

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen dengan skala laboratorium, yaitu membuat unit pengolahan limbah cair rumah makan menggunakan reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) sesuai dengan skala laboratorium serta menguji unit pengolahan yang telah dibuat untuk mengetahui penurunan parameter limbah cair rumah makan. Penelitian ini berguna untuk mendeskripsikan pengolahan air limbah dan kandungan BOD, COD, dan TSS pada air limbah rumah makan X yang ada di Kota Malang, Jawa Timur.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2023 sampai Agustus 2023 di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang. Pengambilan sampel dilakukan di rumah makan X yang berlokasi di Kota Malang. Penelitian ini dikarenakan tidak adanya pengolahan limbah cair rumah makan sebelum dibuang ke saluran drainase. Berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan, limbah cair rumah makan X setiap hari yang dikeluarkan sebesar $\pm 100-150$ L/hari sesuai dengan kriteria Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 untuk dianalisis, sehingga berpotensi menimbulkan dampak yang kurang baik bagi lingkungan untuk jangka waktu yang lama.



Gambar 3.1 Saluran Buangan Air Limbah Rumah Makan

3.3 Jenis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini berupa data primer yang bersifat kuantitatif yang kemudian akan diolah menggunakan rumus matematika dan dianalisis menggunakan sistem statistik serta didukung dengan data sekunder.

1. Data primer

Data primer merupakan data yang didapat langsung dari peneliti, dalam hal ini data yang diperoleh berupa data hasil uji konsentrasi parameter BOD dan COD, dan TSS awal selanjutnya proses *seeding*, aklimatisasi dan *running*. Setelah itu, pengukuran pH serta suhu air limbah rumah makan dari setiap proses pengolahan dalam penelitian ini.

2. Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini berupa data pendukung yang berisi PERGUB Jawa Timur No.72 Tahun 2013.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

- Reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR)
- Pipa PVC 1/2 inchi
- Kran
- Bak penampung
- Aerator (6 L/menit dan 12 L/menit)
- Jeriken 4 buah (kapasitas 25 liter)
- Sarung tangan
- pH meter
- Termometer

3.4.2 Bahan

- Air limbah rumah makan
- Media filter (tutup botol plastik bekas)

3.5 Variabel Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan mengenai variabel penelitian meliputi variabel terikat dan variabel bebas :

1. Variabel terikat :
 - a. Konsentrasi COD
 - b. Konsentrasi BOD
 - c. Konsentrasi TSS

Keputusan tersebut didasari dari pengolahan biofilter aerob yang memiliki keunggulan untuk menurunkan penyisihan COD, BOD, dan TSS dalam satu pengolahan (Ummah & Hermiyanti, 2020).

2. Variabel bebas :
 - a. Variasi debit udara :
 - 6 L/menit
 - 12 L/menit

Debit tersebut didasari dari (Vitricia et al., 2022) yang menggunakan debit udara serupa, tetapi dengan limbah yang berbeda.

- b. Variasi media filter :
 - Tutup botol berlubang
 - Tutup botol tanpa lubang

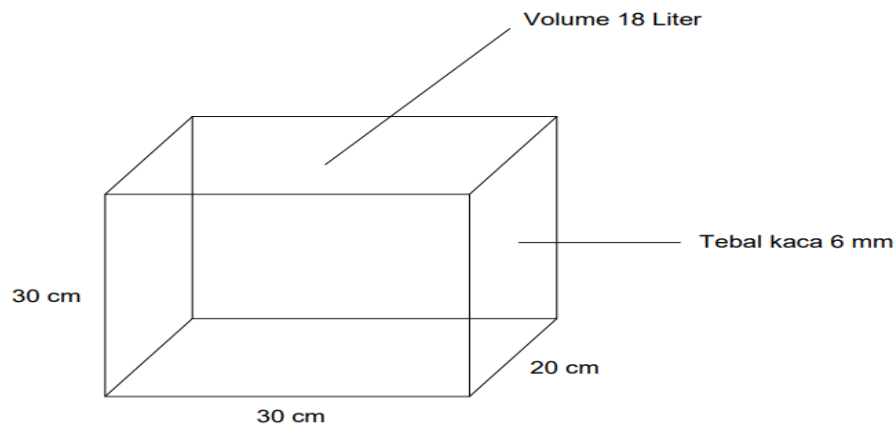
Media filter tersebut didasari oleh (Radityaningrum et al., 2021) yang menggunakan media serupa dan menyatakan bahwa penggunaan tutup botol berlubang lebih efektif dalam menurunkan zat organik pada air limbah sebesar 83%-89%.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Persiapan Reaktor Penelitian

