

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah beberapa judul penelitian yang menjadi referensi dalam penelitian ini.

Tabel 2.1. Judul-judul penelitian terdahulu

No	Judul, Penulis, Tahun Terbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Pengaruh Limbah Industri Tahu terhadap Kualitas Air Sungai di Kabupaten Klaten Darajatin Diwani Kesuma Dkk, 2020	Analisis kuantitatif dan kualitatif	<ol style="list-style-type: none">1. Kualitas air limbah tahu pada sampel limbah yang tidak mengalami proses pengolahan di IPAL telah melebihi baku mutu untuk parameter suhu, TSS, COD dan pH berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah No 10 tahu 2004. Kualitas air limbah tahu pada sampel yang diambil di IPAL telah melebihi baku mutu untuk kadar BOD dan COD.2. Kualitas air sungai di daerah penelitian telah terindikasi adanya pencemaran limbah industri tahu karena sifat fisik dan sifat kimia yang terkandung dalam sampel air sungai telah melebihi baku mutu kualitas air menurut Peraturan Pemerintah No.82 tahun 2001.3. Limbah tahu memberikan pengaruh terhadap air sungai dibuktikan dari meningkatnya kadar amonia, BOD, dan COD dari saat sebelum air sungai bercampur dengan limbah tahu hingga titik percampuran air sungai dengan air limbah tahu.

Lanjutan

2	Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan, Pagoray dkk, 2021	Analisis kuantitatif dan kualitatif	Hasil pengukuran kualitas air pH, DO, CO ₂ , COD, TSS dan H ₂ S melebihi standar baku mutu, sedangkan suhu, BOD ₅ dan amoniak masih dibawa standar baku mutu. Konsentrasi limbah cair tahu 0,4%; 0,6%; ,8%; 1,0% dan 1,2% juga berpengaruh terhadap pola renang dan tingkah laku ikan. Limbah industri tahu yang akan dibuang ke perairan, sebaiknya ada proses pengelolaan limbah, untuk meminimalkan dampak negatif terhadap kualitas air dan kelangsungan hidup dari biota perairan.
3	Analisa Kualitas Air Limbah Tahu di Kecamatan Nanggalo Kota Padang, Aryetti dkk, 2020	Analisis kuantitatif dan kualitatif	Nilai hasil uji air limbah industri tahu dengan parameter pH pada dua lokasi dan dua titik pengambilan sampel pada masing-masing lokasi, menunjukkan nilai yang melebihi batas dari kadar maksimal yang diizinkan, sehingga dapat mencemari badan perairan sekitar. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum air limbah dibuang ke perairan sehingga mengurangi pencemaran terhadap lingkungan
4	Analisa Kualitas Limbah Cair Industri Tahu dan Strategi Pengelolaan Penanganan Limbah Cair Industri Tahu Wilayah Kabupaten Rejang Lebong, Masitho Dkk, 2021	Analisis kuantitatif dan kualitatif	a. Bahwa berdasarkan pengukuran mutu limbah cair bagi usaha dan atau Kegiatan Pengolahan Kedelai ada parameter lingkungan yang Tidak Memenuhi Syarat (TMS) sesuai dengan Peraturan Menteri LH RI No. 5 tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pengolahan Kedelai.

Lanjutan

			<p>b. Strategi Pengelolaan dan Penanganan Limbah Cair Industri Tahu Wilayah Kabupaten Rejang Lebong adalah strategi Hold and Maintain yang berarti memiliki dua strategi yaitu strategi penetrasi limbah cair industri tahu dan penanganan limbah cair industri tahu di Wilayah Kabupaten Rejang Lebong. Strategi ini meningkatkan cara pengelolaan dan penanganan limbah cair. Strategi penetrasi pengelolaan dan penanganan limbah cair industri tahu di Wilayah Kabupaten Rejang Lebong meliputi peningkatan pengelolaan sistem ragam teknologi IPAL.</p> <p>c. Alternatif Strategi S-O dimana strategi ini menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang. Artinya pelaku industri tahu wilayah Kabupaten Rejang Lebong harus dapat memanfaatkan limbah cair tahu menjadi produk lain yang bermanfaat.</p>
5	Pengaruh Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Paal 4 Kecamatan Tikala Kota Manado, Sepriani dkk, 2016	Analisis kuantitatif dan kualitatif	Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa kualitas air sungai Paal 4 telah mengalami penurunan kualitas air bagi peruntukannya. Penurunan kualitas ini dilihat dari beberapa pengujian parameter fisika dan kimia yang menunjukkan kadar pH, Nitrit (NO ₂), amonia, total padatan terlarut nitrat (NO ₃), (TDS), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dan kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD) yang memiliki nilai melampaui baku mutu yang ditetapkan.

