

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut ini penulis akan menyajikan beberapa penelitian terdahulu yang dapat menjadi bahan acuan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti / Tahun	Judul / Metode	Hasil
1.	Desak Made Goldyna Rarasari, I Wayan Restu, Ni Made Ernawati (2019)	Efektivitas Pengolahan Limbah Domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung-Denpasar, Bali	Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pengolahan limbah efektif dalam mengurangi kadar minyak dan lemak sebesar 85%, deterjen sebesar 62%, dan BOD (Biochemical Oxygen Demand) sebesar 57%. Namun, pengurangan kadar amoniak hanya mencapai 26%, dan parameter DO (Dissolved Oxygen) serta hidrogen sulfida tidak memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sistem pengolahan telah berfungsi, masih ada aspek yang perlu diperbaiki untuk mencapai standar kualitas air yang diharapkan. Selain itu, pencemaran minyak dan sedimen yang berlebihan dapat berdampak negatif pada ekosistem mangrove, yang berpotensi mematikan pohon-pohon mangrove dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Oleh karena itu, penelitian ini menekankan pentingnya pengelolaan limbah yang lebih efektif untuk menjaga kualitas lingkungan dan kesehatan ekosistem perairan di sekitar kawasan tersebut
2.	Samina, Onny Setiani, Purwanto (2013)	Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Di Kota Cirebon Terhadap Penurunan Pencemar Organik Dan E-Coli	Hasil menunjukkan bahwa pembangunan IPAL domestik telah berhasil dilaksanakan tetapi operasional IPAL belum maksimal. Hal ini disebabkan masih kurangnya pengamanan terhadap IPAL yang menyebabkan kerusakan alat dan pendangkalan sehingga kapasitas kolam tidak terpakai secara efektif.
3.	Dadan R.H.	Mitigasi	Jurnal ini menekankan pentingnya

	Sugiharto, Minto Basuki (2022)	Kegagalan Operation & Maintenance dengan Pendekatan Overall Measure of Maintenance Performance (OMMP) dan Multi-attribute Failure Mode Analysis (MAFMA) (Studi Kasus: Sewage Treatment Plant – PT. XYZ)	pengukuran kinerja pemeliharaan dan analisis potensi kegagalan dalam operasi dan pemeliharaan Sewage Treatment Plant (STP) di PT XYZ. Melalui metode OMMP, diperoleh indeks kinerja pemeliharaan yang membantu dalam mengevaluasi efektivitas sistem pemeliharaan. Sementara itu, analisis potensi kegagalan menggunakan metode MAFMA memberikan urutan prioritas penyebab kegagalan yang dapat dijadikan dasar untuk rekomendasi perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada toleransi terhadap kegagalan operasional, terutama yang berkaitan dengan pencapaian baku mutu effluent dan keselamatan kerja. Rekomendasi perbaikan yang dihasilkan dari evaluasi ini diharapkan dapat mencegah terjadinya kegagalan di masa depan dan meningkatkan pencapaian Key Performance Indicator (KPI) dalam operasi dan pemeliharaan STP, . Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti pentingnya pendekatan sistematis dalam pengelolaan STP untuk memastikan keberlanjutan dan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang berlaku.
4.	Muammar Ulfa Situmorang, 2019	Analisa Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Bunda Thamrin Dengan Parameter Cod, Bod, Ph, Tss Dan Mpn Coliform	Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kadar COD, BOD, TSS, pH, MPN Coliform pada air limbah RSU Bunda Thamrin efektif mengalami penurunan.
5.	Nur Fitri Yanti, 2019	Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus Rumah Sakit Umum Daerah Arifin Achmad Pekanbaru)	Efektivitas pengolahan limbah cair di rumah sakit umum daerah Arifin Ahmad Pekanbaru sudah sesuai dengan peraturan Kepmenkes 1204/Menkes/SK/X/2004 karena proses pengolahan limbah cair menggunakan sistem Trickling Filter Aerob dan Anaerob. Dari hasil perhitungan penurunan setiap parameter limbah menunjukkan bahwa efektivitas pengolahan limbah pada rumah sakit umum daerah arifin ahmad berfungsi dengan baik karena terjadi penurunan kadar parameter limbah pada setiap

