

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu menjadi referensi dalam penelitian untuk mencari perbandingan serta menjadi inovasi baru untuk penelitian selanjutnya berikut merupakan penelitian terdahulu yang masih berkaitan dengan tema ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Penelitian Tedahulu

No	Nama Peneliti/ tahun	Judul	Metode penelitian	Hasil penelitian
1.	(Aniriani dkk., 2022)	Efektivitas penambahan (MBBR) terhadap kualitas air limbah instalasi pondok pesantren mahasiswa universitas islam lamongan pengolahan air limbah	Kualitatif	Hasil yang diperoleh dari pengujian IPAL pondok pesantren mahasiswa universitas islam lamongan, dalam pengujian parameter fisika, kimia dan biologi MBBR dapat menurunkan kadar TSS, COD, BOD dan Amonia berturut-turut sebesar 73,57%, 35,50%, 61,75% dan 29.10%. Sedangkan parameter yang mengalami kenaikan yaitu parameter pH kemudian minyak dan lemak sebesar 10, 44%, 19,14% indeks MPN pada pengujian <i>coliform</i> berjumlah 8/100 ml. Penelitian ini menyimpulkan bahwa MBBR hanya dapat menurunkan kdar TSS,COD Dan BOD, amoniak. Persentase penurunan paling tinggi terdapat pada parameter BOD dan persentase penurunan paling rendah yakni Amoniak.
2.	(Anisa dkk., 2019)	Pengaruh aplikasi <i>moving bed biofilm reactor</i> (MBBR) untuk pengolahan	Kualitatif	Pengolahan <i>leachate</i> sampah dilakukan secara fisika, kimia atau biologi tergantung pada karakteristik lindi. Uji coba pengolahan air lindi dengan teknologi aerasi menggunakan

		limbah air lindi (<i>leachate</i>) secara aerobik terhadap kualitas air		biofilm atau sistem pertumbuhan melekat MBBR untuk menurunkan kandungan bahan pencemar. Pengolahan dilakukan selama 10 hari olah menggunakan sistem kontinu, membandingkan reaktor tanpa biofilm (kontrol), reaktor MBBR menggunakan media k1 (<i>kaldness</i>) sebagai filter dan tempat melekatnya mikroorganisme serta reaktor. Volume yang digunakan 5 liter lindi untuk setiap reaktor. Dari pengolahan yang dilakukan diperoleh penurunan BOD adalah 64%, 73%, dan 75%; COD adalah mengalami kenaikan 8%, 14,3%, dan 35,8%; TKN adalah 44,44%, 56,73%, dan 75,7%, Fe adalah 9,041 (<i>influent</i>); 8,033 9,0543 dan 5,053 .
3.	(Alisa dkk., 2020)	Penurunan kandungan polutan pada air limbah industri tempe menggunakan <i>moving bed biofilm reactor</i> (MBBR)	Kualitatif	Industri tempe yang menghasilkan limbah yang dapat menjadi permasalahan bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Dengan menggunakan MBBR media yaitu k1 <i>Kaldness</i> dengan variasi media (0%),20%,40% dengan menggunakan reactor gelembung halus dengan waktu 8 jam yang paling efektif yaitu dengan menggunakan media 40% mampu menurunkan COD sebesar 87,89% BOD 86,91%, TSS 85,98% dan PO 82,93%
4.	(Harissa dkk., 2024)	Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Dengan Menggunakan Metode <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR) Dan Filtrasi .	Kualitatif Dengan Metode MBBR dan Filtrasi	Dari penelitian tersebut di peroleh efisiensi pengolahan parameter TSS dan BOD dengan menggunakan metode MBBR dan Filtrasi berturut - turut adalah 89.6% dan 88% dan hasil pengujian TSS, pH, dan BOD setelah proses pengolahan menggunakan metode MBBR dan filtrasi 20,8 mg/l. 7,09 mg/l 16,2 mg/l dan telah sesuai dengan baku mutu

				berdasarkan PerMenLH no 5 Tahun 2014
5.	(Audri, 2024)	Pengolahan limbah cair industri menggunakan metode <i>moving bed biofilm reactor</i> (MBBR) bermedia kaldness dalam menurunkan COD dan BOD	Kualitatif dengan metode MBBR	Penelitian ini dilakukan pada industri pencetakan dengan media Lukis menggunakan tinta .Dengan menggunakan MBBR Tingkat penurunan COD Dan BOD dengan rentan waktu 90 menit dengan menambah koogulan 55 yaitu 139 mg/l , sedangkan kadar BOD kontak waktu 90 menit dengan menambahkan resin 55 mg/l didapatkan hasil yaitu 54 mg/l .

