah satu sumber pencemar yang dapat menurunkan kualitas lingkungan apabila tidak diolah sesuai baku mutu yang berlaku. Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan logam berat besi (Fe) menjadi indikator penting dalam menilai tingkat pencemaran air limbah karena keduanya mencerminkan kandungan bahan pencemar organik, anorganik, serta logam yang berpotensi mengganggu ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar Chemical Oxygen Demand (COD) dan logam berat besi (Fe) pada air limbah workshop dan domestik di perkebunan kelapa sawit, kemudian disesuaikan hasil pengujian dengan baku mutu air limbah yang berlaku. Metode yang digunakan adalah pengujian laboratorium terhadap lima sampel air limbah. Parameter COD dianalisis menggunakan metode refluks tertutup dengan spektrofotometer UV-Vis mengacu pada SNI 6989.2:2019, sedangkan kadar Fe dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA/AAS) pada panjang gelombang 248,3 nm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada parameter COD, sampel kode 1 dan 2 dari limbah workshop kelapa sawit serta sampel kode 3 dari limbah domestik tidak memenuhi baku mutu, sedangkan sampel kode 4 dan 5 memenuhi baku mutu. Pada parameter Fe, sampel kode 1 dan 2 memiliki kadar Fe sebesar 28,0920 mg/L dan 12,7949 mg/L sehingga melebihi baku mutu 5 mg/L, sedangkan sampel kode 3, 4, dan 5 memenuhi baku mutu dengan kadar Fe masing-masing 0,1256 mg/L, 0,0254 mg/L, dan 0,0219 mg/L. Analisis menunjukkan bahwa beberapa sampel air limbah memiliki konsentrasi COD dan Fe yang masih melebihi ambang batas, sehingga penguatan sistem pengolahan diperlukan, terutama pada tahap pra-pengolahan, filtrasi, dan pengendalian sumber pencemar, untuk mencegah degradasi kualitas lingkungan.

**Kata kunci:** AAS; air limbah; COD; Fe; spektrofotometer UV-Vis

## **PENDAHULUAN**

Sumber daya alam perairan mengalami penurunan baik dari segi kualitas maupun kuantitas air. Salah satu permasalahan lingkungan yang sering terjadi adalah adanya limbah cair yang berasal dari industri (Cheng *et al.*, 2018; Tang *et al.*, 2023). Limbah cair hasil produksi dapat menimbulkan berbagai dampak berbahaya pada perairan, salah satunya adalah potensi gangguan terhadap fungsi lingkungan jika kualitas limbah cair tersebut tidak memenuhi standar baku mutu (Jain, 2023; Lemessa *et al.*, 2023). Air limbah merupakan hasil buangan dari rumah tangga, industri atau tempat umum lainnya yang mengandung bahan berbahaya bagi kesehatan manusia dan dapat berdampak negatif pada lingkungan hidup. Pembuangan limbah ke dalam badan air oleh manusia telah menyebabkan perubahan kualitas air di lingkungan, menyebabkan sejumlah besar air tidak lagi tersedia untuk berbagai keperluan (Acholonu *et al.*, 2023; Nishat *et al.*, 2023; Wiesner-Sękala & Kończak, 2023). Air limbah tersebut sering kali mengandung parameter penting seperti COD yang mencerminkan tingginya beban pencemar organik serta logam berat Fe yang berasal dari aktivitas teknis, sehingga keduanya menjadi indikator utama yang menentukan tingkat pencemaran pada badan air.

