

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hasil Penelitian Terdahulu yang Relevan/Keaslian Penelitian

2.1.1. Sisnayati, dkk. (2021) dalam penelitiannya yang membahas tentang, “Penurunan BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair batik menggunakan proses aerasi plat berlubang”. Penelitian tersebut bertujuan agar dapat mengetahui pengaruh variasi lama waktu *air bubbling* terhadap penurunan konsentrasi kadar BOD, TSS, minyak dan lemak dalam limbah cair batik. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kandungan kadar BOD terbesar pada hari ke-2 dengan persentase penurunan sebesar 95,5%. Penurunan kandungan kadar TSS terbesar pada hari ke-4 dengan persentase penurunan sebesar 91,61%, sedangkan penurunan kandungan minyak, dan lemak terbanyak terjadi pada hari ke-5 dengan persentase penurunan sebesar 69,14%.

2.1.2. Rachma, dkk. (2023) penelitiannya yang berjudul, “Penggunaan Lumpur Aktif Untuk Menurunkan Kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan Logam Berat Jenis Timbal (Pb) dan *Cadmium* (Cd) Pada Limbah Cair Pencelupan Industri Batik”. Tujuannya untuk menentukan waktu optimal dan efektivitas waktu pengolahan menggunakan lumpur aktif agar mengurangi kadar COD, BOD dan Pb dalam limbah cair industri batik. Penelitian ini juga mengkaji pengaruh lama aerasi terhadap penurunan kadar BOD, pada limbah cair di industri batik. Aerasi selama 8, 12, dan 16 jam berturut-turut menurunkan kadar BOD sebesar 14%, 18%, dan 24%.

Tabel II.1 Pembeda Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Nama Peneliti (Tahun), Judul	Jenis & Desain Penelitian	Metode Pengolahan	Pengolahan yang Digunakan	Analisis Data	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
Sisnayati, dkk. (2021) Penurunan BOD, minyak dan lemak pada limbah cair batik menggunakan proses aerasi plat berlubang	Jenis penelitian eksperimen dengan desain <i>time series experiment</i> .	Penggunaan alat reaktor aerasi plat berlubang	Sampel air limbah dimasukkan ke dalam reaktor plat berlubang, kemudian diamati setiap 24 jam, selama 6 hari.	Data hasil pengujian BOD, TSS, minyak, dan lemak dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara.	Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar BOD tertinggi terjadi pada hari ke-2 dengan persentase penurunan sebesar 95,5%. Penurunan kadar TSS tertinggi terjadi pada hari ke-4 dengan persentase penurunan sebesar 91,61%, sedangkan penurunan kandungan minyak, dan lemak tertinggi terjadi pada hari ke-5, dengan persentase penurunan sebesar 69,14%.	Perbedaan dengan peneliti sekarang adalah menggunakan aquarium air pump, sehingga udara dapat tersebar dalam air, serta menggunakan limbah cair batik, serta variasi waktu 16 jam, 20 jam, dan 24 jam

Nama Peneliti (Tahun), Judul	Jenis & Desain Penelitian	Metode Pengolahan	Pengolahan yang Digunakan	Analisis Data	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
Rachma, dkk. (2023) Penggunaan Lumpur Aktif Untuk Menurunkan Kadar <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD), <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD), dan Logam Berat Jenis Timbal (Pb) dan <i>Cadmium</i> (Cd) Pada Limbah Cair Pencelupan Industri Batik	Jenis penelitian pre eksperimen dengan desain <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	Penggunaan lumpur aktif dan aerasi	Sampel air limbah dimasukkan ke dalam 2 reaktor, reaktor 1 dengan perlakuan diberi lumpur aktif, dan reaktor 2 diberi aerasi.	Data hasil pengujian BOD, COD, dan Pb & Cadmium dibandingkan dengan standar baku mutu Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007).	Hasil penelitiannya yang menggunakan aerasi yaitu kadar BOD pada aerasi selama 16 jam menurun sebesar 24%.	Perbedaan dengan peneliti sekarang adalah menggunakan aquarium air pump, sehingga udara dapat tersebar dalam air, serta menggunakan limbah cair batik, serta variasi waktu 16 jam, 20 jam dan 24 jam.