			bulannya.
6.	Miftah Hurrahman, Aji Ali Akbar, Muhammad Sofwan Anwari. 2022	Evaluasi Efektivitas Pengolahan Air Limbah Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Klinik Kecantikan	Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa limbah klinik kecantikan mensyaratkan parameter pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, Ammonia dan Total Coliform sesuai bakumutu PermenLHK No. 68 tahun 2016. Uji statistik hasil analisis statistik terhadap hasil inlet dan outlet menggunakan aplikasi SPSS versi 25, dengan tingkat kepercayaan 95% membuktikan bahwa terdapat perbedaan nyata kualitas limbah sebelum dan sesudah diolah pada IPAL. Seluruh parameter pada kualitas air limbah Klinik Kecantikan Ozthetique masih berada di bawah bakumutu PermenLHK No. 68 tahun 2016 tentang bakumutu limbah cair domestik dan tidak mendekati kecendrungan ekstrim selayaknya limbah industri. Efisiensi tertinggi untuk parameter pH sebesar 1,53% di hari ketiga, efisiensi tertinggi untuk parameter BOD sebesar 95,38% di hari pertama, efisiensi tertinggi untuk parameter COD adalah sebesar 95,67% pada hari pertama, efisiensi tertinggi untuk parameter TSS adalah 91,10% pada hari pertama, efisiensi tertinggi untuk parameter minyak dan lemak adalah 80,37% pada hari ketiga, efisiensi Ammonia tertinggi adalah sebesar 32,56% pada hari kedua, dan efisiensi tertinggi untuk parameter total coliform adalah 67,44% pada hari ketiga.

2.2 Limbah Cair dan Karakteristiknya

Menurut Wang dkk. (2019) Limbah cair didefinisikan sebagai air buangan yang mengandung berbagai kontaminan seperti bahan organik, anorganik, nutrisi, logam berat, patogen dan mikropolutan yang memerlukan pengolahan sebelum dapat dibuang ke lingkungan.

Menurut Sugiharto (2014) Limbah cair merupakan air yang telah mengalami penurunan kualitas sebagai akibat dari aktivitas manusia dan tidak lagi memenuhi persyaratan untuk tujuan penggunaan spesifiknya tanpa perlakuan terlebih dahulu.

Menurut Metcalf & Eddy (2014) Limbah cair adalah kombinasi cairan dan material tersuspensi yang berasal dari kawasan permukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, bersama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin hadir.

Air limbah ini berasal dari berbagai sumber, secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut : (Indasah, 2017)

1. Air Limbah Domestik

Yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta yaitu tinja dan air seni, air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik.

2. Air Limbah Industri

Air limbah industri yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung didalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri, antara lain nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, logam berat, zat pelarut, dan sebagainya. Oleh sebab itu, pengolahan jenis air limbah ini, agar tidak menimbulkan polusi lingkungan menjadi lebih rumit.

3. Air Limbah Kotapraja Atau *Municipal Waste Water*

Yaitu air buangan yang berasal dari daerah perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat ibadah, dan sebagainya. Pada

umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga. (Indasah, 2017)

Karakteristik limbah cair perlu diketahui, karena hal ini akan menentukan cara pengolahan yang tepat, sehingga tidak mencemari lingkungan hidup. Secara umum sifat air limbah cair domestik terbagi atas tiga karakteristik, yaitu karakteristik fisik, kimia, dan biologi. (Mahyuddin dkk, 2023)

2.2.1. Karakteristik Fisik

a. Padatan (*Solid*)

