

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**A. Penelitian Terdahulu**

**Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu**

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Perbedaan Penelitian Terdahulu
1.	Selvi Ayu Sari, Nurhayati, Rofiq Sunaryanto (2022)	Pengaruh Penambahan <i>Effective Microorganisms</i> (EM4) Terhadap Kualitas limbah Cair Tahu Dengan Teknik Aerasi	Penelitian yang bertujuan untuk menentukan penurunan kadar kontaminan pada cairan limbah dengan mengolah limbah dengan larutan <i>Effective Microorganisms</i> (EM-4) menggunakan teknologi aerasi dengan waktu tinggal 1 hari, 3 hari, 5 hari, dan 8 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan EM4, tingkat kontaminan BOD mencapai 4218,82 mg/L (75,20%) dan COD mencapai 6341,70 mg/L (70,87%). Pada hari kelima, ada penurunan terbesar dalam parameter kekeruhan dan TDS, dengan kekeruhan sebesar 446,67 NTU (44,5 %) dan TDS sebesar 864,67mg/L (11,23%). Pada hari kelapan, kadar kekeruhan dan TDS meningkat, dengan kekeruhan sebesar 481 NTU	Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah terdapat pada Parameter BOD pada dan variasi volume ,dimana dengan menggunakan waktu 72 jam, menggunakan aerasi dan variasi EM <sub>4</sub> 1 ppm, 2 ppm .Sedangkan penelitian terdahulu menggunakan waktu 0 hari, 1 hari, 3 hari, 5 hari, 8 hari dan variasi volume 1L: 100ml

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Perbedaan Penelitian Terdahulu
			(40,25%) dan TDS sebesar 865 mg/L (11,19%).	
2.	Vitricia, Candra Dwiratna.W dan Hery Setyobudiarso (2022)	Efektivitas Metode Aerasi Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar BOD Dan COD Air Limbah Rps Laundry Kota Malang	Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah parameter BOD dan COD, sedangkan variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah perubahan waktu operasi pada 24 jam, 48 jam, 72 jam dan perubahan volume udara pada 6 L/menit dan 12 L. /mnt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan aerasi dengan waktu berjalan 72 jam dapat menurunkan beban pencemar BOD dan COD, dengan laju penyisihan masing-masing sebesar 90% dan 95%, Perlakuan aerasi dengan laju aliran 12 L/menit dapat menurunkan beban pencemar BOD dan COD . Mengurangi parameter pencemar BOD dan COD yaitu menurunkan parameter BOD sebesar 90% dan parameter COD sebesar 95%.	Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah terdapat pada parameter BOD pada waktu, debit udara dan jenis air limbah yang digunakan ,dimana dengan menggunakan waktu 72 jam, menggunakan aerasi debit aliran udara 15 L/menit dan variasi EM <sub>4</sub> 1 ppm, 2 ppm. Sedangkan penelitian terdahulu menggunakan variasi waktu operasional 24 jam, 48 jam, 72 jam dan variasi

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Perbedaan Penelitian Terdahulu
				debit udara 6 L/menit dan 12 L/menit
3.	Kartika Lingga Sari, Zulfikar Ali As, Hardiono (2017)	Penurunan Kadar BOD, COD Dan TSS Pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) Secara Aerob	Penelitian ini merupakan penelitian quasi eksperimental yang bertujuan untuk mengkaji penurunan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah tahu dengan mengolahnya dengan aktivator Effective Microorganism-4 (EM4) pada konsentrasi 0%, 3%, 5%, dan 0,7%. dengan sisa waktu 72 jam, 144 jam, dan 216 jam. Penelitian menunjukkan penurunan kadar limbah maksimum sebesar 7% seiring waktu ketika pemrosesan konsentrasi EM4 dilanjutkan selama 216 jam, nilai BOD 399,9 mg/L (88,8%), nilai COD 1355,2 mg/L (85,3%), TSS 287 mg/L (72,7 %).	Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah terdapat pada Parameter BOD pada waktu dan variasi volume ,dimana dengan menggunakan waktu 72 jam, menggunakan aerasi dan variasi EM <sub>4</sub> 1 ppm, 2 ppm.Sedangkan penelitian terdahulu menggunakan waktu tinggal 72 jam, 144 jam, 216 jam dan variasi variasi konsentrasi 0%,3%, 5% ,7%