Penelitian dengan menggunakan MBBR sudah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Pengurangan polutan pada limbah tempe banyak dilakukan dengan menggunakan metode fisika kimia maupun biologi. Penelitian sederhana dapat dilakukan karena mudah dilakukan dan ekonomis yang rendah serta ramah lingkungan.

2.2. Air Limbah

Air limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga). Limbah lebih dikenal sebagai sampah, yang keberadaannya sering tidak dikehendaki dan mengganggu lingkungan, karena sampah dipandang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah industri berasal dari kegiatan industri, baik karena proses secara langsung maupun proses secara tidak langsung (Wahyudi A, 2022).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah atau air buangan

adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup.

2.3 Sumber Air Limbah

Air limbah yang dapat merusak ekosistem lingkungan berasal dari sumber antara lain yakni :

1. Air limbah rumah tangga terdiri dari 3 fraksi penting yaitu Tinja (*faeces*), berpotensi mengandung mikroba *pathogen*. Air seni (*urine*), umumnya mengandung Nitrogen dan Posfor, serta kemungkinan kecil mikroorganisme. *Grey water*, merupakan air bekas cucian dapur, mesin cuci dan kamar mandi.
2. Air limbah industri berbeda dengan air limbah rumah tangga, zat-zat yang terkandung dalam air limbah industri sangat bervariasi sesuai dengan pemakaiannya di masing-masing industri, oleh sebab itu, dampak yang diakibatkannya juga sangat bervariasi, bergantung kepada zat-zat yang terkandung di dalamnya.
3. Perkotaan (*municipal wastewater*), air limbah yang berasal dari perkantoran dan perdagangan .

2.4 Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik limbah cair terbagi menjadi 3 bagian yaitu : karakteristik fisika, kimia dan biologi (Wahyu R, 2023).

2.4.1 Karakteristik Fisika

Karakter fisik air limbah ditentukan oleh polutan yang masuk ke dalam air limbah dan memberikan perubahan fisik pada air limbah tersebut. Karakter fisik tersebut adalah suhu, kekeruhan, warna dan bau yang disebabkan oleh adanya bahan tersuspensi dan terlarut didalamnya. Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau dan warna dan juga temperatur (Butler dkk., 2022).

2.4.2 Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia air limbah ditentukan dengan adanya polutan dari bahan kimia tersebut terdapat dalam bentuk terlarut dalam bentuk ion-ion dan tersuspensi dalam bentuk senyawanya. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Selain itu, akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun (Butler dkk., 2022).

2.4.3 Karakteristik Biologi

Air limbah biasanya mengandung mikroorganisme yang memiliki peranan penting dalam pengolahan air limbah secara biologi, tetapi ada juga mikroorganisme yang membahayakan bagi kehidupan. Mikroorganisme tersebut antara lain: bakteri dan jamur.

2.5 Proses Pembuatan Tempe

Tempe adalah makanan tradisional yang berasal dari Indonesia, tempe adalah makanan yang terbuat dari kacang kedelai yang diproses melalui tahap fermentasi dengan menggunakan ragi tempe. Ragi tempe atau kapang yang digunakan yaitu *Rhizopus sp*, kapang akan membentuk hifa, hifa adalah benang-benang berwarna putih yang halus dan akan menumpuk dipermukaan biji kacang-kacangan yang akan dibuat tempe, yang akan membentuk miselium yang berwarna putih (Vigna dkk., 2025). Tempe yang dikenal luas oleh masyarakat Indonesia biasanya adalah tempe yang berbahan dasar kedelai. Selain tempe kedelai, ada juga tempe yang berbahan dasar selain kedelai, contohnya tempe lamtoro berbahan dasar biji lamtoro, tempe benguk yang berbahan dasar biji benguk, tempe bungkil berbahan dasar bungkil kacang tanah, tempe gembus yang berbahan dasar bungkil tahu dan tempe bongkreng berbahan dasar bungkil kelapa (Astuti, 2024).