Limbah cair mengandung berbagai macam zat padat dari material yang kasar sampai dengan material yang bersifat koloidal. Dalam karakterisasi limbah cair material kasar selalu dihilangkan sebelum dilakukan analisis contoh terhadap zat padat.

b. Bau (*Odor*)

Bau merupakan petunjuk adanya pembusukan air limbah. Penyebab adanya bau pada air limbah karena adanya bahan volatile, gas terlarut dan hasil samping dari pembusukan bahan organik. Bau yang dihasilkan oleh air limbah pada umumnya berupa gas yang dihasilkan dari penguraian zat organik yang terkandung dalam air limbah, seperti Hidrogen sulfida (H_2S).

c. Warna (*Colour*)

Air murni tidak berwarna tetapi seringkali diwarnai oleh benda asing. Karakteristik yang sangat mencolok pada limbah cair adalah berwarna yang umumnya disebabkan oleh zat organik dan algae. Air limbah yang baru biasanya berwarna abu-abu. (Mahyuddin dkk, 2023)

d. Temperatur

Limbah cair umumnya mempunyai temperatur lebih tinggi dari pada temperatur udara setempat. Temperatur limbah cair dan air merupakan parameter sangat penting sebab efeknya pada kehidupan dalam air, meningkatkan reaksi kimia, dan mengurangnya spesies ikan dalam air.

e. Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air. Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat koloid yang melayang dan zat-zat yang terurai menjadi ukuran yang lebih (tersuspensi) oleh binatang, zat-zat organik, jasad renik, lumpur, tanah, dan benda-benda lain yang melayang. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat suspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir.

2.2.2. Karakteristik kimia

A. Parameter organik

1) *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri (aerobik) untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. (Mahyuddin dkk, 2023)

Parameter BOD adalah parameter yang paling banyak digunakan dalam pengujian air limbah dan air permukaan. Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik.

2) *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Analisis COD adalah menentukan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. *Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi $K_2Cr_2O_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

3) Protein

Protein merupakan bagian yang penting dari makhluk hidup, termasuk di dalamnya tanaman, dan hewan bersel satu. Protein mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen yang mempunyai bobot molekul sangat tinggi. Struktur kimianya sangat kompleks dan tidak stabil serta mudah terurai, sebagian ada yang larut dalam air, tetapi ada yang tidak. Susunan protein sangat majemuk dan terdiri dari beribu-ribu asam amino dan merupakan bahan pembentuk sel dan inti sel.

4) Karbohidrat

Karbohidrat antara lain : gula, pati, selulosa dan benang-benang kayu terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Gula dalam limbah cair cenderung terdekomposisi oleh enzim dari bakteribakteri tertentu dan ragi menghasilkan alkohol dan gas CO_2 melalui proses fermentasi. (Mahyuddin dkk, 2023)

5) Minyak dan Lemak

Minyak adalah lemak yang bersifat cair. Keduanya mempunyai komponen utama karbon dan hidrogen yang mempunyai sifat tidak larut dalam air. Bahanbahan tersebut banyak terdapat pada makanan, hewan, manusia dan bahkan ada dalam tumbuhtumbuhan sebagai minyak nabati. Sifat lainnya adalah relatif stabil, tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri.

6) Deterjen

Deterjen termasuk bahan organik yang sangat banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, hotel, dan rumah sakit. Fungsi utama deterjen adalah sebagai pembersih dalam pencucian, sehingga tanah, lemak dan lainnya dapat dipisahkan. (Mahyuddin dkk, 2023)

B. Parameter Anorganik Dan Gas

1) pH

Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air limbah adalah netral (7). Semakin

kecil nilai pH-nya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam.
(Mahyuddin dkk, 2023)

