

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Domestik

Menurut PermenLHK No. 68 tahun 2016 air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan. Sedangkan yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Baku mutu air limbah domestik adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan. Baku mutu air limbah domestik yaitu pH, BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, amonia dan Total Coliform. Baku Mutu Air Limbah Domestik yang diatur dalam PermenLHK Nomor 68 Tahun 2016 dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Air limbah domestik merupakan suatu limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, industri, dan sejenisnya yang berpotensi menjadi sumber pencemaran badan air dan lingkungan. Air limbah domestik mengandung senyawa organik dan senyawa kimia lainnya serta adanya mikroorganisme patogen sehingga dapat berdampak pada masyarakat (Said dan Widayat, 2013).

Setiap air yang telah terpengaruh secara negatif dalam kualitas karena kegiatan manusia dapat dianggap sebagai air limbah (Burton dan Stensel, 2003). Ini termasuk limbah cair domestik dari pemukiman, industri atau pertanian. Ini mencakup berbagai macam kontaminan yang dapat berpotensi berbahaya atau konsentrasi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Kontaminan potensial ini termasuk sabun dan deterjen dari kamar mandi, sisa makanan dan minyak dari dapur dan kegiatan manusia lainnya yang melibatkan penggunaan air. Air minum menjadi air limbah setelah terkontaminasi dengan semua atau beberapa kontaminan potensial yang disebutkan di atas.

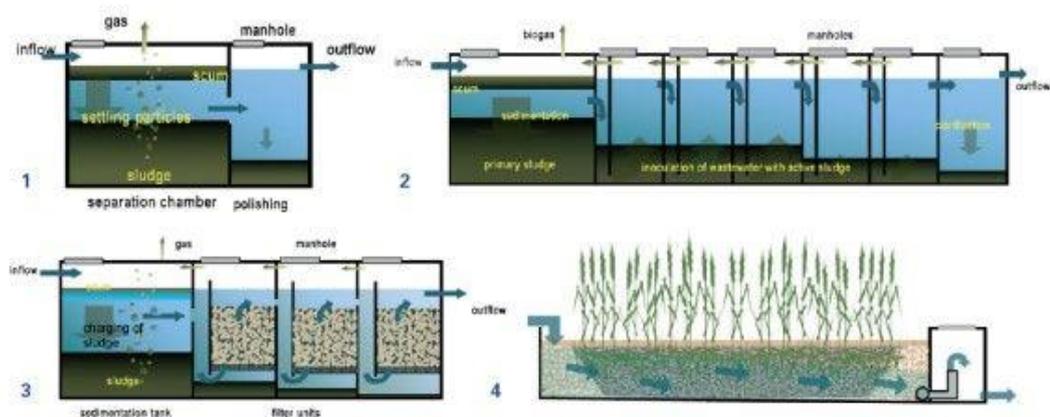
Air limbah yang berasal dari kotoran manusia (feaces, urine atau cairan tubuh lainnya), juga dikenal sebagai blackwater, termasuk air dari WC, septic tank atau soakaway, dan air pencuci; sedangkan greywater adalah air limbah yang berasal

dari limpasan curah hujan perkotaan dari jalan, atap, dan trotoar. Air limbah dapat terkontaminasi dengan berbagai komponen yang sebagian besar termasuk patogen, bahan kimia sintetik, bahan organik, nutrisi, senyawa organik dan logam berat. Ini terjadi baik dalam larutan atau sebagai materi partikulat (Abdullahi Idris-Nda dkk,2013).

2.1 IPAL Komunal

Instalasi Pengolahan Air Limbah adalah suatu sarana yang digunakan untuk mengolah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga atau domestik. IPAL komunal merupakan sistem pengolahan air limbah domestik skala pemukiman, IPAL komunal digunakan atau melayani beberapa kepala keluarga (KK) (Iskandar et al, 2016).

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal merupakan sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat yaitu terdapat bangunan yang digunakan untuk memproses limbah cair domestik yang difungsikan secara komunal (digunakan oleh sekelompok rumah tangga) agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan, sesuai dengan baku mutu lingkungan. Limbah cair dari rumah penduduk dialirkan ke bangunan bak tampungan IPAL melalui jaringan pipa.