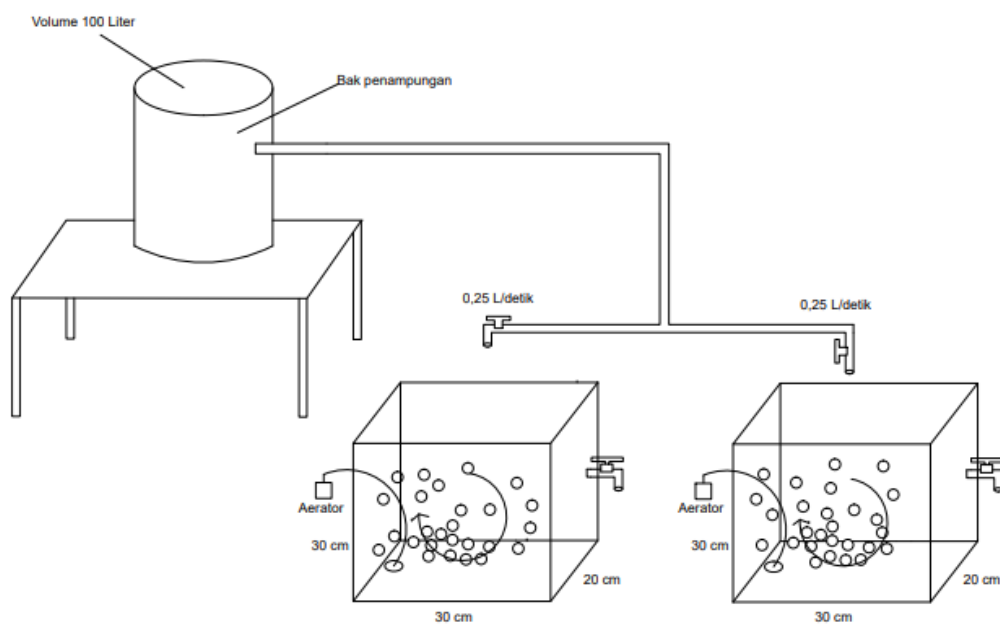
Tahap pengumpulan data memerlukan berbagai persiapan mulai dari pembuatan reaktor, alat untuk melakukan pengujian konsentrasi limbah, dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) berbentuk persegi panjang berukuran 30 cm

x 20 cm x 30 cm, berkapasitas 18 liter yang terbuat dari kaca setebal 6 mm dan diberi. Gambar reaktor dapat di lihat pada gambar 3.1 :



Gambar 3.2 Dimensi Reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR)

Bak penampung air limbah menggunakan ember plastik dengan kapasitas 100 liter. Air limbah akan dialirkan dari bak penampung menuju reaktor melalui pipa PVC berukuran ½ inch dan debit air akan diatur dari kran. Debit air yang masuk ke dalam reaktor sebesar 0,25 L/detik yang diukur dengan menggunakan *stopwatch* dan gelas ukur, serta reaktor akan diisi dengan variasi media berupa tutup botol plastik bekas berlubang dan tidak berlubang sebanyak 100 buah. Adapun model reaktor, rumus volume, dan debit air limbah dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3.3 Reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR)