Proses pembuatan tempe dibagi menjadi dua cara, yaitu cara tradisional dan cara baru. Pada proses pembuatan secara tradisional, tempe mula-mula direbus, lalu dikupas dan dibuang kulitnya, dicuci, direndam semalaman, direbus, didinginkan, diberi bibit tempe (kapang tempe) diperang dalam bungkus, atau ditutup menggunakan daun pisang. Sementara itu cara pembuatan tempe baru di mulai dengan pengupasan kering biji kedelai dengan mesin pengupas, kemudian direbus sampai suhu mendidih. Direndam dalam air perebusan selama 22 jam, dicuci untuk menghilangkan kulit yang mungkin masih tersisa, komposisi zat gizi 100 BDD dan direbus kembali selama 2- 3 jam. Ditiriskan sampai bagian luarnya mengering dan

diberi kapang tempe sampai merata kemudian dimasukkan kantong plastik 200 gram. Kantong plastik diberi lubang berukuran 4 cm lalu diperam (fermentasi) selama 14-16 jam (Astuti, 2024).

2.6 Limbah Cair Tempe

Setiap proses pengolahan produksi pasti akan menghasilkan limbah, termasuk dalam produksi tempe. Limbah produksi tempe termasuk ke dalam limbah jenis *biodegradable*, yang merupakan limbah hasil proses pengolahan yang dapat dihancurkan oleh mikroorganisme. Senyawa organik yang terdapat di dalam limbah produksi tempe akan dihancurkan oleh bakteri. Proses penghancuran tersebut berjalan lambat dan diiringi dengan bau busuk yang menyebar (Rajagukguk, 2020).



Gambar 2.1 Air Limbah Tempe

2.6.1. Karakteristik Limbah Tempe

Pada limbah industri tempe terdapat dua karakteristik. Karakteristik tersebut adalah karakteristik fisika dan kimiawi. Pada karakteristik fisika limbah yang

termasuk karakteristik fisika yaitu padatan total, bau, suhu, dan warna. Untuk karakteristik kimiawi limbah yang termasuk karakteristik kimiawi yaitu bahan anorganik, bahan organik, dan gas dari industri tempe. Pada limbah hasil industri tempe, limbah bahan organik sangat tinggi dibandingkan limbah lainnya. Dalam limbah bahan organik terdapat senyawa-senyawa yang terkandung pada limbah seperti minyak, lemak, protein, dan karbohidrat. Pada senyawa yang terkandung dalam limbah bahan organik yang paling tinggi persentasenya ialah protein sebesar 40% - 60%. Untuk senyawa lain seperti karbohidrat sebesar 25% – 50%, dan lemak sebesar 10%. Semakin banyak jumlah dan jenis bahan yang digunakan semakin banyak pula limbah bahan organik, hal tersebut akan menyulitkan dalam pengelolaan limbah dikarenakan beberapa zat yang sulit untuk diuraikan oleh mikroorganisme (Rajagukguk, 2020).

Limbah cair yang dihasilkan dari industri tempe pada proses pemasakan kedelai, pencucian kedelai, serta pencucian peralatan dan pembersihan lantai. Limbah cair yang dihasilkan berupa karakteristik bahan organik padatan yang tersuspensi seperti kulit, selaput lendir, dan bahan organik lainnya. Warna putih keruh yang dihasilkan pada limbah cair berasal dari hasil pembuangan proses rendaman kedelai, pencucian peralatan proses produksi, peralatan dapur, dan peralatan lainnya dalam industri tempe. Bau yang terdapat dalam limbah timbul akibat adanya aktivitas mikroorganisme yang menguraikan zat organik atau berasal dari reaksi kimia yang terjadi sehingga menghasilkan gas tertentu.

