

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dan menggunakan jenis penelitian deskriptif. Penelitian kuantitatif merupakan sebuah penelitian yang bersifat sistematis dan terstruktur dengan langkah-langkah yang rumit dan bertujuan untuk menguraikan atau memetakan suatu gejala sosial yang sedang terjadi dengan cara mengumpulkan data-data berupa angka yang diolah secara matematis atau statistik tertentu (Fauzi *et al*, 2022).

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumda Tirtanadi Cemara. Waktu penelitian ini dimulai dari bulan Januari 2024, yang dimulai dengan penyusunan proposal, pengambilan sampel, pengujian sampel, observasi serta menyusun hasil dan pembahasan.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi yakni cakupan suatu area umum terbentuk dari objek/subjek dengan sifat dan ciri yang telah ditentukan dengan demikian dapat diambil sebuah kesimpulan. (Sugiyono, 2018). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air limbah yang berada pada unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumda Tirtanadi Cemara.

3.3.2 Sampel

Sampel yaitu perwakilan dari populasi (Sugiyono, 2018). Sampel penelitian adalah air limbah yang berada di titik *influent/inlet* dan titik *effluent/outlet* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumda Tirtanadi IPAL Cemara. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 6 (enam) sampel, yang terdiri dari 1 (satu) sampel dari titik *influent/inlet* dan 1 (satu) sampel dari titik *effluent/outlet* pada bulan Januari, 1 (satu) sampel dari titik *influent/inlet* dan 1 (satu) sampel dari titik *effluent/outlet* pada bulan Februari, 1 (satu) sampel dari titik *influent/inlet* dan 1 (satu) sampel dari titik *effluent/outlet* pada bulan Maret.

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel memakai metode *grab sampling*. Berdasarkan ketentuan SNI 6989.59:2008 tentang Air dan air limbah: Metoda pengambilan contoh air limbah, *grab sampling* merupakan metode yang dipakai untuk pengumpulan sampel air yang dilakukan dalam satu waktu dan pada satu lokasi tertentu.

Pembentukan sampel dilaksanakan di jam 09.00-10.00 WIB, hal ini berdasarkan Hardjojo dan Djokosetiyanto (2005) bahwa sinar surya dan waktu dapat berdampak terhadap komposisi kimia pada air limbah, maka harus berhati-hati dengan waktu pengambilan sampel.

3.3.4 Titik Pengambilan Sampel

Debit air menjadi acuan untuk menentukan jumlah titik sampel, dengan menggunakan rumus/kalkulasi perhitungan debit air:

$$Q = V/t$$

Keterangan :

$$Q = \text{Debit air (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Volume air (liter)}$$

$$t = \text{Waktu (s)}$$

Dalam perhitungan ini dilakukan dengan cara manual menggunakan air limbah yang mengalir dan ditampung dalam botol kaca bervolume 1,5 liter, dan waktu yang ditetapkan untuk mengisi botol kaca bervolume 1,5 liter adalah 30 detik, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= V/t \\ &= 1,5 \text{ liter}/30\text{s} \\ &= 0,05 \text{ liter/s} \\ &= 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Maka jumlah titik sampel yang diambil terbatas menjadi 1 karena debit yang dihasilkan kurang dari $5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Hardjoko dan Djokosetiyanto, 2005 dalam Sari, 2018).

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

SUMATERA UTARA MEDAN

3.3.5 Teknik Analisis Sampel

a) Parameter pH (Hatch Method 8156)

Alat dan instrumen:

1. pH meter dengan perlengkapannya;
2. Pengaduk gelas;
3. Gelas piala 250 mL;
4. Kertas tisu;

5. Timbangan analitik;
6. Termometer.

Cara Uji:

1. Bersihkan elektroda dengan tisu, kemudian bilas dengan air suling untuk menghilangkan kontaminasi
 2. Lakukan pembilasan elektroda dengan sampel untuk memastikan elektroda bebas dari pengaruh lingkungan
 3. Rendam elektroda dalam sampel hingga pH meter menunjukkan hasil yang stabil dan akurat
 4. Dokumentasikan hasil pengukuran pH yang diperoleh untuk keperluan analisis
- b) Parameter BOD (SNI 6989.72-2009)
- Alat dan Bahan:
1. Botol DO;
 2. Lemari inkubasi;
 3. Botol dari gelas 5L-10L;
 4. Pipet volumetrik 1,0 mL dan 10,0 L;
 5. Labu ukur;
 6. pH meter;
 7. DO meter yang terkalibrasi;
 8. *Shaker*;
 9. Blender;
 10. Oven;
 11. Timbangan analitik;

Cara Uji:

1. Sampel ditambahkan ke dalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba
2. Kemudian diinkubasi dalam ruang gelap
3. Nilai BOD dihitung berdasarkan selisih konsentrasi oksigen terlarut
4. Bahan kontrol yang digunakan larutan glukosa-asam glutamat

c) Parameter COD (Hach Method 8000)

Alat dan Bahan:

1. Gelas kimia 250 mL;
2. Botol reagen pencernaan COD;
3. Reaktor DRB200;
4. Pengaduk magnetik;
5. Kontainer pengiriman buram untuk penyimpanan botol reagen;
6. Pipet TenSettle, pipet volumetrik;
7. Bola pengaman pengisi pipet;
8. Rak tabung reaksi;

Cara Uji:

1. Masukkan 100 mL sampel ke dalam blender aduk sampai dihomogenisasi
2. Panaskan reaktor DRB200 sampai 150°C
3. Siapkan sampel dan blanko dan satu persatu dimasukkan ke vial sejumlah 2,00 mL. Lalu tutup vial dengan rapat dan *shaker* hingga tercampur
4. Masukkan kedalam reaktor DRB200 dan panaskan vial selama 2 jam

5. Jika sudah jalankan program 431 COD ULR dan masukan sampel untuk dibaca dalam alat. Hasil akan ditampilkan dalam mg/L COD

d) Parameter TSS (SNI-06-6989.3-2004)

Alat dan instrumen:

1. Kertas saring;
2. Air suling;
3. Desikator;
4. Oven;
5. Timbangan analitik;
6. Pengaduk magnetik;
7. Pipet volume;
8. Gelas ukur;
9. Cawan aluminium dan cawan porselin;
10. Penjepit;
11. Kaca arloji;
12. Pompa vakum.

Cara Uji:

1. Lakukan penyaringan dengan vakum
2. Aduk sampel yang akan diuji agar terhomogen
3. Basahi kertas saring dengan air suling, kemudian biarkan mengering kemudian disaring memakai vakum dalam jangka waktu 3 menit
4. Pindahkan kertas saring ke wadah timbangan aluminium
5. Biarkan mengering dalam oven dalam waktu 1 jam, lalu biarkan mendingin dalam desikator

6. Ulangi kembali proses ke-lima, kemudian ditimbang sampai memperoleh bobot tetap

e) Parameter Minyak dan Lemak (SNI 06-6989.10-2004)

Alat dan bahan:

1. Bahan kimia HCl 1:1 atau H₂SO₄ 1:1; n-heksana; natrium sulfat (yang telah dipanaskan pada suhu 200°C-250°C dalam waktu 24 jam); aseton dengan konsentrasi sisa kurang dari 1 mg/L; Heksadekana dengan kemurnian paling rendah 98% ; Asam stearat dengan kemurnian yang sama; Silika gel dengan ukuran mesh 75-150;
2. Botol kaca dengan permukaan bibir lebar berkapasitas 1 L;
3. Oven;
4. Neraca analitik dan neraca teknik;
5. Labu ukur 100 mL;
6. Pipet volumetrik;
7. Corong pisah dan corong (*filter funnel*);
8. *Sentrifuge*;
9. Kertas saring;
10. Penangas air;
11. Desikator dan seperangkat alat destilasi.