Air limbah bengkel alat berat yang berlokasi di perkebunan kelapa sawit umumnya memiliki kandungan COD dan logam berat yang cukup tinggi akibat aktivitas pencucian komponen, perbaikan mesin, serta proses teknis lainnya pada unit bengkel kebun (traksi perkebunan) yang bertugas merawat kendaraan dan alat berat operasional sawit. COD yang tinggi mencerminkan besarnya beban bahan organik maupun anorganik yang sulit terurai, terutama berasal dari residu oli, grease, bahan bakar, serta partikel logam (Marhadi, dkk., 2024). Sementara itu, Fe dalam air limbah berasal dari korosi komponen alat berat, serpihan logam hasil penggerindaan atau pembongkaran mesin, serta endapan karat yang terbawa aliran air cucian. Kombinasi tingginya COD dan Fe menjadikan air limbah bengkel ini berpotensi menurunkan kualitas lingkungan di area perkebunan karena meningkatkan kekeruhan, menurunkan oksigen terlarut, serta menghasilkan endapan logam yang mengganggu ekosistem perairan di sekitar kebun. Oleh sebab itu, parameter COD dan Fe menjadi fokus penting dalam perancangan sistem pengolahan limbah bengkel alat berat perkebunan sawit, terutama pada tahapan pra-pengolahan seperti oil trap dan filtrasi berbasis pasir mangan untuk memastikan efluen yang dihasilkan memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke badan air di kawasan perkebunan (Priandana, 2021).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan logam suatu bahan adalah menggunakan instrumen spektrofotometer absorpsi atom (SSA). Salah satu keuntungan penggunaan metode ini adalah dapat menentukan kandungan logam dari suatu bahan yang kompleks, proses analisis berlangsung cepat, dan akurasi uji yang tinggi. Oleh sebab itu metode ini banyak digunakan dalam penentuan logam suatu bahan, (Fahmi, dkk., 2022). Adapun satu parameter penting dalam penilaian kualitas air limbah adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD). COD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dan anorganik yang terdapat dalam air limbah. Pengukuran kadar logam berat besi (Fe) juga merupakan tahap awal yang penting dalam proses pengendalian pencemaran air. Pengukuran logam berat menurut metode Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) (Suryani, dkk., 2022).

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu**

Pengambilan sampel air dilakukan di perkebunan sawit di Desa Badak Mekar, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. Air limbah yang berupa sampel air limbah workshop dan air limbah domestik. Analisis sampel air dilaksanakan di laboratorium pengujian kualitas air PT. *Global Environment Laboratory*, Kelurahan Lempake, Samarinda Utara, Kalimantan Timur. Kegiatan penelitian dilakukan selama tiga bulan, yaitu Februari sampai April 2026.

## Alat dan Bahan

Analisis kualitas air limbah dilakukan dengan mengukur parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan logam besi (Fe) sebagai indikator tingkat pencemaran. Setiap parameter dianalisis menggunakan metode, alat, dan bahan yang berbeda sesuai dengan karakteristik pengujiannya. Rincian alat, bahan, dan metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Alat, Bahan, dan Metode Analisis untuk Parameter COD dan Fe

| Parameter                                | Metode Analisis                                                                     | Alat                                                                                                                                                                                                          | Bahan                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COD<br>( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) | Spektrofotometri UV-Vis dengan metode refluks tertutup mengacu pada SNI 6989.2:2019 | Spektrofotometer UV-Vis, kuvet, <i>digestion vessel</i> /tabung borosilikat, <i>heating block</i> , buret, labu ukur, pipet volumetrik, gelas piala, <i>magnetic stirrer</i> , dan timbangan analitik         | Sampel air limbah, air bebas organik, <i>digestion solution</i> konsentrasi tinggi dan rendah, $K_2Cr_2O_7$ , $Hg_2SO_4$ , $H_2SO_4$ pekat, dan larutan pereaksi sulfat $Ag_2SO_4$ |
| Fe                                       | Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) panjang gelombang 248,3nm                       | Spektrofotometer Serapan Atom (SSA/AAS), lampu katoda berongga Fe, gelas piala, pipet volumetrik, labu ukur, Erlenmeyer, corong gelas, kaca arloji, pemanas listrik, sistem penyaring vakum, dan labu semprot | Sampel air limbah, air bebas mineral, $HNO_3$ pekat, $H_2O_2$ 30%, larutan induk logam Fe 1000 mg/L, larutan pengencer $HNO_3$ , gas asetilen, dan gas nitrous oxide               |

## Prosedur Penelitian

### A. Prosedur Analisis COD

#### 1) Proses Digestion

Analisis *Chemical Oxygen Demand* (COD) diawali dengan proses *digestion* atau pemanasan sampel dalam kondisi asam. Sampel air limbah atau larutan kerja dipipet ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan Digestion Solution dan larutan pereaksi asam sulfat sesuai volume yang telah ditentukan. Setelah itu, tabung ditutup rapat dan dikocok perlahan hingga larutan homogen. Sampel kemudian diletakkan pada heating block yang telah dipanaskan pada suhu  $150^{\circ}C$  dan direfluks selama dua jam. Proses ini bertujuan untuk mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik yang terdapat dalam sampel air limbah.