Lanjutan

			Pencemaran ini disebabkan oleh kandungan bahan organik dan anorganik yang berasal dari limbah cair industri tahu yang dibuang ke perairan tanpa melalui pengolahan yang baik.
--	--	--	---

2.2. Air Limbah

Air limbah adalah air buangan yang merupakan hasil kegiatan rumah tangga, industri maupun kegiatan lainnya. Air limbah merupakan sisa dari suatu kegiatan yang apabila dibuang ke lingkungan dapat menurunkan kualitas lingkungan sehingga dalam melestarikan lingkungan perlu dilakukan pengelolaan air limbah (Disyamto, 2013). Air limbah terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lain. Bahan lain tersebut adalah bahan organik dan bahan anorganik (Muhajir, 2016). Kualitas limbah menunjukkan spesifikasi limbah yang diukur dari jumlah kandungan bahan pencemar di alam limbah. Kandungan pencemar di dalam limbah terdiri dari berbagai parameter. Semakin kecil jumlah parameter dan semakin kecil konsentrasinya menunjukkan semakin kecilnya peluang untuk terjadinya pencemaran lingkungan (Sofyanto, 2015).

Limbah cair merupakan cairan yang dihasilkan dari proses produksi. Limbah cair umumnya ditampung terlebih dahulu kemudian dilakukan proses pengolahan atau dibuang langsung ke badan air. Limbah cair yang langsung dibuang ke badan air akan membahayakan karena terdapat bahan berbahaya dan beracun yang tidak mampu diuraikan oleh mikroorganisme sehingga menurunkan kualitas air dan menimbulkan bau busuk yang mengganggu dari segi estetika dan kesehatan (Widyastuti, 2013). Limbah cair pada dasarnya adalah air yang mengandung banyak polutan bahan buangan padat, bahan buangan organik dan

bahan buangan anorganik (Audina, 2017). Polutan ini akan menjadikan air tidak dapat digunakan untuk berbagai kegiatan.

2.3. Sumber Air Limbah

Air limbah dapat berasal dari berbagai sumber antara lain:

1. Rumah tangga (*domestic wastewater*), air limbah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari penduduk (pemukiman) yang terdiri dari air bekas cucian, air bekas memasak dan air bekas mandi. Air limbah rumah tangga sebagian besar mengandung bahan organik.
2. Perkotaan (*municipal wastewater*), air limbah yang berasal dari perkantoran dan perdagangan.
3. Industri (*industrial wastewater*), air limbah yang berasal dari berbagai industri akibat proses produksi misalnya industri tahu, industri tinta, industri baja, industri cat, industri karet, industri kopi dan industri tepung tapioka (Suryadi, 2016).

2.4. Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik limbah cair ada 3 yaitu: karakteristik kimia, karakteristik fisika dan karakteristik biologi (Jayadi, 2018).

2.4.1. Karakteristik Kimia

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan atau mendekomposisi bahan organik dan tersuspensi dalam kondisi aerobik (Husni, 2020). Bahan organik yang terdekomposisi antara lain

karbohidrat, protein dan lemak. Bahan organik yang tidak mudah terurai umumnya berasal dari limbah pertanian, pertambangan dan industri (Agustira, 2013). Hal tersebut menyebabkan kadar oksigen dalam air limbah berkurang keruh dan berbau.

Kadar BOD berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pengolahan kedelai yaitu 150 mg/L. Kadar BOD dalam air limbah tinggi terjadi karena pemecahan bahan organik berlangsung secara anaerob sehingga mengakibatkan kualitas air akan menurun dan organisme di air akan mati.

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD merupakan penentuan kadar oksigen yang dibutuhkan untuk oksidasi zat-zat organik secara kimia (Muthawali, 2021). Pengujian COD membutuhkan waktu lebih cepat dibandingkan BOD. Kadar COD berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pengolahan kedelai yaitu 300 mg/L. Semakin tinggi jumlah COD yang dihasilkan maka semakin tinggi kadar oksigen terlarut untuk dioksidasi dan oksigen yang tersedia untuk biota di perairan semakin rendah. Nilai COD lebih besar daripada BOD karena senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia daripada secara biologi (Husni, 2020). Hasil analisis COD tidak dipengaruhi oleh aktivitas bakteri (Hidayat, 2016).

c. 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 (Hariono, 2015). Nilai pH berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pengolahan kedelai yaitu 6-9.