2) Alkalinitas

Alkalinitas atau kebasaan air limbah disebabkan oleh adanya hidroksida, karbonat dan bikarbonat seperti kalsium, magnesium, dan natrium atau kalium. Kebasaan adalah hasil dari adanya hidroksi karbonat dan bikarbonat yang berupa kalsium, magnesium, sodium, potasium atau amoniak. Dalam hal ini, yang paling utama adalah kalsium dan magnesium nikarbonat. Pada umumnya air limbah adalah basa yang diterima dari penyediaan air, air tanah, dan bahan tambahan selama dipergunakan dirumah. (Mahyuddin dkk, 2023)

3) Logam

Menentukan jumlah kandungan logam pada air limbah seperti nikel (Ni), magnesium (Mg), timbal (Pb), kromium (Cr), kadmium (Cd), Zeng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe) dan air raksa (Hg) sangat penting dikarenakan jika berlebihan maka akan bersifat racun. Akan tetapi, beberapa jenis logam biasanya dipergunakan untuk pertumbuhan kehidupan biologis, misalnya pada pertumbuhan algae apabila tidak ada logam pertumbuhannya akan terhambat.

4) Gas

Banyak gas-gas terdapat didalam air, oksigen (O_2) adalah gas yang penting. Oksigen terlarut selalu diperlukan untuk pernafasan mikroorganisme aerob dan kehidupan lainnya. Apabila oksigen berada

pada ambang yang rendah, maka bau-bauan akan dihasilkan sebab unsur karbon berubah menjadi metan termasuk CO₂ dan sulfur. Belerang akan menjadi amonia (NH₃) atau teroksidasi menjadi nitrit. (Mahyuddin dkk, 2023)

5) Nitrogen

Unsur nitrogen merupakan bagian yang penting untuk keperluan pertumbuhan protista dan tanaman. Nitrogen ini dikenal sebagai unsur hara atau makanan dan perangsang pertumbuhan. Nitrogen dalam limbah cair terutama merupakan gabungan dari bahan-bahan berprotein dan urea. Oleh bakteri, nitrogen ini diuraikan secara cepat dan diubah menjadi ammonia, sehingga umur dari air buangan secara relatif dapat ditunjukkan dari jumlah ammonia yang ada.

6) Phospor

Unsur phospor (P) dalam air seperti juga elemen nitrogen, merupakan unsur penting untuk pertumbuhan protista dan tanaman, yang dikenal pula sebagai nutrient dan perangsang pertumbuhan. Phospor merupakan komponen yang menyuburkan algae dan organisme biologi lainnya, sehingga dapat dijadikan tolak ukur kualitas perairan. (Mahyuddin dkk, 2023)

2.2.3 Karakteristik Biologi

Limbah cair biasanya mengandung mikroorganisme yang memiliki peranan penting dalam pengolahan limbah cair secara biologi, tetapi ada juga mikroorganisme yang membahayakan bagi kehidupan manusia.

Mikroorganisme tersebut antara lain bakteri, jamur, protozoa dan algae. (Mubin, dkk, 2016).

2.3 Pengolahan Air Limbah

Pengolahan air limbah merupakan upaya meminimalisir isi zat-zat tercemar yang terdapat didalam air limbah hingga memenuhi persyaratan efluen yang berlaku. Proses pengolahan air limbah apapun tidak bisa menyapakan sama sekali kandungan zat pencemar, melainkan hanya bisa mengurangi hingga batas-batas yang ditentukan oleh peraturan yang berlaku. Pengolahan limbah cair dapat digolongkan pada 3 teknik, teknik-teknik tersebut adalah pengerjaan fisik, biologi dan kimia.

2.3.1. Pengolahan Limbah Cair Secara Fisik

Menurut Indrayani dan Nur Rahmah, (2018) limbah cair dari suatu kegiatan industri dapat menimbulkan dampak bagi masyarakat dan lingkungan. Oleh karena itu limbah cair harus dikelola dengan metode yang tepat. Salah satu pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisik. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan dengan metode fisika diantaranya pengolahan primer, sekunder, tersier, desinfikasi dan pengolahan lumpur.