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Perbedaan Penelitian Terdahulu
4.	Trisca Deffy, Widya Nilandita, Ida Munfarida (2020)	Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Larutan EM4 secara Anaerob-Aerob	Penelitian ini menggunakan metode pengolahan bioremediasi sistem anaerobik-aerobik. Cairan limbah tahu dan larutan EM4 ditambahkan ke dalam reaktor. Konsentrasi larutan EM4 yang digunakan pada penelitian ini adalah 1/20 dan 1/10. Penelitian berlangsung selama delapan hari. Berdasarkan temuan penelitian ini, penyesuaian konsentrasi dan waktu tinggal larutan EM4 memungkinkan menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS. Hari kedelapan mengalami penurunan kadar BOD, COD, dan TSS yang paling besar. Reaktor pertama memiliki konsentrasi BOD 1/10 dan efisiensi penyisihan sebesar 48,98%, begitu pula reaktor kedua.	Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah terdapat pada Parameter BOD pada waktu dan variasi volume ,dimana dengan menggunakan waktu 72 jam, menggunakan aerasi dan variasi EM <sub>4</sub> 1 ppm, 2 ppm. Sedangkan penelitian terdahulu menggunakan waktu tinggal 8 hari dengan kosentrasi 1/20 dan 1/10.
5	Eksa Agung Utomo, Nurhayati, Benjamin Lekatompessy	Efisiensi Penurunan Kadar BOD Dan TSS Dengan Bakteri	Menurut hasil penelitian, bakteri Kultur Bakteri Efisien-4 (EM4) digunakan untuk mengevaluasi efisiensi	Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Perbedaan Penelitian Terdahulu
(2022)		Kultur EM4 Pada Air Limbah Rumah Sakit Dengan Sistem Aerasi	mengurangi kadar BOD dan TSS pada limbah cair domestik rumah sakit. Untuk setiap parameter, hari ke-16 menunjukkan tingkat efisiensi tertinggi. Nilai BOD pada hari 0 adalah 20,035 mg/L, dan pada hari 16 adalah 6,087 mg/L, menurut pengulangan dua (Y2). Nilai rata-rata (Mean) BOD turun dari 20,029 pada hari 0 menjadi 5,555 pada hari 16, menunjukkan nilai efisiensi menyisihkan kadar BOD sebesar 72,3%.	terdapat pada Parameter BOD pada waktu dan variasi volume ,dimana dengan menggunakan waktu 72 jam, menggunakan aerasi dan variasi EM <sub>4</sub> 1 ppm, 2 ppm. Sedangkan penelitian terdahulu menggunakan waktu 4,8,12,16 hari
5.	Nurmala Maharani (2024)	Efektivitas Aerasi dan Penambahan EM <sub>4</sub> Dalam Menurunkan Kadar BOD Limbah Cair Tahu	Penelitian ini merupakan penelitian <i>Quasi-Experimental</i> . Dengan menggunakan perlakuan aerasi 72 jam dan EM <sub>4</sub> . Penelitian ini menggunakan variasi kontrol, aerasi 72 jam, aerasi 72 jam dan EM <sub>4</sub> 1 ppm, aerasi 72 jam dan EM <sub>4</sub> 2 ppm dengan replikasi sebanyak 3 dan volume air limbah 10 liter. Hasil penelitian yaitu kadar BOD sebelum	Variasi Volume yang digunakan ,penelitian ini menggunakan variasi waktu aerasi 72 jam dan EM <sub>4</sub> 1ppm dan 2 ppm, spesifikasi aerator yang digunakan berbeda dan juga jumlah limbah

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Objek Penelitian	Perbedaan Penelitian Terdahulu
			<p>perlakuan 227 mg/l. penurunan kadar BOD limbah cair tahu pada perlakuan kontrol sebesar 3,5%, pada aerasi 72 jam sebesar 15%, pada aerasi 72 jam dan EM<sub>4</sub> 1 ppm sebesar 20,2% dan aerasi 72 jam dan EM<sub>4</sub> 2 ppm sebesar 27,3%. Pada penelitian ini dikatakan tidak Efektif dikarenakan penurunan kadar BOD yang didapatkan masih belum memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam PERGUB JATIM No.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.</p>	<p>yang digunakan berbeda.</p>

## **B. Kajian Teori**

### **1. Limbah Cair**

#### **a. Pengertian Limbah Cair**

Limbah yang masih berbentuk cair dan dihasilkan selama operasional rumah atau industri disebut limbah cair. Selain berbagai bahan tersuspensi atau terlarut dalam air, limbah cair ini juga memiliki konsentrasi padatan tersuspensi (TSS), kebutuhan oksigen biologis (BOD), kebutuhan oksigen kimia (COD), dan keasaman (pH) yang tinggi. Residu organik dalam sampah dapat meningkatkan kadar nitrogen nitrat dan menghasilkan aroma yang tidak sedap, sedangkan suhu tinggi dalam limbah cair dapat menurunkan kadar oksigen dalam air dan membunuh kehidupan akuatik. (Purwaningsih *et al.*, 2021).