#### 2) Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat menggunakan larutan standar COD pada beberapa variasi konsentrasi. Spektrofotometer UV-Vis terlebih dahulu dihidupkan dan dioptimalkan sesuai prosedur pengujian COD, kemudian panjang gelombang diatur pada 420 nm atau 600 nm sesuai kisaran konsentrasi sampel. Setiap larutan standar diukur nilai absorbansinya, lalu hasil pengukuran diplot terhadap konsentrasi larutan standar untuk memperoleh persamaan regresi linier. Kurva kalibrasi dinyatakan layak digunakan apabila nilai koefisien korelasi regresi linier mencapai  $r \geq 0,995$ .

#### 3) Pengukuran Sampel Uji

Setelah proses refluks selesai, sampel didinginkan secara perlahan hingga mencapai suhu ruang. Sampel kemudian didiamkan agar bagian larutan yang akan diukur benar-benar jernih dan tidak mengandung endapan yang dapat mengganggu pembacaan absorbansi. Larutan blanko atau air bebas organik digunakan sebagai larutan referensi. Selanjutnya, absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang yang telah ditentukan. Nilai COD dihitung berdasarkan persamaan regresi linier dari kurva kalibrasi dan dikalikan dengan faktor pengenceran apabila sampel mengalami pengenceran.

## B. Prosedur Analisis Logam Besi (Fe)

## 1) Preparasi Sampel

Analisis logam besi (Fe) dilakukan setelah pengujian COD untuk mengetahui kandungan logam berat pada sampel air limbah. Sampel terlebih dahulu dihomogenkan, kemudian sebanyak 50 mL sampel dimasukkan ke dalam gelas piala atau erlenmeyer. Sampel ditambahkan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat, kemudian dipanaskan secara perlahan hingga volumenya berkurang. Apabila proses destruksi belum sempurna atau larutan belum jernih, penambahan  $\text{HNO}_3$  dan pemanasan dilakukan kembali sampai logam dalam sampel terlarut dengan baik. Setelah proses destruksi selesai, sampel dipindahkan ke dalam labu ukur, ditambahkan air bebas mineral hingga tanda tera, lalu dihomogenkan.

## 2) Pembuatan Kurva Kalibrasi Fe

Kurva kalibrasi Fe dibuat menggunakan larutan standar besi pada beberapa variasi konsentrasi. Alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA/AAS) dioperasikan dan dioptimalkan sesuai prosedur pengukuran logam Fe. Larutan blanko terlebih dahulu diaspirasikan ke dalam alat untuk mengatur serapan awal pada posisi nol. Setelah itu, larutan standar Fe diukur satu per satu pada panjang gelombang 248,3 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dan persamaan regresi linier. Kurva kalibrasi dianggap memenuhi syarat apabila nilai koefisien korelasi regresi linier mencapai  $r \geq 0,995$ .

## 3) Pengukuran Sampel Uji Fe

Sampel yang telah dipreparasi kemudian diaspirasikan ke dalam alat SSA/AAS untuk mengukur absorbansinya pada panjang gelombang 248,3 nm. Apabila konsentrasi sampel terlalu tinggi, dilakukan pengenceran agar hasil pengukuran berada dalam rentang kerja kurva kalibrasi. Konsentrasi Fe ditentukan berdasarkan persamaan regresi linier dari kurva kalibrasi, kemudian dikalikan dengan faktor pengenceran untuk memperoleh kadar Fe sebenarnya dalam sampel air limbah. Hasil pengukuran tersebut selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang berlaku untuk menilai tingkat pencemaran logam besi pada sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