A. Pengolahan Primer

Tahap pertama pengolahan limbah cair secara fisik adalah pengolahan primer. Pengolahan primer dapat dilakukan dalam beberapa tahap, mulai dari tahap penyaringan, tahap awal, tahap pengendapan dan tahap pengapungan. (Mahyuddin dkk, 2023)

1. Tahap Penyaringan (*Screening*)

Pada tahap penyaringan, limbah cair yang sudah terkumpul diproses melalui saluran pembuangan. Biaya yang dikeluarkan dalam tahap penyaringan tidak banyak mengeluarkan biaya dalam menyaring limbah padat yang tergabung dengan limbah cair.

2. Tahap Awal (*Pretreatment*)

Limbah cair setelah melewati proses penyaringan selanjutnya akan diproses melalui tahap pretreatment. Limbah cair akan disalurkan menuju tangki, kemudian akan dipisahkan antara pasir dan limbah padat lainnya yang mempunyai ukuran besar. Aliran air limbah dalam tangki diperlambat sehingga partikel pasir dapat mengendap didasar tangki dan selanjutnya akan diproses lebih lanjut.

3. Tahap Pengendapan

Limbah cair setelah melalui proses pretreatment, selanjutnya akan ditampung dalam tangki untuk diendapkan. Agar partikel padat dapat diendapkan didasar tangki, maka harus melalui tahap pengendapan. Pengendapan dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Pengolahan selanjutnya adalah menyalurkan endapan ke saluran lain untuk diolah lebih lanjut. (Mahyuddin dkk, 2023)

4. Tahap Pengapungan (*Floation*)

Tahap akhir dari proses pengolahan limbah cair secara primer adalah tahap pengapungan (*floatation*). Tahap pengapungan sangat efektif digunakan untuk memisahkan polutan seperti lemak dan minyak. Pada tahap ini, alat yang

digunakan dapat menghasilkan gelembung udara yang berfungsi membawa partikel polutan menuju permukaan air limbah dan selanjutnya akan dihilangkan.

B. Pengolahan Sekunder

Menurut (Sumada dkk, 2021) pengolahan limbah cair secara sekunder merupakan pengolahan limbah cair secara biologis dengan melibatkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Mikroorganisme yang digunakan adalah bakteri aerob.

Pengolahan limbah secara sekunder terdiri dari tahap penyaringan dengan cara tetesan, tahap lumpur aaktif dan tahap kolam. Pada tahap penyaringan, bakteri aerob akan digunakan sebagai media kasar yang berupa batuan kecil atau plastik dengan ketebalan 1-3 mm. limbah cair akan dialirkan ke media kasar dan dibiarkan meresap.

Hasil resapan akan sampai pada lapisan media dan akan ditampung dalam wadah untuk selanjutnya disalurkan ke tangki untuk diendapkan. Tahap selanjutnya pada pengolahan limbah cair adalah tahap lumpur aktif. Pada tahap ini limbah cair akan diproses secara filter dan akan ditampung pada tangki khusus yang didalamnya terdapat lumpur yang kaya dengan bakteri aerob. Limbah cair selanjutnya akan disalurkan ketangki pengendapan. Tahap akhir pengolahan limbah cair secara sekunder adalah treatment ponds atau kolam perlakuan. Pada tahap ini, limbah cair akan ditempatkan pada kolam terbuka dimana terdapat alga yang dapat menghasilkan oksigen. Oksigen akan digunakan oleh bakteri aerob untuk memproses limbah cair. (Mahyuddin dkk, 2023)

C. Pengolahan Tersier

Pengolahan limbah secara tersier perlu dilakukan karena masih ada zat dalam limbah yang cukup berbahaya bagi masyarakat dan lingkungan. Pengolahan limbah dilakukan secara khusus dalam artian akan disesuaikan dengan kandungan zat yang masih ada dalam limbah cair tersebut. Proses pengolahan limbah secara tersier jarang dilakukan mengingat biaya yang dikeluarkan cukup tinggi dan tidak ekonomis.