Gambar 2.1 Teknologi Pengolahan IPAL Komunal

Teknologi pengolahan limbah cair sangat bervariasi tergantung kualitas hasil olahan yang diinginkan. Tetapi pada dasarnya setiap pengolahan limbah cair mempunyai tujuan yang sama yaitu mengurangi

kadar bahan pencemar yang terkandung dalam limbah cair sampai kadar tertentu yang sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan. Tujuan dari pengolahan limbah cair dalam menurunkan kadar pencemar yang terdapat pada air limbah sampai memenuhi effluen (air limbah yang keluar setelah dilakukan proses pengolahan dan memenuhi baku mutu yang disyaratkan) yang berlaku. Proses pengolahan limbah apapun tidak mungkin menghilangkan keseluruhan kadar zat pencemar, melainkan hanya dapat menurunkan kadar hingga batas-batas yang diperkenankan oleh peraturan yang berlaku untuk mendapatkan mutu air buangan yang memenuhi standar efisiensi yang tinggi, maka semua sistem pengolahan air limbah harus dioperasikan dengan baik dan benar. Pengolahan limbah cair dapat diolah secara fisik, kimia, dan biologi (Sugiharto, 1987).

Salah satu IPAL Komunal yang beroperasi di Yogyakarta yaitu IPAL Komunal Mendirol, Sukoharjo, Sleman. IPAL ini dibangun dari program SANIMAS (Sanitasi Berbasis Masyarakat). Teknologi IPAL Komunal yang digunakan antara lain :

1. Bak Pengolahan Air Limbah

Bak pengolahan air limbah terdiri dari :

a. Bak Equalisasi

Bak equalisasi berguna menyamaratakan aliran buangan merupakan suatu proses pengolahan tapi merupakan cara untuk meningkatkan efektifitas pada proses pengolahan selanjutnya.

b. Bak Pengendap (*Settler*)

Bak pengendap fungsinya sama dengan *settling tank/septic tank* dimana akan terjadi proses sedimentasi/pengendapan dan dengan stabilisasi secara aerobik dari bahan yang diendapkan tersebut.

c. *Anaerobic Buffle Reactor*

Anaerobic Buffle Reactor atau *Buffle Septic Tank* berfungsi untuk mengalirkan air limbah dimana terjadi proses pengendapan selanjutnya melewati/mengkontakan dengan lumpur aktif dan terjadi proses penguraian

karena adanya kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganisme yang terdapat pada lumpur aktif.

a. *Anaerobic Buffle Reactor*

Anaerobic Filter atau *Fixed Bed/Fixed Film Reactor* berfungsi untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (*Dissolved Solid*) dengan mengkontakan dengan mikroorganisme pada media filter dimana akan terjadi penguraian bahan organik terlarut (*Dissolved Organic*) dan bahan organik yang terspesi (*Dispersed Organic*) yang ada dalam limbah.

2. Horizontal Gravel Filter

Merupakan system filtrasi dengan arah aliran horizontal yaitu mengalirkan limbah/effluent dari bak pengolah anaerob melewati media filter berupa batu koral dan kerikil yang ditanami beberapa jenis tumbuhan dan diharapkan dapat mengurai polutan seperti logam berat, phospat dan amonia.



Gambar 2.2Horizontal Gravel Filter

3. Kolam Uji Dan Stabilisasi

Merupakan kolam untuk pengolahan akhir sebelum dibuang ke badan air dan berfungsi sebagai kolam uji dan stabilisasi limbah hasil olahan/ effluent. Kolam ini diisi beberapa jenis ikan sebagai salah satu indikator kualitas air limbah hasil olahan/effluent dan diharapkan akan menjadi kolam produksi.



Gambar 2.3 Kolam Uji Dan Stabilisasi

2.1 *Downflow Hanging Sponge (DHS)*

Diperlukan teknologi yang baik dalam rangka meningkatkan efektivitas sistem pengolahan di IPAL agar kualitas air buangan menjadi lebih baik. Untuk mempopulerkan pengolahan air limbah negara berkembang, pada umumnya digunakan sistem dengan biaya yang rendah dan mudah pengoperasiannya. Salah satu teknologi yang dapat digunakan yang memenuhi kriteria tersebut adalah dengan menggunakan reaktor *Down-Flow Hanging Sponge* (DHS) (Tandukar et.al.,2005).