Adapun parameter yang dapat diukur dari limbah cair tempe adalah BOD, COD, TSS dan pH.

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dan tersuspensi dalam keadaan aerobik (Rezky 2023). Bahan organik yang terdekomposisi antara lain karbohidrat, protein dan lemak. Bahan organik yang mudah terurai umumnya berasal dari limbah pertanian, pertambangan dan industri. Hal tersebut menyebabkan kadar oksigen dalam air berkurang.

Kadar BOD berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan pengolahan kedelai yaitu 150 mg/l. Kadar BOD dalam air limbah yang tinggi terjadi karena pemecahan bahan organik berlangsung secara aerob sehingga mengakibatkan kualitas air akan menurun dan organisme air akan mati.

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air semakin tinggi nilai COD, maka jumlah bahan organik yang teroksidasi semakin tinggi dalam air, kadar COD yang rendah menyebabkan kondisi di perairan menjadi kondisi anaerob sehingga menimbulkan permasalahan di perairan. Kadar COD Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai yaitu 300 (Wahyu R., 2023).

c . *Potential Of Hydrogen (pH)*

pH atau derajat keasaman adalah parameter untuk kualitas air,pH berpengaruh dalam proses pengolahan air limbah,jika nilai pH terlalu rendah menyebabkan penurunan oksigen terlarut (Notonegoro & Priyambada, 2023). Nilai pH berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai yaitu 6 - 9 agar tidak mencemari lingkungan .

d. *Total Suspended Solid (TSS)*

Material padatan tersuspensi (TSS) merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi heterogen, yang berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Jiyah dkk., 2016) Nilai konsentrasi padatan tersuspensi total yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesa tumbuhan air baik yang mikro maupun makro sehingga oksigen yang dilepaskan tumbuhan menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan menjadi mati (Sudarsono & Sukmono, 2016).

Kadar TSS berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai yakni 100 mg/l. TSS berhubungan erat dengan tingkat kekeruhan air, semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi tersebut maka air semakin keruh (Sudarsono & Sukmono, 2016).

2.6.2 Dampak Limbah Cair Tempe

Industri tempe skala rumah tangga pada umumnya tidak memiliki sistem pengelolaan air limbah cair yang baik. Air limbah cair tempe biasanya disalurkan

melalui drainase dan kemudian dialirkan ke perairan (Sungai). Pembuangan limbah cair ini dapat merusak biota yang ada di air serta merusak ekosistem yang ada. Beberapa pencemaran yang ada pada limbah cair tempe yakni bau tidak sedap, air menjadi kotor dan minimnya oksigen (Ashari & Faryandi, 2019).

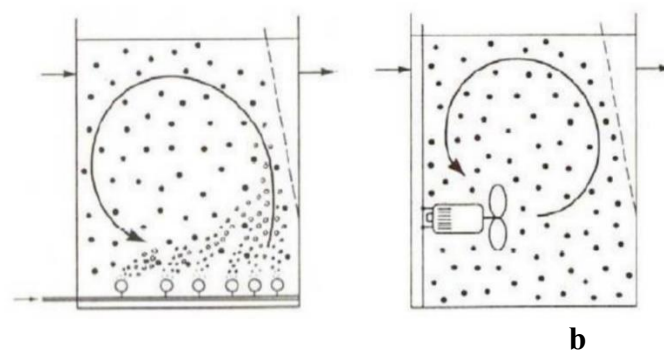
2.7 *Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)*

Sejak kemunculannya, teknologi MBBR telah mengalami pertumbuhan eksponensial dan menjadi salah satu solusi paling populer dalam pengolahan air limbah. Keunggulannya dalam efisiensi dan fleksibilitas telah mendorong penerapannya secara luas di berbagai belahan dunia. Pada tahun 2014, lebih dari 50 negara telah mengadopsi teknologi ini dengan total lebih dari 800 unit yang beroperasi. Penggunaan MBBR yang meluas telah berkontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas lingkungan global, mengurangi beban pencemaran, dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Penerapan teknologi MBBR sangat bervariasi, mulai dari pengolahan limbah domestik berskala kecil hingga sebagai tahap awal dalam pengolahan limbah industri berskala besar. *Fleksibilitas* ini menjadikan MBBR sebagai pilihan yang cocok untuk berbagai kondisi dan kebutuhan. Dengan potensi yang masih terus berkembang, MBBR diperkirakan akan menjadi teknologi kunci dalam menghadapi tantangan pengelolaan air limbah di masa depan, terutama dalam konteks perpindahan yang pesat dan peningkatan kesadaran akan pentingnya lingkungan (Slamet dkk., 2023).