D. Desinfeksi

Desinfeksi adalah pengolahan limbah cair dengan cara membunuh atau mengurangi mikroorganisme yang ada dalam limbah cair. Prosesnya bersifat kimia yaitu dengan menambahkan senyawa pada cairan limbah. Senyawa kimia yang ditambahkan harus dengan teliti dan memperhatikan hal-hal seperti daya tingkat racun, efektivitas dan dosis yang digunakan tidak boleh membahayakan lingkungan. (Mahyuddin dkk, 2023)

E. Pengolahan Lumpur

Pengolahan lumpur untuk limbah cair adalah tahap akhir dari pengolahan limbah secara primer, sekunder dan tersier. Proses pengolahan dengan metode ini dilakukan dengan menguraikan limbah cair yang melibatkan cara aerob, dimana limbah cair akan disalurkan ke beberapa alternatif seperti dibuang ke pembuangan khusus, laut bahkan dijadikan sebagai pupuk kompos.

2.3.2 Pengolahan Limbah Cair Secara Kimia

Pengolahan limbah cair secara kimia dapat dilakukan dengan cara

menambahkan bahan kimia (cair, padat dan gas) ke dalam air limbah. Untuk proses pengolahan dapat dilakukan secara netralisasi, gas transfer, dan koagulasi. Proses netralisasi dilakukan untuk mengubah derajat pH (keasaman) air limbah. Sebelum air limbah dibuang ke lingkungan, maka perlu dilakukan proses netralisasi, dimana air limbah dinetralkan kembali. Salah satu pengolahan air limbah secara kimia adalah koagulasi. Dalam proses koagulasi, bahan kimia ditambahkan dengan air limbah. Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel yang dilakukan dengan menambahkan bahan kimia yang bermuatan positif sehingga dapat mengikat partikel lain. Partikel yang telah terikat akan mudah dipisahkan secara fisik. (Mahyuddin dkk, 2023)

2.3.3 Pengolahan Limbah Cair Secara Biologi

Pengolahan limbah cair secara biologi dilakukan untuk membersihkan zat organik atau mengubah zat organik yang berbahaya menjadi bahan yang tidak berbahaya. Pengurangan parameter pencemar dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mendekomposisi komponen organik / zat-zat pencemar yang terkandung dalam air limbah baik secara aerobik maupun anaerobik.

2.4. Prosedur Pengujian Parameter

1. Pengukuran pH (SNI 6989.11:2019).

Pengukuran pH menggunakan alat pH Meter dimana bahan yang digunakan yaitu larutan pH standar (6-9) dan air destilasi. Tahapan pengukuran pH yaitu melepaskan tutup pelindung, menyimpan elektroda, pembilasan elektroda pH dengan air destilasi untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada probe, menyalakan pH meter dengan menekan tombol ON dan memilih mode

pengukuran pH dengan menekan tombol MODE. Selanjutnya adalah mencelupkan Probe kedalam sampel dimana sensor harus terendam semuanya pada sample, kemudian memutar Probe secara perlahan untuk menghasilkan sample yang homogen. Langkah terakhir adalah mendiamkan alat pH meter hingga pembacaan stabil. (Saragih, 2018)

2. Pengukuran COD (SNI 6989.2:2019)

Pengukuran COD menggunakan alat Spectrofotometri (NUOVA 60) dimana bahan yang digunakan adalah COD cell test, pipet ukur dan bola hisap. Tahapan pengukuran COD yaitu menghomogenkan sample, memasukkan pipet 2 ml kedalam cell kemudian penutup ulir ditutup kencang lalu digoncang dengan sekuatnya. Hati-hati cell akan menjadi sangat panas. Tahapan berikutnya yaitu memasukkan cell berisi sample kedalam lubang pemanasan thermo reactor, menyalakan thermoreactor dengan mekan tombol ON dan mengatur suhu pada 148 ° C (30-45 menit). Setelah itu dilakukan pemanasan pada suhu 148 ° C selama 2 jam kemudian cell dipindahkan dari thermo reactor dan ditempatkan di rak dan cell diputar setelah 10 menit. Cell diletakkan kembali di rak dan didiamkan ± 60 menit sampai mencapai suhu kamar. Langkah berikutnya adalah melakukan pembacaan pada foto meter dan memasukkan cell kedalam ruang cell dan disejajarkan dengan tanda pada foto meter maka hasil pengukuran akan ditampilkan.