Prinsip kerja sistem DHS hampir sama dengan sistem *trickling filter*. Media filter yang digunakan adalah dengan menggunakan rangkaian spons yang terbuat dari bahan poliuretan yang disusun secara seri sebagai media untuk menahan mikroba biomassa.

Sesuai dengan namanya, sistem ini bekerja dengan prinsip down-flow, dimana air limbah dialirkan dari bagian atas reaktor, kemudian terolah oleh mikroorganisme yang terdapat atau tumbuh di permukaan media spons pada saat air limbah tersebut mengalir melewati reaktor. Karena spons dalam reaktor DHS menggantung secara bebas di udara, oksigen dapat terlarut secara alami ke dalam air limbah ketika air mengalir ke bawah melewati reaktor, sehingga sistem ini tidak membutuhkan aerasi atau input energi lainnya. Selain itu, reaktor DHS dapat menjadi penyokong tempat kehidupan biomassa, baik di dalam spons

maupun di bagian permukaan. Hal ini tentu akan mengurangi jumlah lumpur yang dihasilkan pada akhir pengolahan (Machdar et al., 2000; Tandukar et al., 2005; Uemura et al., 2002).

2.1 Pengolahan Biologis

Salah satu model pengolahan air secara biologis adalah dengan menggunakan reaktor pertumbuhan melekat (*attached growth reactor*). Pada proses *attached growth*, mikroorganisme yang berperan mengkonversi materi organik atau hidup dan berkembang menyatu pada material inert tertentu. Materi organik tersebut disisihkan saat air limbah mengalir melewati media inert tersebut. Materi yang digunakan sebagai tempat hidup dan pertumbuhan mikroorganisme antara lain dapat berupa batu, gravel, kayu, plastik dan materi sintetik. Proses *attached growth* dapat berlangsung secara aerob maupun anaerob dan material inert yang digunakan sebagai tempat hidup mikroorganisme dapat terendam sepenuhnya dalam air limbah ataupun tidak terendam (Metcalf & Eddy, 2003).

2.2 Biofilter

Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang telah diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakkan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Untuk proses anaerobik dilakukan tanpa pemberian udara atau oksigen. Biofilter yang baik adalah menggunakan prinsip biofiltrasi yang memiliki struktur menyerupai saringan dan tersusun dari tumpukan media penyangga yang disusun baik secara teratur maupun acak di dalam suatu biofilter. Adapun fungsi dari media penyangga yaitu sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya bakteri yang akan melapisi permukaan media membentuk lapisan massa yang tipis (biofilm) (Herlambang dan Marsidi, 2003).

Biofilm memerangkap nutrisi untuk pertumbuhan populasi mikroorganisme dan membantu mencegah lepasnya sel-sel dari permukaan pada sistem yang mengalir. Permukaan sendiri adalah habitat yang penting bagi mikroorganisme karena nutrisi dapat terperap pada permukaan sehingga kandungan nutrisinya dapat lebih tinggi daripada di dalam larutan. Konsekuensinya, jumlah dan

aktivitas mikroba pada permukaan biasanya lebih tinggi daripada di air (Madigan,2006).Ada 5 tahap pembentukan biofilm yaitu:

1. Pelekatan awal: mikrob melekat pada permukaan suatu benda dan dapat diperantarai oleh fli (rambut halus sel) contohnya pada *P.aeruginosa*.
2. Pelekatan permanen: mikrob melekat dengan bantuan eksopolisakarida (EPS).
3. Maturasi I: proses pematangan biofilm tahap awal.
4. Maturasi II: proses pematangan biofilm tahap akhir, mikrob siap untuk menyebar.
5. Dispersi: Sebagian bakteri akan menyebar dan berkolonisasi di tempat lain (Monroe, 2007).