Limbah cair merupakan air bekas hasil berbagai proses kegiatan yang mengandung bahan pencemar atau pencemar berupa senyawa organik dan anorganik. Air limbah atau limbah cair umumnya dihasilkan dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan jenis limbah lainnya dan biasanya mengandung berbagai macam kontaminan (Martini *et al.*, 2020).

Limbah cair adalah limbah yang berwujud cair. Limbah cair ini selalu larut dalam air dan terus berpindah. Contoh limbah cair tersebut antara lain air untuk mencuci pakaian dan piring, serta limbah cair dari industri (Ela Hulasoh Yusran Daeng Matta, 2022).

#### **b. Dampak Limbah Cair**

Dampak negatif dari pembuangan limbah industri, seperti limbah cair yang mengandung senyawa berbahaya, terhadap masyarakat sekitar. Pembuangan limbah menghasilkan bahan kimia beracun, yang mendorong pertumbuhan kuman berbahaya. Pembuangan limbah cair yang tidak terkendali dapat menimbulkan berbagai masalah bagi individu, lingkungan, dan persediaan air, termasuk penyebaran penyakit dan patogen yang berbahaya bagi manusia., serta meningkatkan risiko terkena berbagai penyakit karena pencemaran kimia di sungai. Limbah cair yang sudah lama menjadi berwarna coklat kehitaman dan berbau busuk, dapat menyebabkan

gangguan pernafasan bagi masyarakat di sekitarnya (Purwaningsih *et al.*, 2021).

## 2. Limbah Cair Industri Tahu

Air digunakan secara luas dalam proses produksi industri tahu, baik sebagai sumber daya mentah untuk pembuatan atau untuk pencucian dan pendinginan. Hal ini disebabkan bahan baku kedelai mengandung berbagai unsur pangan seperti protein (34,9%), karbohidrat (34,8%), dan lemak (18,1%). Hasilnya adalah terdapat sejumlah besar bahan organik dalam limbah cair yang tersisa. Pertumbuhan mikroba sangat cocok dengan bahan organik ini. Karena limbah cair industri merupakan sumber pencemaran maka harus dikelola dengan baik. Sekitar 875 liter air limbah dihasilkan untuk setiap 35 kilogram bahan baku kedelai. Terdapat 2100–3800 mg/l padatan tidak larut, pH 4,5–5,7, kebutuhan oksigen biologis 1070–2600 mg/l, dan kebutuhan oksigen kimia 1940–4800 mg/l (Suyasa *et al.*, 2012).

Limbah cair tahu terdiri dari berbagai zat organik seperti protein, karbohidrat, lemak, dan zat terlarut yang mengandung padatan tersuspensi, ini adalah hasil sampingan dari proses pembuatan tahu. Jenis nutrisi organik yang paling banyak terdiri dari protein dan lemak, yang terdiri dari sekitar 40–60% protein dan 10% lemak, dan sekitar 20–50% karbohidrat. Kandungan organik yang tinggi mendorong aktivitas mikroba untuk memecah bahan organik secara biologis menjadi asam organik (Rasmito *et al.*, 2019).

Limbah tahu adalah limbah cair yang dihasilkan dari pengolahan kedelai yang tidak digunakan untuk membuat tahu. Cairan ini dihasilkan selama berbagai proses produksi tahu, seperti perendaman, pembersihan, pencetakan, dan sebagainya. Cairan ini dapat mencemari air dan menimbulkan bau yang tidak sedap (Pagoray *et al.*, 2021).

Limbah cair tahu yang sangat tinggi dihasilkan selama proses pengepresan, perebusan, pencucian, dan pencetakan. Karena tahu memiliki kandungan BOD dan COD yang tinggi serta sebagian besar terdiri dari bahan organik, pembuangan langsung ke badan air tentu akan menurunkan daya dukung lingkungan (Subekti, 2011).