2.4.2. Karakteristik Fisika

a. *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS atau padatan tersuspensi total adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter >1 mikrometer) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 mikrometer atau lebih besar dari ukuran koloid. TSS menyebabkan kekeruhan akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap atau mengendap dalam waktu tertentu. TSS terdiri dari partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen misalnya tanah liat atau bahan-bahan organik tertentu (Fauzi, 2019).

Kadar TSS berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pengolahan kedelai yaitu 200 mg/L. TSS merupakan salah satu parameter pencemar fisika yang penting dalam suatu perairan yang memberikan kontribusi untuk kekeruhan. Konsentrasi TSS dalam air limbah akan berpengaruh pada penetrasi cahaya yang masuk sehingga akan mempengaruhi proses fotosintesis dan kualitas perairan (Siswanto, 2016). TSS berhubungan

erat dengan tingkat kekeruhan air, semakin tinggi kandungan bahan tersuspensi tersebut, maka air akan semakin keruh (Sofyanto, 2015).

b. Suhu/temperatur

Suhu buangan industri tahu berasal dari proses pemasakan kedelai. Suhu limbah cair industri tahu lebih tinggi daripada suhu normal air yaitu 40⁰C sampai 46⁰C (Disyamto, 2013). Suhu limbah yang tinggi dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air sehingga menyebabkan terjadinya pembusukan. Suhu air mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut di dalam air. Semakin tinggi suhu air maka kandungan oksigen dalam air berkurang atau sebaliknya (Husni, 2020).

c. Warna

Warna limbah cair menunjukkan adanya pencemaran dalam limbah tersebut. Warna air limbah tergantung dari kandungan imbahnya. Zat terlarut dan tersuspensi mengalami penguraian sehingga mempengaruhi dalam perubahan warna air. Pada proses ini dapat merugikan dikarenakan air buangan berubah menjadi warna hitam dan busuk serta memberikan nilai estetika yang kurang baik (Irmanto, 2021). Perubahan warna disebabkan oleh adanya proses dekomposisi bahan organik. Air limbah yang berwarna banyak menyerap oksigen dalam air sehingga dalam waktu lama akan membuat air berwarna hitam dan berbau (Husni, 2020).

d. Bau

Bau air limbah berasal dari gas-gas yang dihasilkan selama dekomposisi bahan organik dari air limbah. Bau disebabkan oleh bahan organik yang terlarut

dalam air limbah dan penguraian zat organik (pemecahan protein) oleh bakteri yang mendegradasi bahan-bahan organik yang terlarut dalam limbah cair terutama gugus protein yang terdegradasi menjadi bahan yang mudah menguap sehingga dapat menimbulkan bau dari gas hidrogen sulfur (H_2S) (Husni, 2020). Bau pada air limbah secara mutlak dapat mengindikasikan adanya tingkat pencemaran air yang cukup tinggi (Sumantri, 2015).

2.4.3..Karakteristik Biologi

Pemeriksaan biologis dalam air limbah untuk mengidentifikasi bakteri patogen yang berada di dalam air limbah. Parameter biologi ini menjadi dasar untuk mengontrol timbulnya penyakit yang dikarenakan organisme patogen. Bakteri patogen yang terdapat dalam air limbah biasanya termasuk golongan *E.coli* yang terdapat dalam dekomposisi dan stabilisasi senyawa organik (Chandra, 2017).

2.5. Limbah Cair Industri Tahu

Limbah cair industri tahu adalah limbah yang berasal dari aktivitas produksi industri sehingga menghasilkan buangan berupa sisa air tahu yang menggumpal dan air yang terbuang selama proses pembuatan tahu yang masih mengandung zat-zat organik seperti protein, karbohidrat dan lemak. Limbah cair industri tahu merupakan limbah hasil dari pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu (Husni, 2020). Limbah cair yang mengandung polutan tinggi dihasilkan dari buangan proses penggumpalan dan pengepresan (Disyamto, 2013). Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan terlarut, padatan tersuspensi atau padatan

yang terendapkan yang akan mengalami perubahan fisika dan kimia sehingga menghasilkan senyawa atau zat beracun bagi mikroorganisme penyebab penyakit (Oktavia, 2016).