2.2. Teori yang Digunakan Mendasari Masalah dan Untuk Menyelesaikan Permasalahan Tersebut

2.2.1. Limbah Cair

a. Arti

Limbah cair adalah campuran air, dan zat pencemar yang terdapat dalam air dengan keadaan yang terlalu banyak dan terlalu kental, dibuang dari sumber domestik (perkantoran, perumahan dan perdagangan) industri dan suatu saat akan bercampur dengan air tanah, air permukaan dan/atau air hujan (Sisnayati, dkk., 2021).

b. Karakteristik limbah cair

Karakteristik limbah cair dapat dikaji dari tiga aspek utama: fisika, kimia dan biologi. Berikut karakteristik limbah cair yaitu :

1) Sifat fisik

- a) Suhu,
- b) Bau,
- c) Warna,
- d) Padatan.

2) Sifat kimia

- a) *Chemical Oxygen Demand* (COD),
- b) pH,
- c) NH₃-N,
- d) Beberapa bahan kimia lain seperti fenol, sulfida, dan krom,
- e) *Biological Oxygen Demand* (BOD).

3) Sifat biologi

- a) Mikroorganisme,
- b) Bakteri.

2.2.2. Limbah cair industri

Adalah buangan sisa produksi industri yang berbentuk cairan atau air. Jumlah air limbah industri yang dibuang tergantung dengan besar kecilnya industri dari proses produksinya (Fitri, H. et al. 2022). Limbah yang tanpa pengolahan jika dibiarkan masuk ke dalam lingkungan dapat menimbulkan masalah terhadap kualitas air di sekitarnya

(Soeprijanto, 2024).

Limbah cair industri umumnya mengandung berbagai zat kimia berbahaya seperti logam berat, senyawa organik, zat warna, minyak, dan nutrisi (seperti fosfat dan nitrat). Kandungan ini dapat meningkatkan nilai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) secara signifikan. Jika tidak diolah dengan benar, limbah tersebut dapat mencemari badan air, menurunkan kadar oksigen terlarut, serta mengganggu keseimbangan ekosistem akuatik (Fitri, H. et al. 2022).

Selain itu, dalam jangka panjang, pembuangan limbah cair tanpa pengolahan dapat menyebabkan eutrofikasi dan memicu ledakan pertumbuhan alga (*algaebloom*), yang semakin memperparah kondisi kualitas air dan meningkatkan beban pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu, pengelolaan dan pengolahan limbah cair industri menjadi aspek penting dalam upaya pelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat (Soeprijanto, 2024).

2.2.3. Limbah Cair Batik

Limbah cair batik adalah limbah yang berasal dari proses produksi batik, pada tahap pewarnaan dan pelorodan (penghilangan malam/lilin) (Ashar, R. et al. 2020). Proses-proses ini menggunakan berbagai bahan kimia yaitu pewarna sintetis Remazol, zat pelarut yaitu waterglass (natrium silikat), dan malam. Menurut Wulandari, F. et al. (2021), bahan-bahan tersebut masuk dalam kategori senyawa organik dan anorganik yang dapat mencemari lingkungan jika dibuang tanpa Pengolahan. Pewarnaan merupakan tahap utama yang menyumbangkan beban pencemar, karena penggunaan zat warna reaktif yang tidak seluruhnya terserap oleh kain, sehingga sisanya terbuang ke air limbah (Ashar, R. et al. 2020). Sedangkan proses pelorodan, malam yang telah menempel pada kain akan dilarutkan menggunakan air panas dan bahan pelarut, menghasilkan limbah yang juga mengandung senyawa organik tinggi (Soeprijanto, 2024).

Remazol merupakan jenis warna reaktif yang digunakan dalam industri batik berbasis serat alami yaitu kain katun. Remazol termasuk senyawa organik sintetis berbasis aromatik sulfonat yang larut dalam air

(Irawan et al., 2022). Sifat reaktifnya memungkinkan Remazol membentuk ikatan kovalen dengan kain serat selulosa, tetapi sebagian besar tidak terikat dengan kain, sehingga terbuang bersama limbah cair. Kandungan senyawa aromatik dan gugus fungsional organik inilah yang meningkatkan kadar bahan organik dalam limbah batik, yang pada akhirnya meningkatkan nilai BOD (Wulandari, F. et al., 2021).