Apabila pada media terbentuk lapisan lendir yang berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media, maka dapat dipastikan bahwa telah tumbuh mikroorganisme pada media. Sampai mikroorganisme tumbuh diperlukan waktu selama 2 minggu. Hal tersebut dilakukan untuk didapatkan hasil sampai terjadi steady state pada kondisi air limbah (Herlambang,2002).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja biofilter aerobik antara lain yakni:

a) Beban Organik (*Organic Loading*)

Beban organik didefinisikan sebagai jumlah senyawa organik di dalam air limbah yang dihilangkan atau didegradasi di dalam biofilter per unit volume per hari. Beban organik yang sangat tinggi dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme, dan pada konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan kematian mikroorganisme.

b) Beban Hidrolis (*Hydrolic Loading*)

Beban hidrolis dinyatakan sebagai volume air buangan yang dapat diolah per satuan waktu per satuan luas permukaan media. Beban hidrolis yang tinggi dapat menyebabkan pengelupasan lapisan biofilm yang menempel pada media, sehingga efisiensi pengolahan menjadi turun.

a) Kebutuhan Oksigen (*DO*)

Kandungan oksigen terlarut dalam biofilter aerobik terendam harus dijaga antara 2 – 4 mg/l. Oksigen berperan dalam proses oksidasi, sintesa dan respirasi dari sel.

b) Logam berat

Logam-logam berat seperti Hg, Ag, Cu, Au, Zn, Li dan Pb walaupun dalam konsentrasi yang rendah akan bersifat racun terhadap mikroorganisme. Daya bunuh logam berat pada kadar rendah ini disebut daya oligodinamik (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017).

Pengolahan air limbah dengan proses biofilm mempunyai beberapa keunggulan antara lain :

- Pengoperasiannya mudah
- Lumpur yang dihasilkan sedikit
- Dapat digunakan untuk pengolahan air limbah dengan konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi
- Tahan terhadap fluktuasi jumlah (debit) air limbah maupun fluktuasi konsentrasi
- Pengaruh penurunan suhu terhadap efisiensi pengolahan kecil
- Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar, dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik (Said dan Wahjono, 1999).

Sedangkan kelemahan pengolahan air limbah dengan biofilm yaitu dibutuhkan kestabilan oksigen agar mikroorganisme yang digunakan untuk mengurai limbah dapat hidup dan aliran air harus merata pada setiap permukaan media yang menjadi tempat melekat mikroorganisme.

2.1 Media Biofilter

Faktor terpenting yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada media penyangga adalah kecepatan aliran serta bentuk dan jenis konfigurasi media. Media yang digunakan dapat berupa kerikil, batu pecah (*split*), media plastik (*polivinil chlorida*) dan partikel karbon aktif dan lainnya. Media yang sering

digunakan pada proses biologis khususnya biofilter adalah media plastik yang terbuat dari PVC (Gabriel Bitton,1994). Kelebihan dalam penggunaan media plastik ini antara lain:

- a. Ringan serta mempunyai luas permukaan spesifik yang besar (luas permukaan per satuan volume) berkisar antara sebesar 85-226 m²/m³.
- b. Volume rongga yang besar dibandingkan media lainnya (hingga 95%) sehingga resiko kebutuhan kecil.
- c. Penyumbatan pada media yang terjadi sangat kecil.

Di dalam proses biofilter dengan sistem aerasi merata, lapisan mikroorganisme yang melekat pada permukaan media mudah terlepas, sehingga seringkali proses menjadi tidak stabil. Tetapi, di dalam sistem aerasi melalui aliran putar, kemampuan penyerapan oksigen hampir sama dengan sistem aerasi dengan menggunakan difuser. Oleh karena itu, untuk penambahan jumlah beban yang besar sulit dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, belakangan ini penggunaan sistem aerasi merata banyak dilakukan karena mempunyai kemampuan penyerapan oksigen yang besar (Said, 2005).

Dalam pemilihan media biofilter terdapat beberapa kriteria teknis yaitu :

1. Media biofilter adalah bagian terpenting dari biofilter, pemilihan media harus dilakukan dengan seksama disesuaikan dengan kondisi proses serta jenis air limbah yang akan diolah.
2. Media filter dapat dibuat dari bahan alami atau secara pabrikasi dari bahan plastik atau bahan lainnya.
3. Media pabrikasi harus tahan korosi dan ringan dengan luas permukaan spesifik dan volume rongga (porositas) yang besar sekitar (70 – 95) %, sehingga dapat melekatkan mikroorganisme dalam jumlah yang besar dan memiliki resiko kebuntuan yang kecil.
4. Luas permukaan spesifik dan volume rongga yang besar memungkinkan untuk pengolahan air limbah dengan beban konsentrasi yang tinggi dan memiliki efisiensi pengolahan yang cukup besar