### 3. Dampak Limbah Cair Tahu

Pencemaran bahan organik dari limbah industri tahu memberikan dampak negatif terhadap kehidupan biotik. Kualitas udara memburuk ketika kandungan bahan organik meningkat. Metabolisme adalah proses dimana organisme mengubah senyawa organik kompleks menjadi senyawa sederhana. Kondisi ini menghasilkan produk pemecahan seperti asam asetat, hidrogen sulfida, metana, amonia, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida. Senyawa ini beracun bagi sebagian besar makhluk air, sehingga menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap (Kaswinarni, 2008).

Selain menampung bahan tersuspensi dan terlarut, limbah cair juga mengalami transformasi fisik, kimia, dan biologis. Modifikasi ini dapat menghasilkan senyawa beracun atau memungkinkan kuman penyakit atau bakteri lain berkembang biak, sehingga berbahaya bagi produk tahu. Air limbah yang tidak diolah akan mengeluarkan bau yang tidak sedap dan berwarna coklat tua. Bau yang tidak sehat ini dapat menyebabkan penyakit pernafasan. Air limbah yang masuk ke air tanah tidak layak untuk digunakan di sumur air. Sampah yang dibuang ke sungai mencemari air dan dapat menyebabkan penyakit termasuk kolera, diare, radang usus besar, ruam, dan penyakit lain yang berhubungan dengan air kotor dan sanitasi yang tidak memadai (Kaswinarni, 2008). Karena tingginya kadar COD dan BOD, limbah cair yang berasal dari produk samping proses produksi industri tahu sebaiknya tidak langsung dibuang ke lingkungan (Arifan *et al.*, 2021).

Limbah cair tahu juga memiliki beberapa karakteristik penting diantaranya (Amri & Widayatno, 2023):

a. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik disebut COD, dan oksigen tersebut disebut  $\text{KMnO}_4/\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Nilai COD merupakan ukuran jumlah molekul organik yang teroksidasi secara spontan dalam air akibat aktivitas mikroorganisme sehingga jumlah oksigen terlarut dalam air turun.

b. *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS adalah zat tidak larut yang mengapung di air. Padatan tersuspensi erat kaitannya dengan kekeruhan air. Tingginya kadar padatan tersuspensi berarti air menjadi keruh.

c. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah pengukuran oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, khususnya bakteri, untuk menguraikan bahan organik dalam lingkungan aerobik. BOD adalah jumlah oksigen yang diambil bakteri di udara akibat masuknya bahan organik (Masri, 2013).

BOD mengukur berapa banyak oksigen yang dibutuhkan mikroba untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air limbah dan sampel air yang terkontaminasi (Prambudy *et al.*, 2019).

BOD mengukur berapa banyak oksigen yang digunakan komunitas bakteri di lingkungan perairan sebagai respons terhadap asupan bahan organik yang dapat terbiodegradasi. Menurut beberapa ahli, BOD didefinisikan tidak hanya sebagai jumlah oksigen yang ada di udara, tetapi juga sebagai jumlah sampah organik yang dapat terurai secara hayati. Analisis BOD adalah teknik yang memakan waktu. Suhu udara memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kapan bakteri ini memulai oksidasi metabolik. Analisis dilakukan pada suhu  $20^\circ\text{C}$ , yang merupakan suhu prosedur standar. Suhu udara rata-rata di Indonesia adalah  $25\text{-}30^\circ\text{C}$ , yang mempengaruhi lama inkubasi dan aktivitas bakteri pendegradasi (Dwi Santoso, 2018).

#### 4. Pengolahan Limbah

Beberapa upaya telah dilakukan untuk menciptakan metode pengolahan limbah cair dari produsen tahu. Ada tiga macam prosedur pengolahan yang telah dikembangkan diantaranya (Wisudawati, 2019) :

##### a. Cara Fisika

Metode ini memisahkan limbah cair dari sebagian beban polutan, sebagian besar padatan tersuspensi atau koloid, dengan menggunakan kekuatan fisik. Dua metode dapat diterapkan pada air limbah industri yaitu sedimentasi dan penyaringan. Tujuan utama dari proses filtrasi media filter adalah untuk membersihkan dan memisahkan padatan tersuspensi dan partikel kasar dari limbah cair. Gravitasi digunakan dalam proses pengendapan untuk mengekstraksi flok padat dari aliran air.

##### b. Cara Kimia

Metode kimia menggunakan proses kimia tambahan atau penambahan bahan kimia untuk menghilangkan atau menahan polutan dari limbah cair. Air limbah dari usaha tahu dapat diolah dengan menggunakan prosedur seperti koagulasi, flokulasi, dan netralisasi.