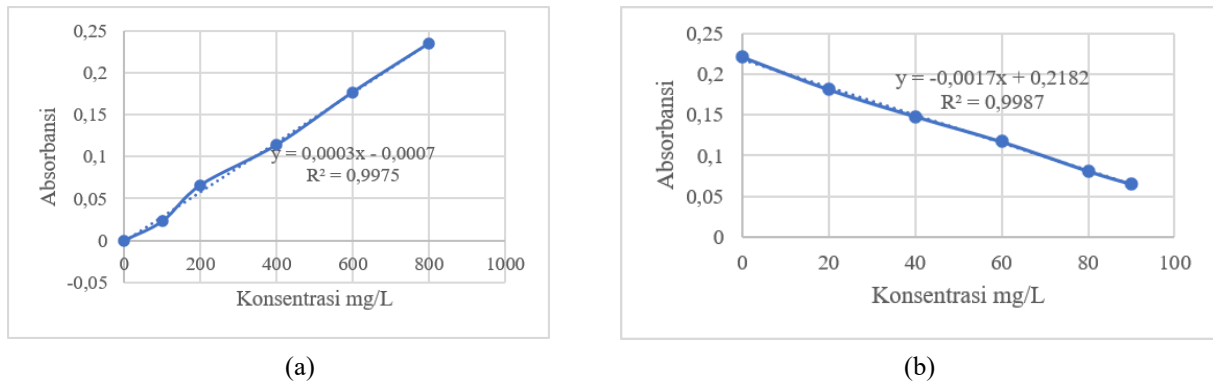
## A. Chemical Oxygen Demand

Hasil pengamatan larutan standar pada parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) diperoleh pada dua konsentrasi, yaitu tinggi dan rendah, untuk memastikan akurasi pengukuran. Nilai kalibrasi COD tinggi dan rendah ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kalibrasi COD Tinggi dan Rendah

| Kurva kalibrasi |                    |            |            |                    |            |
|-----------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------|
| COD Tinggi      |                    |            | COD Rendah |                    |            |
| No              | Konsentrasi (mg/L) | Absorbansi | No         | Konsentrasi (mg/L) | Absorbansi |
| 1.              | 0                  | 0          | 1.         | 0                  | 0,221      |
| 2.              | 100                | 0,023      | 2.         | 20                 | 0,181      |
| 3.              | 200                | 0,066      | 3.         | 40                 | 0,148      |
| 4.              | 400                | 0,114      | 4.         | 60                 | 0,117      |
| 5.              | 600                | 0,177      | 5.         | 80                 | 0,081      |
| 6.              | 800                | 0,235      | 6.         | 90                 | 0,065      |

Kurva kalibrasi dari kedua larutan standar tersebut disajikan pada Gambar 1, yang menunjukkan linearitas pengukuran dengan koefisien korelasi  $r \geq 0,995$ . Hasil pengujian COD pada sampel air limbah kemudian dilaporkan pada Tabel 3.



Gambar 1. (a) Kurva kalibrasi COD tinggi, (b) Kurva kalibrasi COD rendah.

Tabel 3. Hasil Pengujian COD pada Kriteria Air Limbah

| Kode Sampel | Absorbansi | Konsentrasi mg/L | FP | Hasil mg/L | Baku Mutu mg/L | Kriteria       | Keterangan                                                                                |
|-------------|------------|------------------|----|------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | 0,063      | 217,751          | 50 | 10.887,525 | 350            | Tidak memenuhi | Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah        |
| 2           | 0,059      | 201,798          | 50 | 10.089,885 | 350            | Tidak memenuhi | (Permen LHK) Nomor P.68/Menlhk-Setjen/KUM.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. |
| 3           | 0,076      | 261,31           | 1  | 261,31     | 100            | Tidak memenuhi |                                                                                           |
| 4           | 0,1846     | 19,6442          | 1  | 18,8303    | 100            | Memenuhi       |                                                                                           |
| 5           | 0,1859     | 18,8303          | 1  | 19,6442    | 100            | Memenuhi       |                                                                                           |