Berikut beberapa contoh perbandingan luas permukaan spesifik dari berbagai media biofilter dapat dilihat pada **Tabel 2.1.**

Tabel 2.1Perbandingan Luas Permukaan Spesifik Media Biofilter

No	Jenis Media	Luas Permukaan Spesifik (m ² /m ³)
1	Trickling filter dengan batu pecah	100 – 200
2	Model sarang tawon (honeycomb modul)	150 – 240
3	Tipe jaring	50
4	Bioball	200-235
5	RBC	80-150

Sumber : Said,2005

2.1 Media Serat Tanaman *Luffa*

Luffa berasal dari keluarga timun dan marrow (mentimun) yang berasal dari Amerika. Setelah kering, struktur serat dalam dari *luffa* berubah menjadi spons sepanjang ± 30 cm. Dua spesies utama yang tumbuh di seluruh dunia adalah *Loofa Acutangula*, dan spesies berbuah halus (*Loofa Cylindrica*, atau *Loofa Aegyptica*). Meskipun buahnya dapat dimakan, *luffa* paling sering ditanam untuk material internal berserat, yang dapat digunakan sebagai spons setelah dikeringkan. Seperti yang disebutkan dalam literatur, serat tersusun atas 60% selulosa, 30% hemiselulosa, dan 10% lignin dan dapat digunakan dalam industri untuk berbagai tujuan, seperti pengemasan, penyekat, atau sebagai bahan pengisi (Mazali dan Alves, 2005).

Studi tentang penggunaan *Luffa Cylindrica* untuk pengolahan air limbah masih sedikit, dan penelitian khusus mengenai *Luffa* sebagai media pendukung biofilm dalam filter trickling tidak diketahui. Di Brazil, Agra (2009) mempelajari penggunaan *Luffa* sebagai substrat dalam bioreaktor percontohan pertumbuhan terendam secara kontinyu. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa reaktor ini efisien untuk stabilisasi bahan karbon dan proses nitrifikasi. Sousa dkk (2008) mempelajari penggunaannya untuk imobilisasi bakteri nitrifikasi dalam bioreaktor pertumbuhan terendam skala laboratorium untuk memoles limbah reaktor UASB

yang merawat air limbah rumah tangga. Penelitian mengenai trickling filter menggunakan *Luffa Cyllindrica* yang digunakan sebagai media pendukung masih sedikit.

Luffa Cyllindrica ditandai oleh struktur yang sangat berserat, yang menawarkan permukaan yang bagus untuk fiksasi film biologis, dengan spesifikasi gravitasi yang sangat kecil, dan bila mengalami dehidrasi, ia akan terdegradasi dengan sangat lambat (Marcos et al, 2012). *Luffa Cyllindrica* memiliki kapasitas penyerapan air yang tinggi, sehingga cocok sebagai penyerap, misalnya mengurangi warna keruh pada air limbah (Nat, 2012).

2.1 Media Bioball

Media bioball mempunyai keunggulan yaitu ringan, mudah dicuci ulang, dan memiliki luas permukaan spesifik yang paling besar di bandingkan dengan jenis media biofilter lainnya, yaitu sebesar $200 - 240 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ dan pemasangannya mudah. Sedangkan jenis bioball yang dipilih adalah yang berbentuk bola dengan diameter 3 cm karena bioball jenis ini yang memiliki diameter paling kecil dan dengan bentuknya yang seperti bola (random packing) dapat meminimalkan terjadinya clogging (tersumbat). Bioball ini berfungsi sebagai tempat hidup bakteri – bakteri yang diperlukan untuk menjaga kualitas air (Said, 2005).