2.5.1. Sumber Limbah Cair Industri Tahu

Limbah tahu pada umumnya dibagi menjadi 2 bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair (Oktavia, 2016). Limbah padat tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai) dan ampas tahu atau sisa saringan bubur kedelai. Limbah cair tahu dihasilkan dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian alat proses produksi, penyaringan dan pengepresan tahu

Limbah cair industri tahu sebagian besar adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan mudah terurai. Limbah ini apabila dibuang langsung tanpa proses pengolahan terlebih dahulu akan menghasilkan bau busuk dan dapat mencemari lingkungan (Husni, 2020).

2.5.2. Karakteristik Limbah Cair Industri Tahu

Limbah cair industri tahu merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Karakteristik air buangan limbah tahu meliputi karakteristik fisika dan karakteristik kimia. Karakteristik fisika antara lain padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna dan bau. Karakteristik kimia antara lain bahan organik, anorganik dan gas (Husni, 2020). Suhu air limbah tahu berkisar antara 37- 45⁰C, kekeruhan 535-585 FTU, warna 2.225-2250 Pt.Co, BOD5 6.000-8.000 mg/L dan

COD 7.500-14.000 mg/L. Karakteristik umum limbah cair industri tahu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik umum limbah cair industri tahu

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	BOD5	mg/L	3.500±900
2.	COD total	mg/L	7.300±1.700
3.	COD terlarut	mg/L	5.600±1.800
4.	TSS	mg/L	500±250
5.	pH	-	5,7±0,9

Sumber : Disyanto (2013)

2.5.3. Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu

Baku mutu air limbah adalah standar yang mengatur buangan limbah cair industri tahu. Standar yang mengacu buangan limbah cair industri tahu mengacu kepada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pengolahan kedelai (Disyamto, 2013). Adapun baku mutu tersebut terdapat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Baku mutu limbah cair industri tahu

Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
BOD	mg/L	150
COD	mg/L	300
TSS	mg/L	200
pH	-	6-9

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

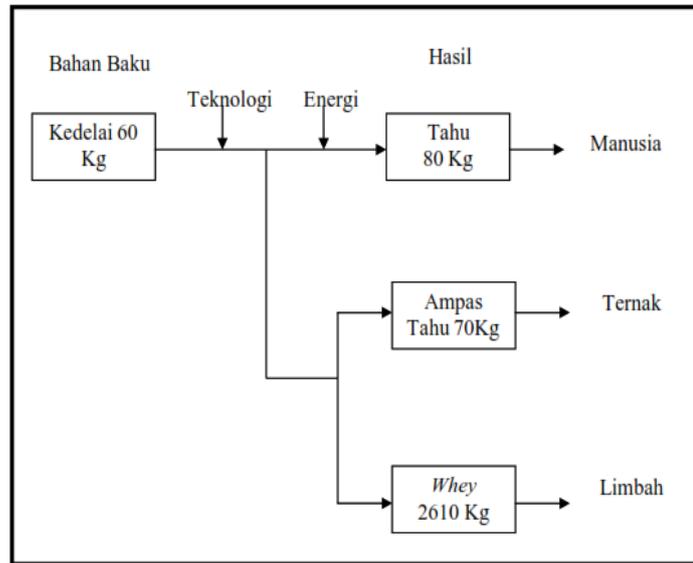
2.5.4. Dampak Limbah Cair Industri Tahu

Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik limbah cair industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik yang disebabkan oleh meningkatnya kandungan bahan organik. Proses metabolisme oksigen menyebabkan bahan organik dalam air sedikit sehingga oksigen yang hilang dalam air akan diganti oleh oksigen hasil fotosintesis dan reaerasi dari udara. Apabila konsentrasi beban organik terlalu tinggi maka akan mengalami kondisi anaerobik yang menghasilkan produk dekomposisi berupa ammonia, karbondioksida, asam asetat, hidrogen sulfida dan metana. Senyawa-senyawa tersebut dapat menimbulkan gangguan terhadap keindahan (gangguan estetika) yang berupa rasa tidak nyaman dan menimbulkan bau menyengat (Husni, 2020).

Menurut Disyamto (2013), dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran limbah cair industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik dan turunnya kualitas air akibat meningkatnya kandungan bahan organik. Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi dan terlarut menyebabkan perubahan fisika, kimia dan biologi yang akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun atau media tumbuhnya penyakit yang merugikan terhadap produk tahu maupun pada manusia. Dampak pembuangan limbah cair industri tahu membuat masyarakat di sekitar industri pengolahan tahu merasakan bau busuk sebagai akibat dari adanya kondisi anaerobik yang menghasilkan karbondioksida dan hidrogen sulfida. Apabila limbah ini langsung dibuang ke lingkungan akan menimbulkan pencemaran dan gangguan kesehatan yaitu penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya (Husni, 2020).