##### c. Cara Biologi

Dengan menggunakan penyebar air atau mikroba, teknik biologis ini menurunkan jumlah bahan organik terlarut. Rekayasa biologi pada dasarnya menyederhanakan molekul yang rumit menjadi molekul yang lebih sederhana. Suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan inhibitor terutama zat berbahaya, semuanya sangat dipengaruhi oleh proses ini. Selain tumbuhan air yang tersedia, mikroorganisme seperti bakteri, alga, atau protozoa dapat digunakan dalam proses pengolahan limbah.

## 5. EM<sub>4</sub>



**Gambar 2. 1 Produk EM<sub>4</sub> Untuk Limbah**

EM<sub>4</sub> adalah cairan berwarna cokelat berbau rasa asam manis yang mengandung campuran beberapa mikroorganisme hidup yang bermanfaat. Seorang ilmuwan terkenal bernama Teruo Higa adalah pencipta teknologi Effective Microorganism-4 (EM<sub>4</sub>) (Hanifianto & Rifki, 2017).

EM<sub>4</sub> tersusun dari bakteri *Lactobacillus sp* yang banyak ditemukan pada yogurt berbahan dasar susu, juga terdiri dari banyak mikroorganisme, seperti ragi, *Actinomycetes*, *Rhodopseudomonas sp*, dan bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas sp*). Bakteri dalam asam laktat mempunyai kemampuan mendegradasi bahan organik dan menghasilkan asam laktat yang memperlambat degradasi bahan organik. Selain itu, proses fermentasi (*Saccharomyces sp.*) berfungsi mengubah bahan organik menjadi zat yang lebih halus (Sari *et al.*, 2017).

Ragi, *actinomycetes*, bakteri asam laktat, bakteri fotosintesis, dan jamur fermentasi yang terkandung dalam EM<sub>4</sub>. Bakteri fotosintetik mengikat nitrogen di atmosfer, membuat asam amino, asam nukleat, dan senyawa aktif biologis dari gas beracun, dan membuat molekul bermanfaat. Bakteri asam laktat bertanggung jawab atas fermentasi bahan organik menjadi asam laktat, percepatan pemecahan lignin dan selulosa, dan penggunaan asam laktat yang dihasilkan sebagai penghambat patogen. *Actinomycetes* mensintesis senyawa antimikroba dengan menggunakan asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintetik. Selain memproduksi hormon dan enzim, ragi juga mengeluarkan

bahan kimia yang berperan sebagai substrat bagi *actinomycetes*, yang merupakan mikroba bermanfaat. Bahan organik dengan cepat dipecah oleh jamur fermentasi, yang juga menghasilkan ester alkohol antibakteri yang mengusir hama dan ulat serta menghilangkan bau. (Hanifianto & Rifki, 2017):

a. Bakteri Fotosintetik (*Rhodospseudomonas sp.*)

Bakteri ini dapat hidup dan berkembang biak dengan sendirinya. Bakteri ini menghasilkan molekul berharga (termasuk asam amino, asam nukleat, zat bioaktif, dan gula). Produk sampingan dari metabolisme ini dapat segera dicerna dan digunakan sebagai bahan bakar oleh bakteri lain, sehingga menyebabkan populasinya bertambah.

b. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*)

Bakteri ini dapat membatasi pertumbuhan dan mempercepat penguraian bahan organik dengan mendegradasi dan memfermentasi bahan organik seperti selulosa dan lignin, serta mengurangi produksi bahan kimia beracun yang dapat dihasilkan dari bahan organik berbahaya.

c. Ragi / Yeast (*Saccharomyces sp.*)

Selama fermentasi, ragi menghasilkan bahan kimia bioaktif termasuk hormon dan enzim, yang meningkatkan jumlah sel aktif. Kemudian, ragi mengubah asam amino asam dan gula yang dihasilkan oleh bakteri fotosintetik atau bahan organik menjadi senyawa yang dapat digunakan. Sekresi ragi sangat cocok dengan bakteri *actinomycetes* dan asam laktat.

d. *Actinomycetes*

*Actinomycetes* menggunakan asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintetik untuk menghasilkan senyawa antimikroba. Antibiotik ini menghambat perkembangan bakteri dan jamur. *Actinomycetes* dan bakteri fotosintetik meningkatkan aktivitas antibakteri, yang meningkatkan kualitas lingkungan.

e. Jamur Fermentasi

Fermentasi jamur mendegradasi bahan dengan cepat, menghasilkan alkohol, ester, dan zat antibakteri. Pertumbuhan jamur ini membantu menghilangkan bau dengan menghilangkan sumber makanan serangga dan ulat. Setiap spesies mikroba memiliki fungsi tertentu, dengan bakteri fotosintetik memainkan peran paling penting. Bakteri ini menggunakan sumber daya yang diciptakan oleh kuman lain untuk membantu operasinya.