Keutamaan MBBR adalah proses *attached growth* (mikroorganisme melekat pada media), mikroorganisme pendegradasi zat polutan limbah cair akan terdapat pada dua tempat yakni tersuspensi dengan limbah cair dan melekat pada

media sehingga membentuk biofilm sehingga kapasitas pengolahan adalah sebuah fungsi dari luas permukaan spesifik reaktor. Luas permukaan spesifik reaktor dihitung dengan membagi luas permukaan media yang ditumbuhi biofilm dan volume reaktor. Setiap media memiliki karakteristik luas permukaan spesifik yang berbeda-beda. Luas permukaan spesifik media merefleksikan jumlah luas permukaan yang tersedia untuk pertumbuhan biofilm per - unit volume media.

Ide pengembangan proses *Moving Bed Biofilm Reactor* adalah untuk mengadopsi proses yang terbaik dari proses *activated sludge* dan proses biofilter. Tidak seperti kebanyakan reaktor biofilm lainnya, MBBR menggunakan seluruh volume reaktor untuk pertumbuhan biomassa dan tidak memerlukan *recycle* lumpur. Hal ini dapat dilakukan dengan menumbuhkan biomassa pada media yang bergerak bebas dalam reaktor, di mana reaktor dilengkapi dengan sekat berlubang untuk mencegah media keluar melalui *outlet*. Akibat tidak adanya tempat untuk resirkulasi lumpur, hanya biomassa berlebih yang harus dipisahkan sehingga lebih menguntungkan dibandingkan dengan *activated sludge* dan biofilter. MBBR ini dapat digunakan untuk kondisi aerobik dan anoksik seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 (a) kondisi aerobik pada MBBR (b) kondisi anoksik pada MBBR

Pada proses aerobik, pergerakan media biofilm disebabkan pengadukan oleh udara, sedangkan pada proses anoksik digunakan pengaduk untuk menggerakkan media, pada reaktor aerobik digunakan sistem aerasi. Media dijaga didalam reaktor aerobik dengan menggunakan sekat berlubang pada outletnya. Biasanya MBBR didesain secara vertikal, sekat berlubang dengan bentuk segi empat, tetapi terkadang berupa batang silinder, baik horizontal maupun vertikal.

2.7.1 Kelebihan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR)

Menurut Zuhra Mutia, (2022) mengenai pengolahan limbah domestik dengan anoksik-aerobik *Moving Bed Biofilm Reactor* menyatakan bahwa kelebihan dari proses *Moving Bed Biofilm Reactor* pada pengolahan adalah:

1. Unit media yang bersifat padat dan pada umumnya bersifat plastik dengan ukuran kecil.
2. kemampuan untuk pengolahan menjadi lebih baik karena adanya tenaga penggerak dari dalam mesin dan penggunaan gelembung udara yang sangat halus.
3. Penyisihan padatan dalam air cukup baik.
4. Operasi pada konsentrasi biomassa tersuspensi yang lebih besar menghasilkan waktu tinggal lumpur biomassa lebih tahan lama. Hal ini disebabkan oleh biomassa yang tumbuh pada media dapat saja memiliki ketebalan yang berbeda-beda di setiap media sesuai dengan kondisi fisik pengoperasian reaktor.
5. Tidak memerlukan pencucian ulang secara periodik.