Sampel kode 1 dan 2 merupakan air limbah workshop kelapa sawit dengan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) masing-masing sebesar 10.887,525 mg/L dan 10.089,885 mg/L. Nilai tersebut jauh melampaui baku mutu air limbah industri sawit sebesar 350 mg/L sebagaimana mengacu pada ketentuan baku mutu air limbah. Tingginya kadar COD menunjukkan bahwa air limbah tersebut mengandung beban bahan organik yang sangat besar. COD merupakan parameter penting dalam penilaian kualitas air limbah karena menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dalam air (Ramadani *et al.*, 2021; Mustofa & Febriyana, 2024). Sampel kode 3 yang merupakan limbah domestik memiliki kadar COD sebesar 261,31 mg/L, sehingga melebihi baku mutu air limbah domestik sebesar 100 mg/L. Sebaliknya, sampel kode 4 dan 5 memiliki kadar COD masing-masing sebesar 18,8303 mg/L dan 19,6442 mg/L, sehingga masih berada di bawah baku mutu yang berlaku. Perbedaan nilai COD pada sampel limbah domestik menunjukkan bahwa kualitas air limbah sangat dipengaruhi oleh sumber pencemar, beban organik, serta efektivitas proses pengolahan sebelum limbah dibuang ke lingkungan. Hal ini sejalan dengan pendapat Mustofa dan Febriyana (2024) bahwa kadar COD yang tinggi pada air limbah domestik menunjukkan masih tingginya kandungan bahan pencemar yang perlu dikendalikan.

Kadar COD yang sangat tinggi pada sampel 1, 2, dan 3 berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan apabila dibuang tanpa pengolahan yang memadai. Limbah dengan beban organik tinggi dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO), sehingga mengganggu kehidupan organisme akuatik dan menurunkan kualitas badan air.

Pembuangan limbah cair industri yang tidak memenuhi standar baku mutu juga dapat memperburuk pencemaran lingkungan dan menimbulkan risiko terhadap keberlanjutan ekosistem perairan (Jain, 2023; Nishat *et al.*, 2023).

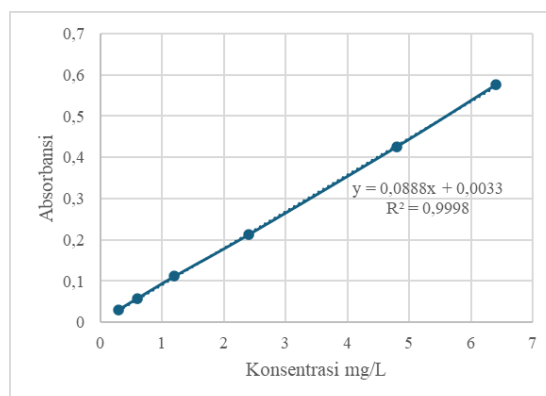
Penanggulangan air limbah dengan kadar COD tinggi memerlukan sistem pengolahan yang efektif dan bertahap. Pengolahan primer diperlukan untuk memisahkan padatan besar, minyak, dan lemak, sedangkan pengolahan sekunder berfungsi untuk menurunkan bahan organik melalui proses biologis. Selanjutnya, pengolahan tersier seperti filtrasi atau adsorpsi dapat diterapkan untuk menurunkan sisa pencemar agar efluen memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Faktor pengenceran (FP) dalam pengujian COD digunakan untuk menyesuaikan hasil pembacaan spektrofotometer UV-Vis dengan konsentrasi sebenarnya pada sampel asli; semakin tinggi faktor pengenceran yang digunakan, semakin tinggi pula indikasi konsentrasi awal polutan dalam air limbah tersebut (Nishat *et al.*, 2023; Mustofa & Febriyana, 2024).

## B. Logam Besi (Fe)

Hasil pengamatan larutan standar pada parameter logam besi (Fe) digunakan untuk menyusun kurva kalibrasi sebagai dasar penentuan konsentrasi Fe dalam sampel air limbah. Data kalibrasi logam besi (Fe) disajikan pada Tabel 4, sedangkan hubungan antara konsentrasi larutan standar dan nilai absorbansi ditampilkan pada Gambar 2.