Selain Remazol, bahan malam dan waterglass (natrium silikat) juga turut menyumbang senyawa organik dan memperburuk kualitas limbah. Malam adalah senyawa hidrokarbon dari parafin yang bersifat organik, dan dalam proses pelorodan akan larut sebagian ke dalam air limbah dalam bentuk mikropartikel atau emulsi (Wulandari, F. et al., 2021). Sementara waterglass, meskipun tergolong anorganik, berperan sebagai bahan pelarut dan pengikat dalam proses pencelupan serta pelorodan, dan berinteraksi dengan senyawa organik lain yang meningkatkan kompleksitas limbah (Irawan et al., 2022). Kain katun sebagai bahan utama produksi batik juga berperan karena saat proses produksi berlangsung, sisa-sisa serat atau hasil degradasi selulosa juga ikut terlarut dalam air limbah dan meningkatkan kandungan Total Suspended Solids (TSS) dan BOD (Irawan et al., 2022).

2.2.4. Karakteristik limbah cair batik

a. Fisik

Bahan padat yang masuk dalam limbah cair, yang menyebabkan perubahan fisik, dinamakan karakteristik fisik. Limbah batik mempunyai sifat fisik seperti warna, TSS, suhu dan bau. Suhu menunjukkan jumlah panas dalam limbah cair. Warna dalam limbah yaitu zat cair yang memberikan pewarna pada limbah, semakin tinggi konsentrasi warna maka sinar matahari tidak akan dapat masuk ke dalam perairan, sehingga mengganggu fotosintesis. Lalu TSS adalah sisa-sisa bahan organik yang terlarut dan tersuspensi kemudian menumpuk dalam perairan sehingga cahaya matahari tidak masuk ke air. Kemudian indikator untuk menunjukkan adanya pencemaran dan degradasi bahan organik dalam limbah adalah bau (Jannah and Suhartini, 2024).

b. Kimia

Karakteristik kimia air limbah dapat merugikan lingkungan. Parameter BOD, COD, pH, fenol, NH₃-N, krom, sulfida, merupakan sifat kimia. *Chemical oxygen demand* (COD) ialah keperluan jumlah oksigen untuk penguraian kimia dalam perairan. Fenol adalah senyawa organik yang digunakan dalam industri tekstil, pestisida dan plastik, NH₃-N adalah gas ammonia tidak berwarna yang bersifat toksik bagi organisme air. Kualitas air menurun jika kadar parameter kimia di atas meningkat (Octa, O. et al., 2023).

c. Biologi

Mikroorganisme yang banyak terkandung dalam limbah cair adalah parameter biologi yang biasanya digunakan. Mikroba yang terlarut dalam air dapat menentukan kualitas air limbah secara biologi (Irsyad et al., 2023).

2.2.5. Baku Mutu Air Limbah Tekstil

Menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah, untuk limbah industri tekstil, telah dijelaskan sebagaimana di bawah ini.

Tabel II.2 Baku Mutu Limbah Cair Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil

Parameter	Kadar Maximum (mg/l)
pH	6,0-9,0
BOD5	60
COD	150
TSS	50
NH ₃ -N	8,0
Fenol Total	0,5
Krom Total (Cr)	1,0
Sulfida (sebagai S)	0,3

Sumber: Peraturan Gubernur Jawa timur No. 72 Tahun 2013

2.2.6. BOD

Ukuran jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam limbah cair adalah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Parameter ini penting dalam analisis kualitas air, karena semakin besar kadar BOD, semakin banyak juga bahan organik yang terdapat dalam air limbah tersebut. Hal ini menunjukkan potensi

pencemaran yang lebih tinggi, karena mikroorganisme akan menggunakan oksigen untuk mendegradasi zat-zat organik, yang bisa menyebabkan penurunan kadar oksigen di perairan dan berdampak buruk pada ekosistem akuatik. (Soeprijanto, 2024).

Setelah BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) mengalami proses penguraian oleh mikroorganisme dalam air limbah, hasilnya adalah air olahan yang memiliki kadar BOD yang lebih rendah. Jika BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) tidak mengalami proses penguraian, air limbah bisa menghabiskan oksigen terlarut dalam air, sehingga BOD akan semakin tinggi, proses biokimia yang berlangsung akan memakai oksigen untuk menguraikan kandungan organik, yang dapat menyebabkan hipoksia atau kekurangan oksigen di perairan (Nazuwatussya'diyah, dkk., 2023).