Menurut Said (2002), kelebihan bioball adalah mempunyai luas permukaan spesifik yang besar, yaitu $\pm 210 \text{ m}^2 / \text{m}^3$, Fraksi volume rongganya besar yaitu 85%, terbuat dari bahan inert, ringan, fleksibel. Jika kemampuan penyerapan oksigen besar, maka dapat digunakan untuk mengolah air limbah dengan beban organik (organic loading) yang besar pula. Oleh karena itu, diperlukan juga media biofilter yang dapat melekatkan mikroorganisme dalam jumlah yang besar. Biasanya untuk media biofilter dari bahan anaorganik, semakin kecil diameternya, luas permukaannya semakin besar. Sehingga jumlah mikroorganisme yang dapat dibiakkan juga menjadi besar. Jika sistem aliran dilakukan dari atas ke bawah (down flow), maka sedikit banyak terjadi efek filtrasi sehingga terjadi proses peumpukan lumpur organik pada bagian atas media yang dapat mengakibatkan penyumbatan. Oleh karena itu, perlu proses pencucian secukupnya. Jika terjadi penyumbatan, maka dapat terjadi aliran singkat (Short pass) dan juga terjadi

penurunan jumlah aliran sehingga kapasitas pengolahan dapat menurun secara drastis(Said,2005).

Penelitian mengenai penggunaan bioball sebagai media filtrasi sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Said pada tahun 2005 tentang pengaplikasian bioball sebagai biofilter dalam pengolahan air limbah pencucian jeans dengan proses biofilter anaerob-aerob untuk mengurangi kadar TSS, COD, BOD dan warna. Variasi waktu tinggal (HRT) yang digunakan adalah 24, 48 dan 72 jam. Hasil penelitian tersebut di dapatkan efisiensi penghilangan COD, BOD, SS dan Warna masing-masing yakni : COD 78 – 91 %, BOD 85 – 92 %, total zat padat tersuspensi (TSS) 80 – 93 %, dan warna 48 – 57 %. Makin kecil waktu tinggal di dalam reaktor biofilter efisiensi penghilangan juga semakin kecil. Pengolahan dengan proses biofilter secara umum dapat menghilangkan polutan organik dan TSS dengan baik, tetapi untuk penghilangan warna kurang efektif.

2.1 Aplikasi Biofilter Sebagai *Post Treatment Unit*

Dikota-kota besar, air limbah domestik memberi kontribusi jumlah air limbah terbesar dibanding jumlah air limbah industri. Diwilayah propinsi DKI Jakarta, jumlah air domestik mencapai sekitar 80% dari total air limbah yang dihasilkan. Aktifitas gedung perkantoran merupakan salah satu penghasil air limbah domestik dalam jumlah cukup besar. Air limbah perkantoran berasal dari air “*flushing toilet*”, kamar mandi, kantin dan air wudhu. Polutan utama air limbah domestik adalah senyawa-senyawa organik, maka teknologi yang tepat digunakan untuk mengolahnya adalah proses biologi dengan memanfaatkan mikroorganisme atau mikroba yang ada di alam. Gedung kantor Sophie Paris Indonesia dalam upaya pencegahan pencemaran lingkungan oleh air limbah yang dihasilkannya, telah membangun dan mengoperasikan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) jenis “Biotek”, yaitu septik tank yang dilengkapi dengan blower udara. Meningkatnya jumlah air limbah karena bertambahnya jumlah karyawan, menimbulkan banyak masalah pada IPAL yang ada, seperti naiknya konsentrasi Amonia dan polutan organik (COD, BOD). Untuk mengatasi masalah ini, manajemen Sophie Paris Indonesia telah menambah satu unit bioreaktor “*Biofilter*” pada IPAL yang sudah

ada. Biofilter ditempatkan setelah unit Biotek. Penambahan Biofilter ini mampu mengatasi masalah yang ada. Dari beberapa kali pengujian laboratorium, kualitas air olahan selalu memenuhi Baku Mutu. Konsentrasi Amonia dan polutan organik berada jauh dibawah batas maksimum yang dipersyaratkan. Pengelola gedung Sophie Paris Indonesia juga sudah melakukan swapantau operasional IPAL dan analisa berkala ke laboratorium yang terakreditasi (Ikbal,2016).

2.1 Karakteristik Air Limbah

Air limbah domestik yang dilepas ke lingkungan khususnya sungai haruslah memenuhi standar baku mutu air limbah domestik. Baku mutu air limbah domestik adalah batas atau kadar unsur pencemar atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah domestik yang akan dilepas ke air permukaan(PermenLH No.68 Tahun 2016).