3. Pengukuran BOD (SNI 6989.72:2009)

Pengukuran BOD menggunakan alat Inkubator BOD dan BOD Meter, dimana bahan yang digunakan adalah HCl, H₂SO₄, NaOH, ATH (Allyl Thiourea),

dan KOH 45 %. Tahapan pengukuran BOD yaitu memeriksa pH sample. Jika pH tinggi maka ditambahkan HCl atau H₂SO₄. Jika pH rendah maka ditambahkan NaOH. Selanjutnya untuk sample yang banyak mengandung alga (keruh) maka sebaiknya difilter dengan kertas saring. Volume sampel ditakar sesuai dengan ring BOD dan dimasukkan ke dalam botol BOD. Tambahkan ATH langsung kedalam sample, jumlah tetesnya disesuaikan dengan volume sample, meletakkan magnetic stirrer pada masing-masing botol dan menyiapkan gasket kemudian ditambahkan 3 – 4 tetes KOH 45 % ke seal gasket dan dimasukkan ke dalam mulut botol. BOD sensor dipasang pada botol dan mengencangkan tutupnya dengan hati-hati.

Pastikan sistem tidak bocor. Tahapan berikutnya adalah menempatkan botol BOD dengan sensor terpasang pada rak BOD meter, meletakkan system pengukuran BOD diatas stirrer yang telah disiapkan didalam incubator BOD dan inkubasi pada suhu $\pm 20^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari. Tahap terakhir adalah mencatat hasil pada BOD meter di tiap harinya. (Saragih, 2018)

4. Pengukuran TSS (SNI 6989.3:2019)

Pengukuran TSS menggunakan alat Erlenmeyer, corong, kertas saring, beaker gelas, gelas ukur, timbangan analitik, dan oven. Dimana bahan yang digunakan adalah Erlenmeyer 500 ml, corong, kertas saring whatman no. 40, beaker gelas 100 ml, gelas ukur 100 ml dan timbangan analitik. Adapun cara kerja pengukuran TSS adalah dengan cara menyiapkan peralatan yang diperlukan terlebih dahulu, kemudian memasukkan 100 ml sample kedalam beaker gelas, menyaring sampel dengan menggunakan kertas saring yang telah diketahui bobotnya, mengeringkan padatan hasil saringan di dalam oven pada suhu 105°C ,

kemudian mendinginkan dan menimbang sampai diperoleh bobot tetap.

5. Pengukuran kadar minyak dan lemak (15.53/IK//LL/2018).

Pengukuran kadar minyak dan lemak menggunakan alat seperti botol gelas, oven, neraca analitik, labu ukur, pipet volumetric, corong, kertas saring, pengas air, desikator, sentrifuge. Dimana bahan yang digunakan adalah HCl atau H₂SO₄, Na₂SO₄, Aseton, silika gell, Hexa dekana, n-Hexana, asam stearat. Adapun cara kerjanya yaitu menentukan volume contoh uji seluruhnya dengan cara menimbang contoh uji dan wadahnya dan contoh uji yang kosong, memindahkan contoh uji ke corong pisah, mengatur pH dengan menambahkan HCl atau H₂SO₄ sampai pH lebih kecil dari 2 elektroda dengan n-Hexana, membilas botol contoh uji dengan 30 ml n-Hexana dan menambahkan hasil bilasan ke dalam corong pisah. Kocok dengan kuat selama 2 menit dan biarkan lapisan air dan n-hexana memisah. Tahapan selanjutnya adalah mencuci kertas saring yang berisi 10 gram Na₂SO₄ unhidrat yang ada pada corong dengan n-hexana, memisahkan fasa air kedalam Erlenmeyer, memasukkan kembali fasa air kedalam corong pisah untuk di ekstraksi kembali, lakukan diekstraksi sebanyak 2 kali dengan 30 ml n-hexana.