Kadar BOD yang tinggi selalu menandakan tingginya potensi pencemaran air. Ini disebabkan oleh fakta bahwa BOD mengukur jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme agar menguraikan bahan organik di dalam air. Semakin besar nilai BOD, semakin banyak bahan organik yang ada, yang artinya lebih banyak mikroorganisme aktif dan membutuhkan oksigen untuk proses dekomposisi (Nazuwatussya'diyah, dkk., 2023).

Bahan yang dapat menghasilkan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) umumnya terdiri dari bahan organik yang bisa diuraikan oleh mikroorganisme, seperti sisa makanan dari rumah tangga atau industri makanan yang mengandung protein, lemak, karbohidrat, air limbah dari proses industri, terutama yang berhubungan dengan pengolahan makanan, tekstil, atau kimia, yang mengandung senyawa organik kompleks. Proses penguraian bahan-bahan ini oleh mikroorganisme aerobik dalam air akan mengonsumsi oksigen, sehingga meningkatkan kadar BOD. Semakin tinggi bahan organik dalam air, semakin tinggi pula kadar BOD-nya. Pengukuran BOD penting untuk menentukan tingkat pencemaran air, dan merancang sistem pengolahan limbah yang efektif (Fathar, 2023).

Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yang tinggi dalam air

dapat bereaksi dengan aktivitas mikroorganisme, mikroorganisme yang bekerja dalam proses penguraian kadar organik dapat menghasilkan senyawa volatil yang berbau tidak sedap. Misalnya, saat bahan organik terurai, senyawa nitrogen seperti amonia juga dapat terbentuk, yang memiliki bau menyengat. Hal tersebut juga akan meningkatkan kadar BOD, yang mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air. Kekurangan oksigen ini tidak hanya mempengaruhi organisme akuatik tetapi juga memperburuk kondisi anaerobik, di mana mikroorganisme anaerobik mulai mendominasi dan menghasilkan gas-gas berbau (Fathar, 2023).

2.2.7. Dampak limbah cair batik

Limbah dari sisa proses produksi dapat mengakibatkan kontaminasi pada badan air, mengganggu ekosistem perairan seperti ikan dan hewan air, hingga menyebabkan kematian dan menimbulkan bau. Kekeruhan yang ditimbulkan oleh limbah batik jika dibuang langsung ke badan air dapat mempengaruhi sinar matahari untuk masuk dalam perairan, sehingga menurunkan kualitas ekosistem di sungai. Aktifitas pewarnaan dapat menjadikan sisa buangan limbah berupa cairan warna yang memiliki bahan kimia sintetis, nilai BOD dan COD yang tinggi juga bahan lainnya yang digunakan (Irsyad et al., 2023).

Limbah cair batik akan berdampak negatif pada ekosistem perairan, termasuk kematian ikan dan organisme lainnya. Bahan kimia dalam limbah dapat menyebabkan keracunan pada ikan, yang ditandai dengan perubahan warna dan luka pada kulit ikan. Selain itu, mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi alami juga terpengaruh, mengganggu keseimbangan ekosistem (Irsyad et al., 2023). Limbah cair yang dibuang sembarangan juga dapat mencemari tanah di sekitarnya. Ini dapat menyebabkan tanaman mati dan menurunkan kesuburan tanah, yang berdampak pada pertanian lokal (Wijaya dan Wiratama, 2023).

Masyarakat yang tinggal di sekitar area industri batik sering mengalami masalah kesehatan akibat pencemaran ini. Peningkatan kasus penyakit kulit dan gangguan kesehatan lainnya dilaporkan terjadi di daerah

sekitar pembuangan limbah. Jika limbah mencemari sumber air bersih, hal ini dapat menimbulkan risiko kesehatan yang lebih besar bagi penduduk setempat (Irsyad et al., 2023).