Cara Uji:

1. Minyak dan lemak dalam air sampel yang diasamkan pH diekstraksi menggunakan n-heksana dalam corong pemisah untuk menyingkirkan kelembaban yang tersisa

2. Residu yang tersisa di labu destilasi diukur sebagai minyak dan lemak
3. Residu yang tersisa dilarutkan dengan n-heksana dan diberi sejumlah silika gel untuk mengabsorpsi komponen polar atau minyak nabati. Kemudian untuk mengasingkan minyak mineral dari pelarut ekstrak didestilasikan kembali

f) Parameter Amoniak (Hach Method 8038)

Alat dan bahan:

1. Set reagen nitrogen amonia; *Mineral stabilizer*; *Pendispersi polivinil alkohol*;
2. Pipet;
3. Silinder pencampur;

Cara Uji:

1. Jalankan program 380N pada alat
2. Siapkan sampel dan blanko pada silinder ukuran 25 mL
3. Tambahkan 3 tetes mineral stabilizer ke setiap silinder pencampur, lalu tutup dan goyangkan hingga tercampur
4. Masukkan 3 tetes pendispersi polivinil alkohol ke setiap silinder, lalu tutup dan goyangkan hingga tercampur
5. Masukkan 1,0 mL reagen nessler ke setiap silinder pencampur, lalu tutup dan goyangkan hingga tercampur. Diamkan 1 menit agar terjadi reaksi
6. Lalu tuang 10 mL dari silinder tersebut ke dalam sel sampel
7. Masukkan blanko dalam pemegang sel, lalu tekan 'Nol' hingga menunjukkan 0,00 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$

8. Kemudian masukan sampel yang akan diuji, lalu mulai. Hasil akan menunjukkan dalam mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$

g) Parameter Total *Coliform* (SNI-06-4518-1996)

Alat dan Bahan:

1. Air suling;
2. Bahan kimia *tryptose; lactose broth; K₂HPO₄; NaCl; natrium lauryl sulfat; brom cresol purple; bulion; peptone; oxgall; brilliant green; NaOH; MgCl₂; Na₂S₂O₃; dinatrium EDTA; HCl;*
3. Botol contoh uji berkapasitas paling sedikit 120 mL;
4. Botol *erlenmeyer* bertutup 250 mL;
5. Tabung reaksi, tabung durham;
6. Pipet ukur;
7. Labu ukur;
8. Gelas piala, gelas ukur;
9. Batang pengaduk

Cara Uji:

1. Siapkan 3 atau 5 buah tabung reaksi yang berisi *lactose broth*
2. Masukkan sampel yang akan diuji dari masing-masing pengenceran ke tabung reaksi memakai pipet yang telah disterilkan
3. Inkubasi tabung reaksi
4. Deteksi gas yang dihasilkan dalam tabung
5. Teruskan pengujian ke fase konfirmasi, bila tidak menghasilkan gas atau asam maka sampel uji tak terkontaminasi bakteri coli

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini ialah instalasi pengolahan air limbah (IPAL), kualitas air limbah dan efektivitasnya.

3.5 Defenisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
1.	Proses IPAL	Pengolahan air limbah bertujuan memproses air limbah sesuai standar mutu ketika dibuang ke badan sungai/lingkungan	Observasi	
2.	Kualitas Air Limbah	Unsur pencemar pada air limbah yang dapat menyebabkan polutan di lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu.	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum sesuai PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016
	a. pH	pH merupakan parameter pengukuran derajat keasaman dan kebasahan dari air limbah	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum 6-9
	b. BOD	BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>) adalah	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum 30

		indikator utama dalam air limbah yang memiliki kandungan bahan organik		mg/L
	c. COD	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) adalah kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum 10 mg/L
	d. TSS	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) adalah jumlah zat padat yang tidak larut berupa zat organik dalam air limbah	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum 30 mg/L
	e. Minyak dan Lemak	Minyak dan Lemak merupakan senyawa trigliserida atau trigilserol yang konsentrasi maksimumnya harus diperhatikan dalam air limbah	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum 5 mg/L
	f. Amoniak	Amoniak merupakan senyawa berbentuk gas	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum 10