Ekstrak digabungkan dalam labu destali dengan penangas air pada 70 ° C. Jika terlihat kondensasi pelarut berhenti maka destilasi dihentikan lalu labu destilasi didinginkan dan dikeringkan dalam oven. Tahapan berikutnya adalah memasukkan kedalam destilator selama 30 menit dan menimbang labu destilator sampai didapat berat tetap. Kadar minyak dan lemak dihitung kemudian n-hexana ditambahkan kedalam labu destilasi untuk melarutkan semua minyak dan lemak. Tambahkan silica gell untuk setiap 100 mg minyak dan lemak kedalam labu

destilasi dan aduk selama 5 menit, sisilia gell disaring dan dipindahkan filtrate ke dalam labu destilasi yang telah diketahui beratnya. Lakukan destilasi dengan penangas pada suhu 70 ° C dan hitung kadar minyak dan lemak.

6. Pengukuran amoniak (SNI 06-6989.30-2005)

Pengukuran amoniak (NH_3) menggunakan alat spectro fotometri (NUOVA 60) dan pipet ukur, dimana bahan yang digunakan adalah larutan standar untuk penyesuaian nol, reagen $\text{NH}_4\text{-1K}$ dan *reaction cell*. Adapun tahapan kerjanya yaitu memasukkan pipet 0,1 ml sample pada *reaction cell* test dan ditutup. Sampel dihomogenkan dengan cara mengocok cell test. Selanjutnya adalah menambahkan 1 dose reagen $\text{NH}_4\text{-1K}$, kemudian cell ditutup rapat dan kocok sampai reagen larut sempurna. Biarkan selama 15 menit dan lakukan penyesuaian NOL menggunakan larutan standar khusus. (Saragih, 2018).

7. Total coliform (SM 23rd Ed., APHA 9221 B & C, 2017)

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan *Most Probable Number (MPN)* dari bakteri Total Coliform dalam 100 ml sampel berdasarkan *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater* No. 9221 (APHA, 1998). Total Coliform dianalisa menggunakan *Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB)* APHA No. 9221 B. Pengujian dengan metode ini menggunakan 3 seri pendugaan yaitu 10 ml, 1 ml, 0,1 ml dan dilakukan secara triplo. Pengujian dengan metode ini melalui dua tahap, yaitu uji pendugaan (*Presumptive Test*) dan uji penegasan (*Confirmed Test*).

Uji Pendugaan (*Presumptive Test*) dilakukan dengan cara memasukkan sampel yang sudah diencerkan ke dalam media *Lactose Broth* yang sudah dibagi menjadi seri 10 ml, 1 ml dan 0,1 ml. Kemudian media *Lactose Broth* tersebut diinkubasi

selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah itu amati adanya pembentukan gas pada tabung durham di setiap tabung reaksi yang berisi media tersebut. Setiap tabung yang positif terdapat gas dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu uji penegasan (*Confirmed Test*).

Uji Penegasan (*Confirmed Test*) dilakukan dengan cara menginokulasikan hasil yang positif dari uji pendugaan ke dalam media selektif *Brilliant Green Lactose Bile broth (BGLB)*. Setelah itu media selektif BGLB tersebut diinkubasi selama 24 – 48 jam pada suhu 37°C. Setelah selesai diinkubasi, maka kembali lakukan analisa apakah terdapat gas di dalam tabung durham. Jumlah tabung yang positif terdapat gas disesuaikan pada tabel MPN 333 menurut Formula Thomas (Soemarno, 2000).