2.2.8. Pengolahan limbah cair

a. Metode adsorpsi

Jika molekul padat, cair atau gas bersentuhan maka terjadi proses adsorpsi. Hal yang menjadi kontak yaitu tidak stabilnya gaya tarik menarik molekul pada permukaan padat. Bahan yang sering dipakai dalam proses adsorpsinya yaitu zeolit sebagai karbon aktif (Ashar, R. et al. 2020).

b. Metode biofiltrasi

Kolam anaerobik dalam metode biofiltrasi digunakan untuk proses pengolahan pertama pada air limbah yang konsentrasi pencemarnya tinggi sedangkan biofilm merupakan cara olah limbah cair dengan biologi yang tujuannya kadar pencemar dapat menurun, proses ini menggunakan mikroorganisme bertujuan agar menempel di media (Dai, C. et al. 2020).

c. Filtrasi

Filtrasi yaitu Pengolahan secara fisika dengan cara memisahkan sebagian dari bahan pencemar, khususnya padatan yang terbawa oleh limbah cair yang memanfaatkan gaya fisika (Nur, M. et al., 2023).

d. Aerasi

Penambahan oksigen dengan menambah waktu pada kontak air dengan udara secara maksimal adalah aerasi. Semakin tambah waktu kontaknya dengan udara, maka kadar O^2 pada air akan semakin banyak. Manfaat aerasi pada pengolahan limbah cair yaitu larutnya oksigen dalam air untuk menambah oksigen terlarut, juga kandungan pada gas yang larut dalam air akan terlepas (Dai, C. et al. 2020).

Aerasi merupakan proses fisik untuk meningkatkan oksigen terlarut di dalam air melalui pencampuran udara, yang bertujuan untuk mendukung aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik (Poerwati, Suyanto and Sujangi, 2024). Proses ini dilakukan

dengan cara membawa air, dan udara saling terkontak, baik dengan cara menyemprotkan air, atau dengan memberikan banyak gelembung halus udara yang naik melalui air.

Temuan penelitian aerasi terkonfirmasi dapat secara efektif menurunkan BOD dalam limbah cair, yaitu dengan cara memberikan kadar oksigen terlarut dalam air. Proses ini membantu mengurangi jumlah kandungan organik yang terdapat dalam air, merupakan penyebab utama tingginya kadar BOD, selama proses aerasi, proses tersebut menghasilkan oksigen terlarut di dalam air. Oksigen ini membantu bakteri dalam menguraikan bahan organik. Dengan meningkatnya oksigen terlarut, proses dekomposisi bahan organik menjadi lebih efisien, sehingga menurunkan kadar BOD. Proses aerasi juga dapat membantu mengendapkan partikel padat yang ada dalam air, sehingga memudahkan proses pemisahan antara air bersih dan limbah padat, yaitu proses di mana limbah yang memiliki ukuran padatan yang cukup besar akan jatuh karena gravitasi. Hal tersebut membantu mengurangi konsentrasi zat-zat berbahaya dalam air. Penelitian menunjukkan bahwa efektivitas penurunan BOD juga dipengaruhi oleh lama waktu aerasi dan kondisi lingkungan seperti pH dan suhu air. (Ashar, R. et al. 2020). Aerasi juga memiliki bermacam-macam metode yaitu *Cascade aerator*, *Multiple tray aerator*, dan *Bubble aerator*.

2.2.9. *Bubble aerator*

Bubble aerator merupakan metode aerasi dengan cara menyemburkan udara ke dalam air menggunakan diffuser, kemudian akan kontak efektif antara udara atau oksigen dengan BOD untuk menguraikan bahan organik. Cara model aerasi ini dengan cara menyemprotkan udara yang melalui dasar bak air yang diaerasi. Kuantitas udara yang dibutuhkan dalam aerasi tidak banyak gelembung-gelembung udara yaitu $\leq 0,3-0,5 \text{ m}^3 \text{ udara/m}^3$. Volume udara dapat mudah dapat naik dengan menggunakan alat. Metode injeksi udara sebagai *bubble aerator* digunakan untuk memberi udara dengan cara menginjeksi udara melalui bagian bawah tangki. Aerator jenis ini dikategorikan memiliki proses aerasi kecepatan tinggi (Ashar, R.

et al. 2020).