**Tabel 4.** Kalibrasi Logam Besi (Fe)

| No. | Konsentrasi (mg/L) | Absorbansi |
|-----|--------------------|------------|
| 1.  | 0,3                | 0,031      |
| 2.  | 0,6                | 0,0579     |
| 3.  | 1,2                | 0,1115     |
| 4.  | 2,4                | 0,2125     |
| 5.  | 4,8                | 0,4259     |
| 6.  | 6,4                | 0,5756     |



**Gambar 2.** Kurva Kalibrasi Logam Besi (Fe).

Selanjutnya, hasil pengujian kadar logam besi (Fe) pada masing-masing sampel air limbah disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Kadar Logam Besi pada Air Limbah (Fe)

| Kode Sampel | Absorbansi | Konsentrasi | FP | Hasil   | Baku Mutu | Kriteria       | Keterangan                   |
|-------------|------------|-------------|----|---------|-----------|----------------|------------------------------|
|             |            | mg/L        |    | mg/L    |           |                |                              |
| 1           | 0,2528     | 2,8092      | 10 | 28,0920 | 5         | Tidak Memenuhi | Peraturan Menteri Lingkungan |
| 2           | 0,5716     | 6,3983      | 2  | 12,7949 | 5         | Tidak Memenuhi | Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014  |
| 3           | 0,0145     | 0,1256      | 1  | 0,1256  | 5         | Memenuhi       | Lampiran XLVII tentang Baku  |
| 4           | 0,0056     | 0,0254      | 1  | 0,0254  | 5         | Memenuhi       | Mutu Air Limbah              |
| 5           | 0,0053     | 0,0219      | 1  | 0,0219  | 5         | Memenuhi       |                              |

Hasil analisis memperlihatkan bahwa terdapat dua sampel dengan kadar Fe yang sangat tinggi, yaitu 28,092 mg/L dan 12,7949 mg/L, yang keduanya melebihi baku mutu 5 mg/L sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Tingginya kandungan Fe ini mengindikasikan adanya proses korosi yang intensif pada komponen logam serta perpindahan partikel Fe ke air limbah selama aktivitas workshop, khususnya kegiatan pengelasan, penggerindaan komponen logam, penggantian oli dan pelumas alat berat, serta pencucian kendaraan yang terpapar karat, yang secara kumulatif menyumbangkan partikel dan ion Fe ke saluran pembuangan limbah cair. Limbah industri dengan logam berat tinggi berpotensi memberikan dampak langsung terhadap kualitas badan air, bahkan dalam konsentrasi yang relatif rendah (Lemessa *et al.*, 2023). Tingginya konsentrasi Fe dalam limbah workshop dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia air, termasuk peningkatan kekeruhan dan pembentukan endapan besi hidroksida. Endapan ini dapat mengganggu infiltrasi cahaya dan menyebabkan kondisi anaerob di dasar perairan. Dampak tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pembuangan logam dari aktivitas industri menyebabkan degradasi kualitas air dan menurunnya kesehatan ekosistem akuatik (Cheng *et al.*, 2018). Sebaliknya, tiga sampel lainnya menunjukkan kadar Fe rendah, yakni 0,1256 mg/L; 0,0254 mg/L; dan 0,0219 mg/L, yang semuanya memenuhi baku mutu lingkungan. Rendahnya kandungan Fe ini kemungkinan berasal dari sampel yang telah melewati tahapan pengolahan awal seperti oil trap dan filtrasi. Konsistensi nilai Fe yang rendah ini menunjukkan bahwa proses filtrasi, termasuk penggunaan media mangan-zeolit, efektif dalam mengurangi kadar Fe sebagaimana juga direkomendasikan dalam berbagai metode pengolahan limbah cair industri (Marhadi, dkk., 2024).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada sampel air limbah workshop dan satu sampel air limbah domestik melebihi baku mutu, sedangkan dua sampel domestik lainnya masih memenuhi standar. Untuk logam besi (Fe), dua dari lima sampel melebihi baku mutu 5 mg/L. Tingginya kadar COD dan Fe ini mengindikasikan beban organik yang besar serta korosi komponen logam, yang berpotensi menurunkan oksigen terlarut dan mencemari badan air penerima. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan tambahan seperti oil trap, filtrasi pasir mangan, atau koagulasi-flokulasi agar efluen memenuhi baku mutu sebelum dibuang ke lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