➤ **Dimensi Reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR):**

Panjang = 30 cm → 0,3 m

Lebar = 20 cm → 0,2 m

Tinggi = 30 cm → 0,3 m

Freeboard = 5 cm

Ukuran media tutup botol plastik = 3,2 cm

Volume reaktor total = 0,3 m × 0,2 m × 0,3 m

= 0,018 m³ → 18 Liter

Volume reaktor efektif = 0,3 m × 0,2 m × 0,25 m

= 0,015 m³ → 15 Liter

➤ **Debit air reaktor pengolah :**

$$V = Q \times Td$$

Keterangan: V = Volume reaktor (L)

Q = Debit air limbah (L/menit)

t = Waktu (menit)

(Vitricia et al., 2022)

Debit reaktor : Q = V : t

= 15.000 ml : 60 menit

= 250 ml/menit

= 0,25 L/menit

3.6.2 Pengambilan Sampel

Tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan air limbah yang akan diteliti yaitu air limbah rumah makan. Sampel diambil dengan menggunakan teknik *grab sampling* (cara sesaat), pengambilan sampel dilakukan di Rumah Makan X Kota Malang pada pukul 12.00 WIB. Pertimbangan waktu pengambilan sampel dilakukan pada jam tersebut dikarenakan tingginya aktivitas pembeli yang makan siang di rumah makan tersebut sehingga aktivitas yang ada di dapur juga sangat tinggi mulai dari memasak hingga mencuci peralatan masak, dengan kata lain jam tersebut merupakan jam puncak keramaian di rumah makan tersebut.

Penggunaan teknik *grab sampling* sesuai SNI 6989.59:2008 tentang metode pengambilan contoh air limbah dikarenakan air limbah rumah makan yang akan diteliti belum memiliki IPAL, air limbah yang dibuang dengan proses kontinyu dari satu saluran pembuangan, serta tidak adanya bak ekualisasi. Sampel air limbah diambil sebanyak 100 liter menggunakan jeriken.

3.6.3 Proses Pengolahan Air Limbah

1. Seeding dan Aklimatisasi

Seeding dan aklimatisasi adalah proses awal untuk memulai kerja reaktor yang berfungsi untuk menumbuhkan bakteri dan mendapatkan biofilm (Nugroho & Soedjono, 2022). Seeding dilakukan maksimal 2 minggu dengan mengoperasikan aerator agar air limbah dalam reaktor tetap dalam kondisi aerob serta pembentukan biofilm dapat berjalan baik. Biofilm dapat dikatakan terbentuk apabila adanya lapisan lendir berwarna kecokelatan pada media filter (Alisa & Purnomo, 2020). Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengalirkan limbah baru ke dalam reaktor secara kontinyu dan bertahap (Filliazati et al., 2013). Proses Aklimatisasi berguna untuk menyeleksi dan mengadaptasi mikroorganisme hasil *seeding* sehingga dapat digunakan untuk mengolah limbah cair rumah makan (Subagyo et al., 2022). Proses seeding dan aklimatisasi dianggap telah selesai apabila memiliki kondisi pH yang ideal bagi bak aerasi agar bakteri dapat tumbuh dengan baik, yaitu berkisar antara 6,5–9 (Nugroho & Soedjono, 2022) serta telah dalam kondisi *steady state*, dimana penyisihan COD yang tereduksi oleh bakteri mendekati angka yang stabil yang mana perbedaannya tidak lebih dari 10% (Putri et al., 2021).

2. *Running*

Apabila proses seeding dan aklimatisasi telah selesai, maka selanjutnya dilakukan proses *running* selama 7 hari. Proses *running* dilakukan dengan mengambil sampel dari outlet pada selang waktu yang sudah ditentukan kemudian diperiksa dan setelah itu didapatkanlah data (Apriyani, 2017). Air limbah dialirkan secara kontinyu dari debit kran. Debit kran pengolah

harus diatur terlebih dahulu sebelum memasuki proses *running*. Debit yang diatur berasal dari kran pada reaktor aerob (Rahadi et al., 2018).

3.7 Analisis Uji Parameter

Parameter kualitas air yang diuji pada penelitian ini terdiri dari 2 parameter, dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Parameter dan Metode Pengukuran

No	Parameter	Metode Pengukuran	Keterangan
1	BOD	Iodometri	SNI 06-6989.14-2004
2	COD	Titrimetri	SNI 6989.73:2019
3	TSS	Gravimetri	SNI 06-6989.3-2004

Sumber : SNI (Standar Nasional Indonesia)

1. Analisis BOD

Metode ini digunakan untuk pengujian konsentrasi BOD pada sampel dengan menggunakan metode yodometri (Modifikasi Azida).