2.2.10. Spesifikasi Aquarium air pump

a. Identifikasi alat



HIKARI HK AP 2000
Mesin Aerator Gelembung Udara 1 Lubang

Spesifikasi :

- Tipe : Air Pump / Mesin Aerator
- Volt : 220 / 240 Volt
- Daya : 2,5 Watt
- Keluaran : 3 Liter / Menit

Gambar II.1 Aquarium Air Pump

b. Fungsi alat

Mesin aerator **Hikari HK AP 2000** untuk meningkatkan oksigen terlarut di dalam air.

c. Spesifikasi teknis

- 1) Buatan: PT. SURYA DUTA INTERNASIONAL
- 2) Merek: ARMADA
- 3) Tipe: Air Pump
- 4) Output: 3 L/menit
- 5) Daya motor: 2,2 watt

d. Cara kerja

- 1) Sambungkan mesin aerator ke filter
- 2) Mesin aerator ditempatkan di luar air untuk mencegah kerusakan akibat kontak langsung dengan air.
- 3) Masukkan filter ke dalam air.
- 4) Hubungkan kabel daya ke sumber listrik.

e. Kelebihan

Aquarium air pump merupakan bentuk aerasi di mana udara dimasukkan dalam bentuk gelembung-gelembung kecil, gelembung tersebut memiliki efisiensi transfer oksigen yang bagus dalam air, karena kadar oksigen di dalam air dinamai dengan oksigen terlarut,

artinya oksigen berbentuk gelembung-gelembung yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup dalam air (Pebrianti, N. et al. 2023).

f. Kekurangan

Penggunaan aquarium air pump meskipun meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air, proses degradasinya berlangsung cukup lama, karena gelembung udara yang berisi oksigen yang dikeluarkan oleh aerator dapat berupa gelembung besar atau kecil, gelembung tersebut berisi oksigen, gelembung besar akan hilang ketika telah mencapai permukaan diikuti dengan oksigen yang lenyap dalam udara, kemudian gelembung kecil akan lenyap dalam air, karena oksigen sudah digunakan oleh mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik (Nur *et al.*, 2023).

2.2.11. Faktor yang mempengaruhi aerasi

Berdasarkan Soeprijanto (2024) sebagai berikut:

a. Suhu

Suhu merupakan ukuran yang menunjukkan seberapa panas atau dingin suatu benda, termasuk air, dan dinyatakan dalam satuan derajat. Suhu yang tepat untuk proses aerasi berkisar antara, 20°C hingga, 30°C. Suhu dalam rentang ini dianggap optimal karena dapat mempengaruhi kelarutan oksigen dalam air, yang merupakan faktor penting dalam proses aerasi. Suhu di luar rentang 20°C-30°C, dapat menunjukkan adanya kandungan bahan kimia terlarut yang tinggi atau proses dekomposisi mikroorganisme yang tidak sehat (Marganda et al., 2023). Pengukuran suhu air dilakukan saat proses perlakuan berlangsung.

b. Kejenuhan oksigen

Kejenuhan oksigen adalah ukuran yang menunjukkan seberapa banyak oksigen terlarut dalam air dibandingkan dengan kapasitas maksimum yang dapat ditampung oleh air pada kondisi tertentu. Kejenuhan oksigen yang tepat untuk proses aerasi air limbah selama 8 jam adalah 70% (Ashar, R. et al. 2020). Pada tingkat kejenuhan oksigen tersebut, mikroorganisme dapat melakukan proses metabolisme dengan baik, yang sangat penting dalam penguraian bahan organik dalam air

limbah, maka dari itu tujuan aerasi adalah untuk mencapai tingkat kejenuhan yang optimal agar proses biologis dapat berjalan efisien (Fathar, 2023).

c. Karakteristik air

Pada saat air limbah batik mengalami proses aerasi, limbah cair batik berwarna lebih pekat, dan keruh karena tingginya konsentrasi zat warna, yang disebabkan oleh partikel terlarut, tersuspensi, dan senyawa koloidal dari proses pewarnaan, menghalangi penetrasi cahaya dan mempengaruhi fotosintesis mikroorganisme dalam pengolahan. Limbah ini berbau tajam akibat senyawa organik dan bahan kimia dari proses produksi, yang bisa menunjukkan adanya pencemar berbahaya (Fathar, 2023).