Acholonu, C., Bridget, E.D., Somtochukwu, N.R., Chinonye, E., Okorundu, J.N., and Uyo, C., 2023. *Solid Waste Disposal: A Potential Threat to Aquatic Environment*. Archives of Current Research International. 23(6): 22–32. <https://doi.org/10.9734/acri/2023/v23i6577>.

- Cheng, P., Li, X., Su, J., and Hao, S., 2018. *Recent Water Quality Trends In A Typical Semi-Arid River With A Sharp Decrease In Streamflow And Construction Of Sewage Treatment Plants*. *Environmental Research Letters*, 13(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9df2>.
- Fahmi, A., Kurniawan, W.B., dan Indriawati, A., 2022. *Uji Linieritas Kalium Tiosianat (KSCN) Sebagai Indikator Kolorimetri Untuk Mendeteksi Konsentrasi Fe Pada Air*. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*. 2(2): 26–30. <https://doi.org/10.33019/jrfi.v2i2.3215>.
- Jain, N., 2023. *Water Pollution due to Industrial Waste Effluents and their Management*. *International Journal For Multidisciplinary Research*. 5(1): 1–7. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i01.1608>.
- Lemessa, F., Simane, B., Seyoum, A., and Gebresenbet, G., 2023. *Assessment of the Impact of Industrial Wastewater on the Water Quality of Rivers around the Bole Lemi Industrial Park (BLIP), Ethiopia*. *Sustainability (Switzerland)*. 15(5). <https://doi.org/10.3390/su15054290>.
- Marhadi, Pandjaitan, L.W., dan Lukas. 2024. *Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik pada Perusahaan Distributor Alat Berat di Kota Jambi*. *Jurnal Praktik Kearsyuran*. 1(2), 161–170.
- Mustofa, N., dan Febriyana, L., 2024. *Analisis Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah Domestik dengan Metode Refluks menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis*. *JRSKT - Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*. 10(1): 139–146. <https://doi.org/10.21009/jrskt.101.06>.
- Nishat, A., Yusuf, M., Qadir, A., Ezaier, Y., Vambol, V., Ijaz Khan, M., Ben Moussa, S., Kamyab, H., Sehgal, S.S., Prakash, C., Yang, H.H., Ibrahim, H., and Eldin, S.M., 2023. *Wastewater Treatment: A Short Assessment on Available Techniques*. *Alexandria Engineering Journal*. 76: 505–516. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.06.054>.
- Prihandana, R., 2021. *Penyisihan Parameter Pencemar Air Limbah Kegiatan Bengkel dengan Metode Elektrokoagulasi*. Universitas Batanghari.
- Ramadani, R., Samsunar, S., and Utami, M., 2021. *Analysis of Temperature, Power of Hydrogen (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), and Biological Oxygen Demand (BOD) in Domestic Wastewater in Sukoharjo Environmental Office*. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 6(2): 12–22.
- Suryani, M.Y., Paramita, A., Susilo, H., dan Maharsih, I.K., 2022. *Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batu Bara Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis*. *Indonesian Journal of Laboratory*. 5(1): 7. <https://doi.org/10.22146/ijl.v0i0.72451>.
- Tang, L., Chen, Y., Peng, J., and Cheng, Z., 2023. *Influence of Different Industrial Waste Residues on Engineering Properties of High Liquid Limit Soil and Its Microscopic Mechanism*. *Buildings*. 13(1). <https://doi.org/10.3390/buildings13010235>.
- Wiesner-Sękal, M., and Kończak, B., 2023. *Assessment of the Impact of Industrial and Municipal Discharges on the Surface Water Body Status (Poland)*. *Sustainability (Switzerland)*. 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15020997>.