A. Prosedur

1. Ambil contoh yang sudah disiapkan.
2. Tambahkan 1 ml $MnSO_4$ dan 1 ml Alkali Iodide Azida dengan ujung pipet tepat diatas permukaan larutan.
3. Tutup segera dan homogenkan, lalu diamkan selama 10 menit.
4. Tambahkan 1 ml H_2SO_4 pekat, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna.
5. Buang 100 ml sampel pada botol menggunakan pipet 50 ml, kemudian ambil sebanyak 25 ml dan masukkan ke dalam Erlenmeyer 150 ml.
6. Tambahkan Amylum sebanyak 2 ml ke dalam Erlenmeyer hingga berwarna biru.
7. Titrasi dengan $Na_2S_2O_3$ dengan Amylum/kanji sampai warna biru tepat hilang.

B. Perhitungan BOD dalam sampel air menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Oksigen Terlarut (mg/L)} = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

Keterangan :

V adalah ml Na₂S₂O₃

N adalah normalitas Na₂S₂O₃

F adalah faktor (volume botol dikurangi volume pereaksi MnSO₄ dan alkali iodida azida).

2. Analisis COD

Metode ini digunakan untuk pengujian kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dengan refluks tertutup secara titrimetri.

A. Prosedur

1. Memasukkan 10 ml air sampel ke dalam Erlenmeyer 250 ml.
2. Menambahkan 0,2 g serbuk HgSO₄ ke dalam Erlenmeyer.
3. Menambahkan 5 ml larutan Kalium Dikromat 0,25 N ke dalam Erlenmeyer.
4. Menambahkan 15 ml Asam Sulfat ke Erlenmeyer, kemudian didinginkan.
5. Menghubungkan dengan pendingin Liebig dan dididihkan diatas kompor listrik selama 2 jam.
6. Setelah 2 jam tambahkan aquadest kurang lebih 70 ml ke Erlenmeyer.
7. Mendinginkan air sampel, setelah dingin tambahkan Indikator Ferroin 2 tetes.
8. Titrasi sampel tersebut dengan larutan FAS 0,1 N hingga berwarna merah kecokelatan.

B. Perhitungan

Nilai COD sebagai mg O₂/L :

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = \frac{(Vb - Vc) \times NFAS \times 8000}{Vs}$$

Keterangan :

V_b adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (ml)
V_c adalah volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji (ml)
V_s adalah volume contoh uji (ml)
NFAS adalah normalitas larutan FAS (N)
8000 adalah berat mili ekivalen oksigen x 1.000

3. Analisis TSS

Metode ini digunakan untuk pengujian zat padat total yang tersuspensi dengan metode gravimetri.

A. Prosedur

1. Kertas saring dipanaskan dalam oven pada suhu 105° C selama 1 jam.
2. Mendinginkan kertas saring yang telah dioven ke dalam desikator selama 10 menit.
3. Timbang kertas saring sampai berat konstan (B gram).
4. Ambil sampel sebanyak 10 ml, kemudian disaring pada kertas saring yang telah ditimbang.
5. Kertas saring dan residu dipanaskan dalam oven pada suhu 105° C selama 1 jam.
6. Dinginkan kertas saring dalam desikator selama 1 jam
7. Timbang kertas saring tersebut hingga berat konstan (A gram)

B. Perhitungan

Kadar TSS dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 1000}{C}$$

Keterangan:

A merupakan berat filter dan residu sesudah pemanasan 105° C (mg)

B merupakan filter kering sebelum pemanasan 105° C (mg)

C merupakan volume sampel (ml)

4. Pengukuran pH

Pengukuran tingkat keasaman (pH) menggunakan pH meter bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman air limbah selama proses pengolahan terutama dalam proses *seeding* dan aklimatisasi agar dapat diketahui apakah pH air sudah ideal atau belum, sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya.