2.7.2 Biofilm

Biofilm adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan satu lingkungan kelompok mikroorganisme yang melekat pada suatu media yang padat dalam lingkungan perairan. Proses pengolahan dengan menggunakan biofilm biasanya disebut dengan proses biologis biakan melekat. Pengolahan limbah dengan menggunakan biofilm adalah proses pengolahan air limbah dengan bantuan aktivitas mikroorganisme yang dibiakkan pada suatu media yang akan melekat pada permukaan media dan membentuk biofilm. Lapisan biofilm yang terdiri dari konservatorium mikroorganisme yang terdiri dari bakteri, alga, jamur, protozoa, dan lumut itulah yang akan melakukan penguraian pada polutan yang berada di air limbah (Aniriani., 2022).

2.7.3 Media *Kaldness*

Media *Kaldness* merupakan media yang digunakan pada metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) yang disediakan untuk hidup koloni mikroorganisme yang akan menjadi biofilm. Media *Kaldness* dapat menyediakan luas permukaan yang akan menjadi biofilm. Media *Kaldness* dapat menyediakan luas permukaan yang cukup besar untuk melekatnya bakteri dan perbandingan volume media yang sangat kecil dibandingkan dengan volume air reaktor. Hal ini akan menyebabkan pergerakan random/ turbulensi antar media yang terkena aerasi sehingga masing-masing media akan berada pada kondisi bergerak dan meningkatkan efektivitas penumbuhan mikroorganisme. Salah satu media yang sering digunakan yaitu *Kaldness 1* (K1) yang dibuat dari bahan *high density polyethylene* dengan berat jenis 0,6 g/ml dan berbentuk silinder kecil, menyilang dan menyerupai sirip diluarnya. Silinder memiliki panjang 7 mm dan diameter 12 mm. Media dapat

menyediakan luas yang cukup besar untuk melekat bakteri (Ulfah Farahdiba dkk., 2019).



Gambar 2.3 Media Biofilm *Kaldness 1* (K1)

2.7.4 Pengolahan Limbah Cair Dengan K1

Proses dalam pengolahan limbah cair tempe yakni terdapat 3 tahapan antara lain sebagai berikut :

a. Persiapan awal

Proses awalan dalam pengolahan limbah cair adalah tahap penting yang bertujuan untuk mengontakkan limbah cair dengan media pengolahan, sehingga mikroorganismenya dapat melakukan *biodegradasi* terhadap kontaminan dalam limbah.

b. Pengaliran limbah

Limbah cair dialirkan ke dalam reaktor. Dalam beberapa penelitian, air limbah dialirkan secara kontinu, untuk memastikan kontak yang efektif antara limbah dan media pengolahan.

c. Kontak dengan media

Limbah cair dikontakkan dengan media pengolahan, K1 *Kaldness*, di mana mikroorganisme akan bekerja untuk menguraikan senyawa organik. Proses ini biasanya berlangsung selama periode tertentu, tergantung pada jenis limbah dan media yang digunakan.

d. Aerasi

Selama proses penelitian, oksigen diinjeksikan ke dalam reaktor untuk mendukung aktivitas mikroorganisme aerobik. Aerasi ini penting untuk menjaga kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan mikroba.

e. Pengambilan sampel untuk dilakukan pengujian

Setelah periode penelitian selesai, sampel diambil dari *effluent* (hasil pengolahan) untuk dianalisis kembali parameter seperti BOD, COD, TSS, dan pH. Pengambilan sampel biasanya dilakukan pada interval waktu tertentu selama proses running untuk memantau efisiensi pengolahan.

f. Analisis hasil

Hasil analisis dari sampel *effluent* dibandingkan dengan hasil analisis awal untuk mengevaluasi efektivitas proses pengolahan. Penurunan kadar BOD, COD, TSS dan pH menjadi indikator utama keberhasilan proses penelitian.

2.8 Baku Mutu Air Limbah Industri Tempe

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah. Parameter pencemaran bahan organik dinyatakan dengan nilai BOD, COD, TSS dan pH.

Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Bagi Usaha/Kegiatan Pengolahan Kedelai

Parameter	Limbah Cair Industri Tempe	
	Satuan	Kadar
BOD	mg/l	150
COD	mg/l	300
TSS	mg/l	100
pH	Unit	6-9

(Sumber: Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2014).