Penguraian bahan organik dipercepat ketika bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) dalam EM<sub>4</sub> memfermentasi bahan organik dalam air limbah sehingga menghasilkan senyawa asam laktat. Selanjutnya upaya kerjasama *Saccharomyces sp.* jamur fermentasi dan bakteri asam laktat memecah molekul organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana, sehingga menghasilkan hasil yang diinginkan (Walandow *et al.*, 2020)

6. Aerasi

Aerasi adalah proses peningkatan konsentrasi oksigen di udara sehingga meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut. Aerasi didefinisikan sebagai proses pencampuran udara dengan udara atau bahan lain untuk membawa udara rendah oksigen bersentuhan dengan udara atau oksigen. Karena proses aerasi menitik beratkan pada mekanisme biologis maka diperlukan pengolahan secara fisik. Aerasi adalah metode yang melibatkan kontak intim dengan udara untuk meningkatkan kadar oksigen. Senyawa yang mudah menguap seperti metana dan hidrogen sulfida dapat dihilangkan dengan meningkatkan jumlah oksigen. Konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer akan berkurang. Setelah teroksidasi, mineral terlarut seperti besi dan mangan menghasilkan endapan yang dapat dihilangkan melalui sedimentasi dan filtrasi (Yuniarti *et al.*, 2019).

Proses aerasi terutama melibatkan perpindahan oksigen dari fasa gas ke fasa cair. Dalam pengolahan air, fungsi utama aerasi adalah untuk melarutkan oksigen di udara, meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dan melepaskan gas terlarut di udara (I Ketut Daging *et al.*, 2022).

Memanfaatkan proses aerasi sangat penting untuk pengolahan limbah karena memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob dapat berkembang biak dengan baik jika ada jumlah oksigen yang mencukupi selama proses biologi. Hal ini akan berkontribusi pada penurunan jumlah zat organik yang ada dalam air limbah (Yuniarti *et al.*, 2019).

Salah satu cara pengambilan zat pencemar adalah dengan menambah oksigen, atau aerasi, agar konsentrasi zat pencemar turun atau bahkan dihilangkan sama sekali (Zulya *et al.*, 2022). Menambahkan aerasi ke dalam air limbah dapat menurunkan kadar BOD, kadar BOD dapat turun akibat meningkatnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah melalui aerasi. Hal ini akan memenuhi kebutuhan mikroorganisme untuk mengoksidasi dan mendegradasi senyawa dalam air limbah, sehingga akan menurunkan kadar BOD (Zahra, 2022).

Secara umum, aerasi adalah proses memasukkan oksigen ke dalam air agar konsentrasi oksigen di dalam air meningkat dan air dihamburkan ke udara agar tiap butir air menyerap oksigen dari udara (Darmawi *et al.*, 2022). Mikroorganisme aerobik memetabolisme molekul organik dengan adanya oksigen dan menciptakan sel-sel baru yang lebih stabil. Ini menghasilkan CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan H<sub>2</sub>O ditambah sel-sel baru (Vitricia *et al.*, 2022)

## 7. Proses Penguraian BOD

Bakteri EM4 memfermentasi molekul organik lebih cepat dibandingkan bakteri normal. Bakteri asam laktat pada EM4, bersama dengan jamur fermentatif (*Saccharomyces sp.*), memfermentasi molekul organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana, sehingga mempercepat degradasi komponen organik dalam limbah cair (Deffy, 2020).

Pendekatan utama untuk menurunkan BOD adalah pengolahan biologis anaerobik. Strategi proses untuk mengisi waktu juga dapat membantu

meminimalkan tingkat BOD. Kandungan BOD pada cairan ampas tahu semakin menurun seiring dengan semakin lamanya pengolahan. Peningkatan kadar BOD dapat mengindikasikan penurunan jumlah bahan organik atau nutrisi dalam limbah cair, sehingga mengakibatkan penurunan populasi mikroba.