A. Prosedur

1. Masukkan sampel air limbah ke dalam wadah.
2. Nyalakan pH meter dengan menekan tombol ON pada pH meter.
3. Masukkan pH meter ke dalam wadah yang berisi sampel.
4. Biasanya angka pada pH meter akan bergerak acak ketika dicelupkan ke dalam air.
5. Tunggu sampai angka berhenti bergerak dan tidak berubah, barulah diperoleh hasil dari pH sampel.

5. Pengukuran Suhu Air

Pengukuran suhu air dalam penelitian ini menggunakan termometer yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar suhu air dimulai setelah pengambilan sampel sampai pada outlet setelah proses pengolahan air limbah rumah makan.

A. Prosedur

1. Masukkan sampel ke dalam wadah.
2. Masukkan ujung bawah termometer ke dalam air tanpa menyentuh dasar wadah.
3. Angka pada termometer akan bergerak, tunggu sampai angka pada termometer berhenti bergerak. Setelah itu, barulah didapatkan hasil pengukuran suhu air pada sampel.

3.8 Analisis Data

3.8.1 Analisis Deskriptif

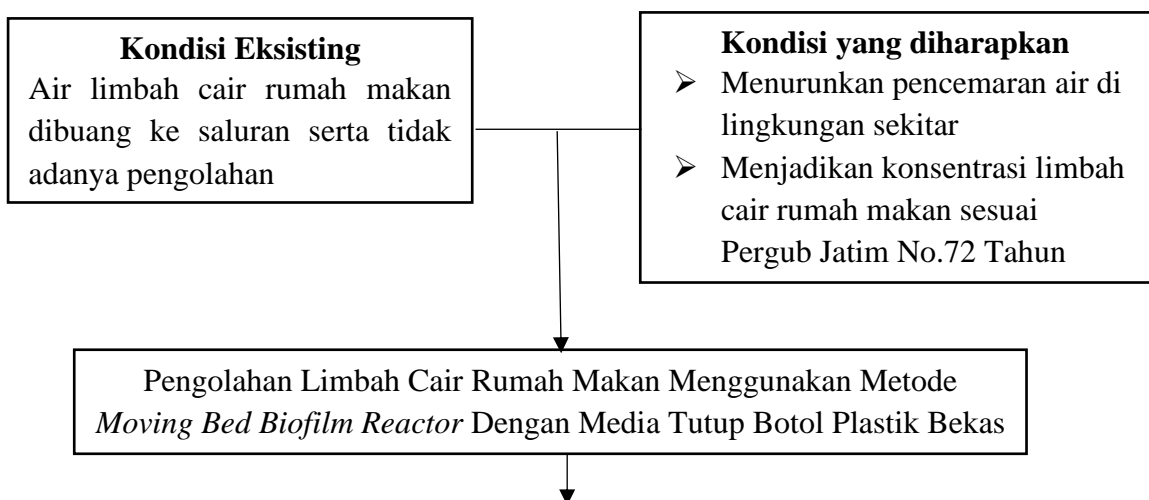
Analisis deskriptif berguna untuk pemaparan data yang berisi gambaran, serta menjelaskan mengenai data yang diperoleh dari hasil penelitian, berupa hasil penyisihan efluen parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah rumah makan. Setelah itu, data dirangkum, disajikan, dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