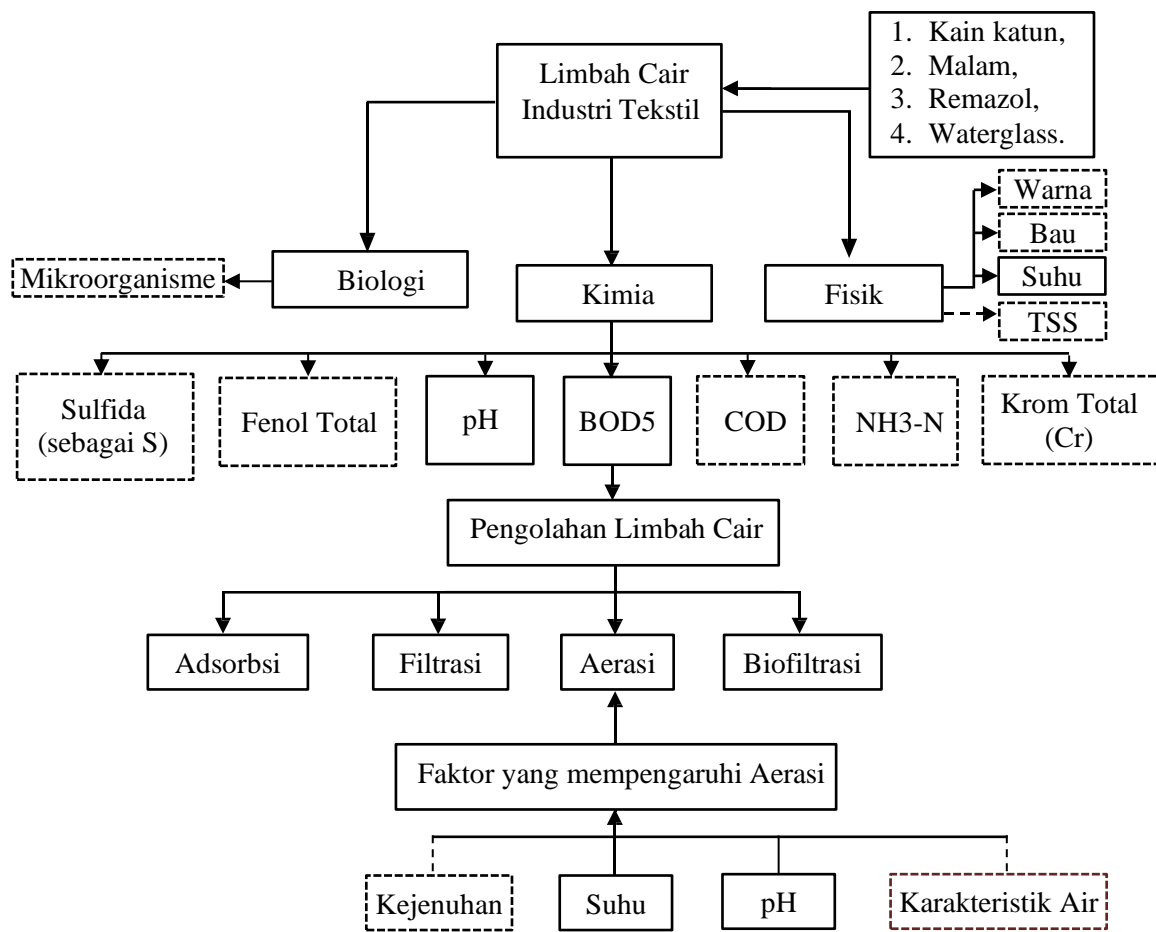
d. pH

pH (*potential of hidrogen*) merupakan keasaman, atau kebasaaan dalam air, yang mengacu pada ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Skala pH yang memiliki rentang dari 0 hingga 14, $pH < 7$: Larutan bersifat asam, $pH 7$ menunjukkan larutan yang bersifat netral, sedangkan $pH > 7$: Larutan bersifat basa (alkali). Pengukuran tingkat keasaman (pH) sangat penting untuk menentukan kualitas air. Kualitas air dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk keberadaan bahan organik dan anorganik. Dalam beberapa penelitian, nilai pH air limbah batik dapat mencapai angka yang lebih tinggi, seperti pH 9,89 (O'Dwyer, E. et al., 2020) dan bahkan pH 10,2. pH yang tepat untuk proses aerasi berkisar antara 6 hingga 9, rentang tersebut mendukung proses nitrifikasi untuk menurunkan kadar BOD, dengan cara membuang gas nitrit ke udara (Imam, 2023).