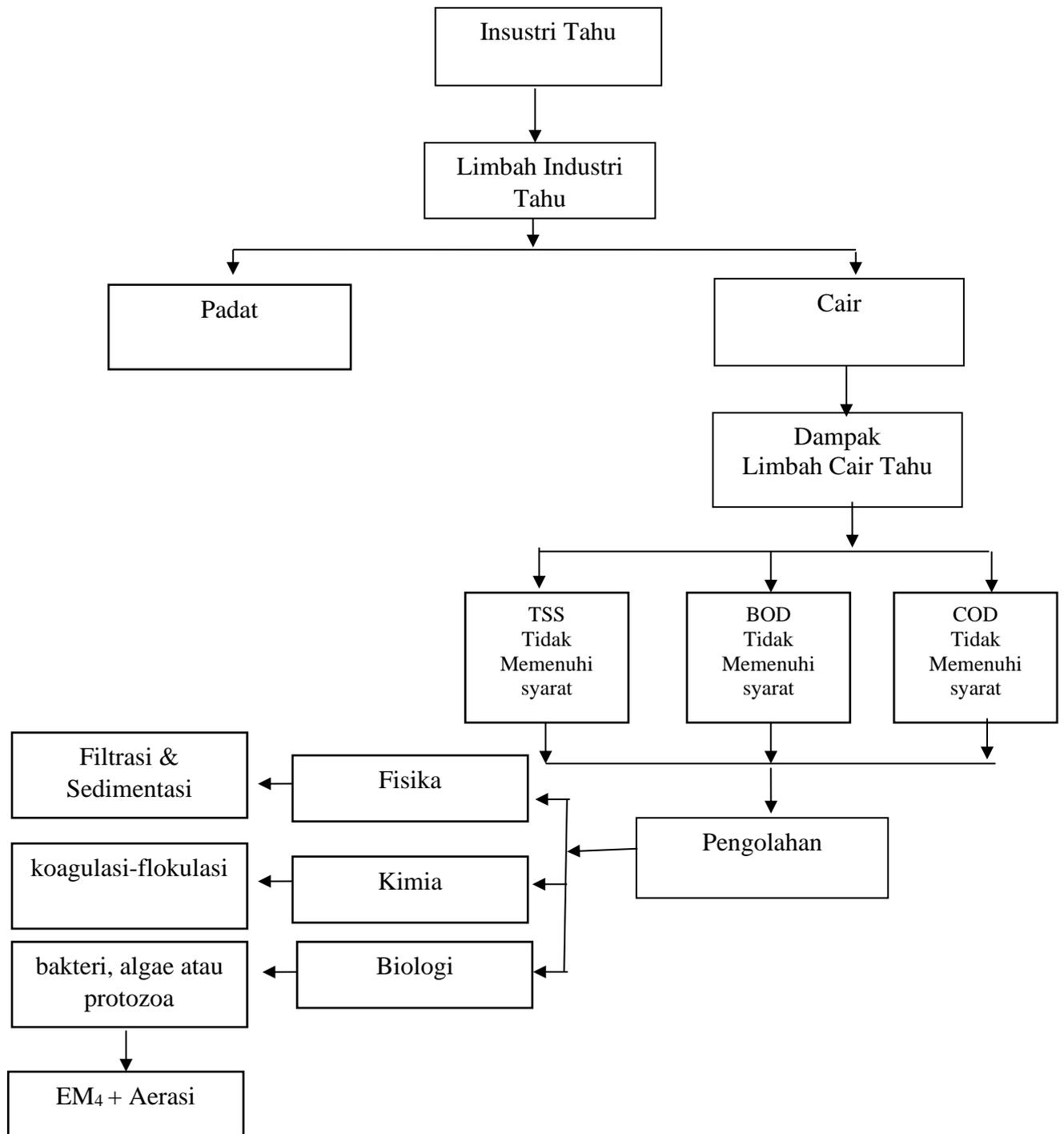
Reaksi penguraian senyawa organik pada limbah cair tahu oleh mikroorganisme yaitu (Deffy, 2020) :



Dijelaskan dari reaksi di atas bahwa bahan organik diubah oleh mikroorganisme menjadi senyawa organik sederhana seperti CO<sub>2</sub>, dan proses perombakan ini memiliki kemampuan untuk menurunkan nilai BOD.