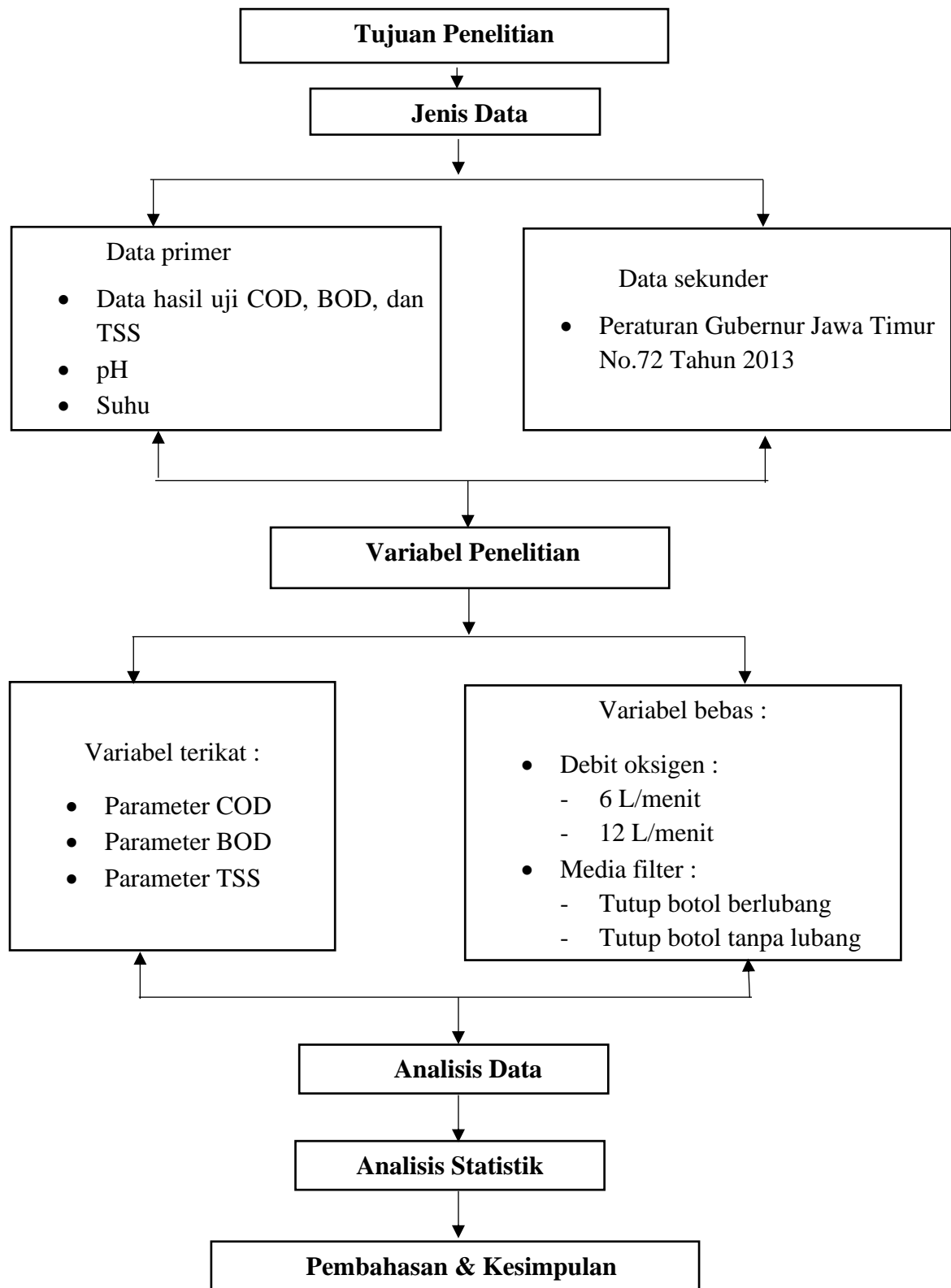
3.8.2 Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan guna untuk mengetahui apakah terjadi pengaruh atau tidak terhadap berbagai perlakuan dalam persentase penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS terhadap berbagai perlakuan dalam setiap proses pengolahan. Analisis statistik pada penelitian ini menggunakan ANOVA *Two ways* (*Analysis of Variance*). ANOVA *Two way* berguna untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas sehingga dapat ditarik kesimpulan.

3.9 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan dasar dari alur pemikiran yang dipakai untuk melakukan penelitian sebagai acuan dalam pelaksanaan yang disusun berdasarkan permasalahan guna mencapai tujuan penelitian. Dengan kerangka penelitian ini dapat meminimalkan kesalahan dalam penelitian. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.4





Gambar 3.4 Kerangka Penelitian