2.5.5. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu

Industri tahu merupakan industri rumah tangga (*home industry*) dengan teknologi yang sederhana sehingga menyebabkan tingkat efisiensi penggunaan sumber daya (air dan bahan baku) masih rendah dan tingkat produksi limbahnya relatif tinggi. Kegiatan industri tahu di Indonesia didominasi oleh usaha-usaha skala kecil dengan modal yang terbatas. Dari segi lokasi, usaha ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Sumber daya manusia yang terlibat pada umumnya bertaraf pendidikan yang relatif rendah dan belum banyak yang melakukan pengolahan limbah sehingga operasional pengolahan air limbah menjadi salah satu pertimbangan yang cukup penting untuk mengurangi resiko beban pencemaran. Pengolahan limbah cair industri tahu dipilih sistem dengan operasional pengolahan yang mudah, instalasi pengolahan limbah dengan perangkat sederhana, biaya pemeliharaan yang terjangkau dan ramah lingkungan. Pemilihan sistem pengolahan air limbah didasarkan pada sifat dan karakter air limbah. Sifat dan karakteristik air limbah sangat menentukan didalam pemilihan sistem pengolahan air limbah, terutama pada kualitas air limbah. Neraca massa proses pembuatan tahu dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini :



sumber : Sofyanto (2015)

Gambar 2.1. Diagram Neraca Massa Proses Pembuatan Tahu

Limbah padat selama ini telah banyak dimanfaatkan oleh para peternak untuk digunakan sebagai pakan ternak sedangkan limbah cair selama ini pemanfaatannya belum maksimal dikarenakan mayoritas dari para produsen tahu membuang langsung limbah cair hasil produksi ke lingkungan perairan sekitar melalui sungai. Berdasarkan suatu penelitian jika limbah cair industri tahu dibuang langsung ke perairan akan berdampak terhadap konsentrasi COD di dalam air limbah industri tahu yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 7.000-10.000 mg/L serta nilai keasaman yang rendah pH 4-5. Hal tersebut menimbulkan terjadinya proses pencemaran di lingkungan sekitar industri tahu seperti warna air sungai berubah menjadi keruh, menurunnya kadar oksigen di perairan yang akan menyebabkan matinya organisme di perairan, merusak estetika lingkungan perairan serta dapat menimbulkan bau yang tidak sedap.

Pemahaman produsen tahu yang sangat minim mengenai kandungan limbah cair hasil produksi tahu memiliki dampak yang berbahaya jika pembuangan limbah langsung ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan terjadinya proses pencemaran yang berlangsung setiap hari di kawasan industri tahu. Beberapa proses pengolahan limbah cair industri tahu yang digunakan agar tidak mencemari lingkungan antara lain proses pengolahan menggunakan reaktor aerob-anaerob dan biofilter aerob (Disyamto, 2013).

2.6. Pengolahan Limbah Cair Anaerobik

Proses anaerobik pada hakikatnya adalah proses yang terjadi karena aktivitas mikroba yang dilakukan pada saat tidak terdapat oksigen bebas. Proses anaerobik dapat digunakan untuk mengolah berbagai jenis limbah yang bersifat biodegradable termasuk limbah cair industri tahu. Proses anaerobik merupakan sistem pengolahan air limbah tahu yang banyak digunakan. Pertimbangan yang dilakukan adalah mudah dan murah. Proses anaerobik merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme yang bekerja pada kondisi anaerob, umumnya bakteri terlibat dalam transformasi senyawa kompleks organik menjadi metana kemudian terjadi interaksi sinergis antara bermacam-macam kelompok bakteri yang berperan dalam penguraian limbah.

Ada tiga tahapan dasar yang termasuk dalam proses pengolahan limbah secara anaerobik, yaitu hidrolisis, fermentasi (asidogenesis) dan metanogenesis.

2.7. Pengolahan Limbah Cair Sistem Aerobik

Pada pengolahan limbah cair sistem aerobik merupakan proses lanjutan untuk mendegradasi kandungan senyawa organik yang masih tersisa setelah proses anaerobik. Sistem penanganan aerobik digunakan sebagai pencegah timbulnya masalah bau selama penanganan limbah supaya memenuhi persyaratan effluent dan stabilisasi limbah sebelum dialirkan ke lingkungan. Pengolahan limbah dengan sistem aerobik yang digunakan adalah sistem lumpur aktif, piring biologi berputar (*Rotating Biological*