Menurut Peraturan Gubernur Jawa timur No. 72 Tahun 2013 rentang pH yang diperbolehkan pada limbah cair industri batik adalah antara 6 sampai 9, akan tetapi proses aerasi tidak secara langsung dapat menurunkan pH air limbah batik. Aerasi berfungsi menaikkan jumlah oksigen yang terlarut di dalam air, sehingga dapat membantu dalam proses pengolahan biologis, namun tidak dirancang untuk mengubah

pH secara langsung (Zhang, X. et al., 2021). Selama aerasi, mikroorganisme aerobik memecah kandungan organik di dalam limbah cair, menurunkan BOD, dan dapat meningkatkan pH menuju kondisi netral atau sedikit basa (Salim et al., 2024).

2.3. Kerangka Teori



Gambar II.2 Kerangka Teori

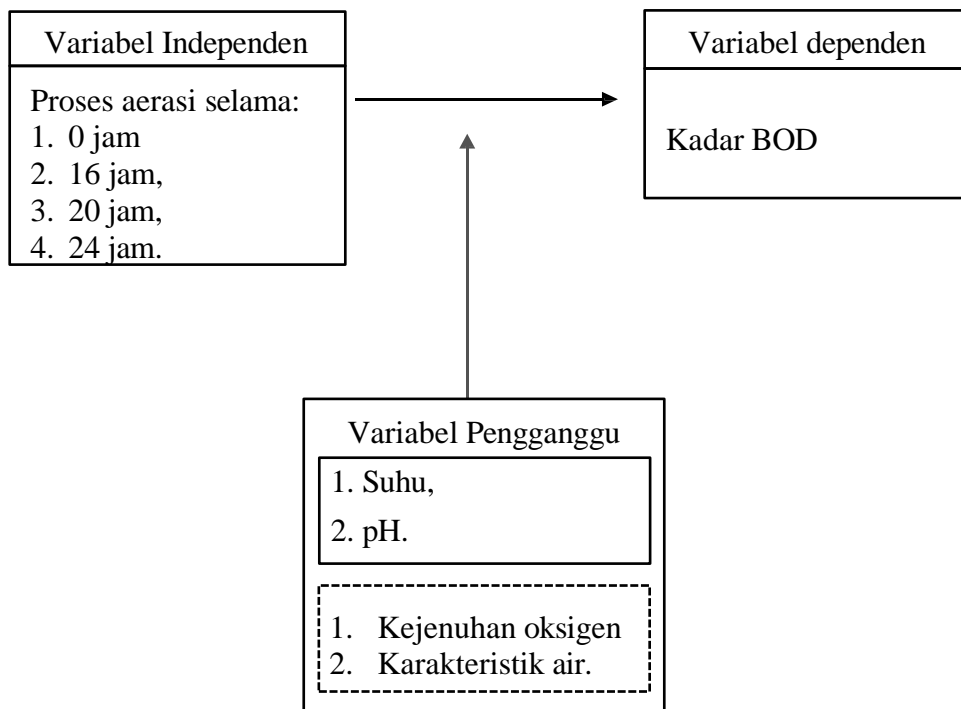
Keterangan :

————— : Diteliti

----- : Tidak diteliti

2.4. Kerangka Konsep

Kerangka ini menunjukkan bahwa variasi lama aerasi (variabel independen) mempengaruhi kadar kadar BOD limbah cair batik (variabel dependen). Selama proses aerasi berlangsung, terdapat variabel pengganggu yaitu suhu, pH, kejenuhan oksigen, dan karakteristik air yang dapat mempengaruhi penurunan kadar BOD. Oleh karena itu, suhu, pH, kejenuhan oksigen, dan karakteristik air harus dikendalikan agar tidak mengganggu lama waktu aerasi dan kadar BOD.



Gambar II.3 Kerangka Konsep

Keterangan :

Diteliti : _____

Tidak diteliti :