		yang dibentuk dari ikatan atom hidrogen dan nitrogen		mg/L
	g. Total Coliform	Total coliform adalah indikator yang dipakai untuk mengukur kelompok bakteri yang ada pada air limbah	Uji Laboratorium	Kadar Maksimum 3000 jumlah/100mL
3.	Efektivitas	Tingkat peningkatan atau pengurangan pada parameter yang diteliti sebelum dan sesudah adanya pengolahan yang dinyatakan dalam bentuk persentase.	Perhitungan dengan rumus efisiensi	<p>a.Sangat Efektif = $x > 80\%$</p> <p>b. Efektif $60\% < x \leq 80\%$</p> <p>c.Cukup Efektif = $40\% < x \leq 60\%$</p> <p>d.Kurang Efektif = $20\% < x \leq 40\%$</p> <p>e.Tidak Efektif = $x \leq 20\%$</p> <p>(Soeparman, 2002)</p>

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumda Tirtanadi Cemara Provinsi Sumatera Utara. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada bulan Januari, Februari, dan Maret masing-masing sampel diambil dari titik *influent/inlet* dan titik *effluent/outlet*. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pukul 09.00-10.00 WIB.

3.6.2 Pengujian Sampel Laboratorium

Sampel air limbah akan diuji dengan parameter pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak, dan Total Coliform. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Perumda Tirtanadi Cemara Provinsi Sumatera Utara. Adapun metode yang digunakan dalam pengujian parameter tersebut yakni; SNI-06-6989.3-2004 untuk uji TSS, SNI 6989.72.2009 untuk uji BOD, Hach Method 8000 untuk uji COD, SNI 06-6989.11-2004 atau Hach Method 8156 untuk uji pH, SNI 06-6989.10-2004 untuk uji Minyak dan Lemak, Hach Method 8038 untuk uji Amoniak, dan SNI-064518-1996 untuk uji Total Coliform.

3.6.3 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil analisis air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumda Tirtanadi IPAL Cemara dengan baku mutu air limbah sesuai

dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016.

Kemudian perhitungan efektivitas pada unit pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Perumda Tirtanadi IPAL Cemara disajikan dalam bentuk persentase. Setiap parameter (pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Amoniak, Total Coliform) yang sudah dianalisis akan dihitung efektivitasnya dengan rumus berdasarkan efisiensi IPAL sebagai berikut;

$$\%Removal = \frac{\text{Nilai Parameter Inlet} - \text{Nilai Parameter Outlet}}{\text{Nilai Parameter Inlet}} \times 100\%$$

Analisis data dilakukan dengan uji statistik t-Test menggunakan program komputer yaitu SPSS versi 26,0 dengan hasil interpretasi sebagai berikut;

1. Jika nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka H₀ ditolak, dengan interpretasi ada perbedaan yang signifikan antara hasil treatment pada data sebelum dan sesudah.
2. Jika nilai Sig. (2-tailed) > 0,05 maka H₀ diterima, dengan interpretasi tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil treatment pada data sebelum dan sesudah.

3.7 Data dan Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini adalah sumber data primer dan sumber data sekunder. Data primer penelitian ini didapatkan melalui observasi dan hasil uji laboratorium. Sedangkan data sekunder penelitian ini didapatkan melalui

tinjauan pustaka terhadap buku, jurnal, peraturan pemerintah, dan data lain terkait dengan IPAL.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa teknik, diantaranya;

a. Observasi

Pada penelitian ini observasi dilakukan pada setiap unit pengolahan yang ada di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumda Tirtanadi IPAL Cemara.

b. Uji Laboratorium

Dalam penelitian ini pengujian laboratorium dilakukan untuk menganalisis kualitas air limbah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Perumda Tirtanadi IPAL Cemara.

c. Dokumentasi

Dokumentasi pada penelitian ini berupa pengamatan tulisan, gambar atau karya, yang dilakukan pada saat observasi.

3.9 Teknik Penyajian Data

Dalam penelitian ini penyajian data dilakukan secara deskriptif berbentuk narasi, grafik dan tabel agar mudah untuk dipahami, dianalisis, dan ditarik kesimpulan dari hasil akhir mengenai penelitian tersebut.