### C. Kerangka Teori

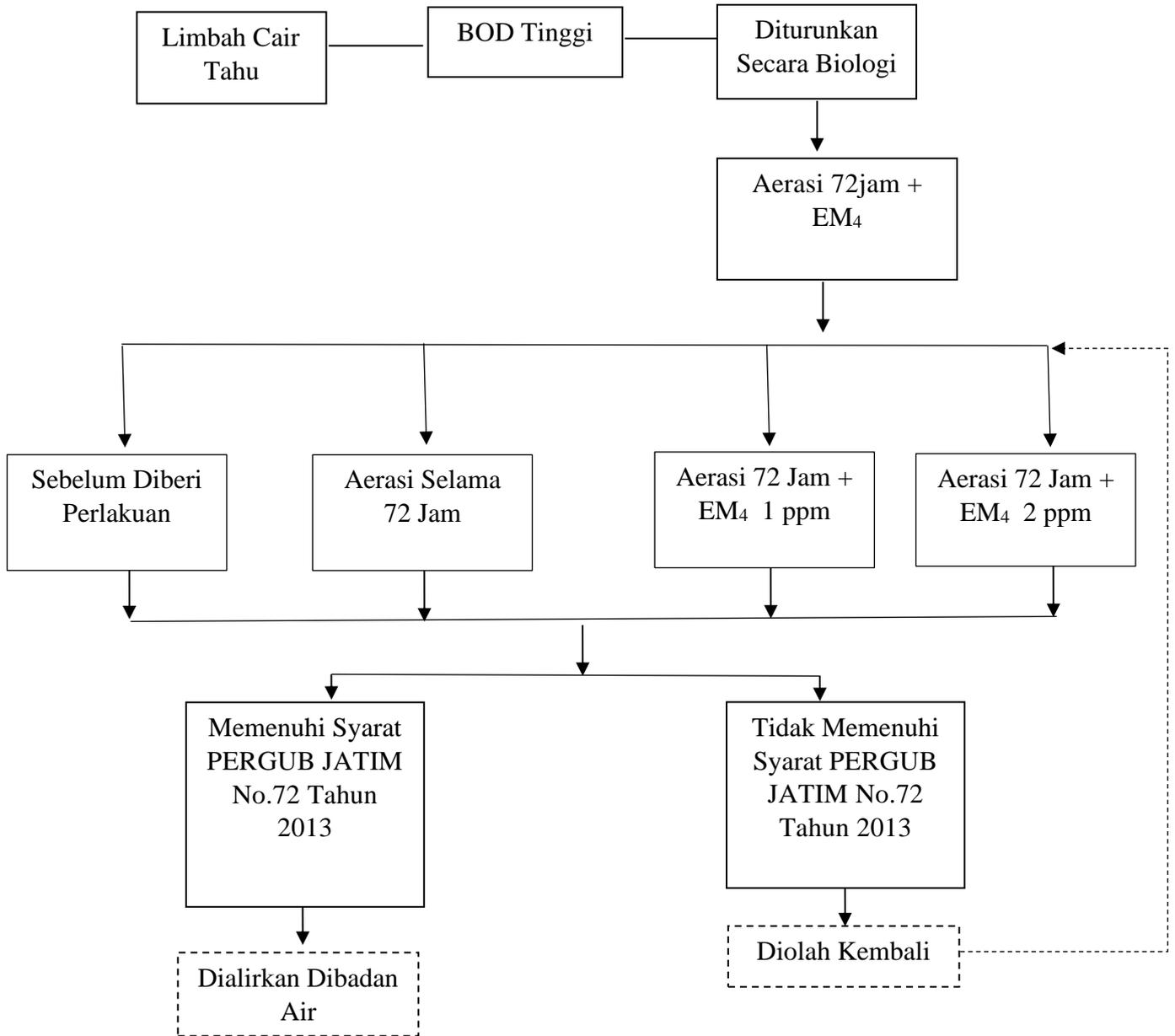
Kerangka teori karya ilmiah berjudul “Variasi Volume Penambahan EM<sub>4</sub> Dalam Menurunkan Kandungan BOD Pada Limbah Cair Tahu”, yaitu :



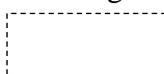
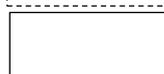
Gambar 2. 2 Kerangka Teori

#### D. Kerangka Konsep

Kerangka konsep judul “ Perbedaan Variasi Volume Penambahan EM<sub>4</sub> Dalam Menurunkan Kandungan BOD Pada Limbah Cair Tahu” sebagai berikut :



Keterangan:

-  = Variabel Tidak Diteliti
-  = Variabel Diteliti

Gambar 2. 3 Kerangka Konsep