Terdapat beberapa parameter yang umum digunakan sebagai indikator kualitas air limbah diantaranya adalah (Alaerts dan Santika, 1987):

1. Karakteristik Fisika

Sifat fisik suatu limbah ditentukan berdasarkan bau, suhu, warna, dan zat padat tersuspensi. Sifat fisik ini diantaranya dapat dikenali secara visual tapi untuk mengetahui secara lebih pasti maka digunakan analisis laboratorium.

2. Karakteristik Kimia

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk mendekomposisi bahan organik hingga stabil pada kondisi aerobik (Kumar dkk, 2010). Pemeriksaan BOD diperlukan untuk mentukan beban pencemar akibat air buangan dari rumah sakit atau industri (Sugito, 2009).

BOD merupakan parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, dinyatakan dengan BOD₅ hari pada suhu 20 °C dalam mg/liter atau ppm. Pemeriksaan BOD₅ diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan *domestik* atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar. Penguraian zat organik adalah peristiwa

alamiah, jika suatu badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses biodegradable berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada *biota* air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk.

a. Amonia (NH_3)

Amonia di perairan dapat berasal dari dekomposisi bahan organik yang banyak mengandung senyawa nitrogen (protein). Dekomposisi bahan organik yang mengandung nitrogen umumnya dilakukan oleh mikroba. Proses ini dikenal dengan amonifikasi (Haryadi et al., 1992). Amonia dapat juga berasal dari ekskresi organisme, reduksi nitrit oleh bakteri, pemupukan, reduksi gas nitrogen (N_2) yang berasal dari difusi udara, limbah industri, dan limbah domestik.

Alaerts dan Santika (1987), mengemukakan bahwa amonia (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4 pada pH rendah. Amonia dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja manusia serta oksidasi zat organik secara mikrobiologis, yang berasal dari alam atau air buangan industri dan penduduk. Kadar amonia yang tinggi pada air sumur maupun air sungai menunjukkan adanya pencemaran.

Jika oksigen terlarut di perairan tersedia, maka amonia akan mengalami oksidasi melalui reaksi nitrifikasi sebagai berikut:

1. Proses nitritasi yang mengoksidasi amonium menjadi nitrit oleh bakteri Nitrosomonas
2. Proses nitratasi yaitu oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh bakteri Nitrobacter

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses nitrifikasi dalam pengolahan air adalah :

1. Konsentrasi Oksigen Terlarut (Dissolved Oksigen)

Proses nitrifikasi merupakan proses aerob, maka keberadaan oksigen sangat penting dalam proses ini. Benfield & Randal (1980) mengatakan bahwa proses nitrifikasi akan berjalan dengan baik jika DO minimum > 1 mg/l.

Bitton (1994) mengatakan agar proses nitrifikasi dapat berjalan dengan baik maka konsentrasi oksigen terlarut di dalam air tidak boleh kurang dari 2 mg/l.

1. Temperatur

Kecepatan pertumbuhan bakteri nitrifikasi dipengaruhi oleh temperatur antara 8 – 30°C, sedangkan temperatur optimumnya sekitar 30°C (Hittlebaugh and Miler, 1981).

2. pH

Pada proses biologi, nitrifikasi dipengaruhi oleh pH. pH optimum untuk bakteri nitrosomonas dan nitrobacter antara 7,5 – 8,5 (U.S. EPA, 1975). Proses ini akan terhenti pada pH dibawah 6,0 (Painter, 1970; Painter and Loveless, 1983). Alkalinitas air akan berkurang sebagai akibat oksidasi amoniak oleh bakteri nitrifikasi. Secara teori alkalinitas akan berkurang 7,14 mg/l sebagai CaCO₃ setiap 1 mg/l NH₄⁺ (amoniak) yang dioksidasi (U.S. EPA, 1975). Oleh karena itu untuk proses nitrifikasi, alkalinitas air harus cukup untuk menyeimbangkan keasaman yang dihasilkan oleh proses nitrifikasi. Rasio Organik dan Total Nitrogen (BOD/T-N) Fraksi bakteri nitrifikasi di dalam biofilm akan berkurang sebanding dengan meningkatnya rasio organik terhadap total nitrogen di dal air (BOD/T-N) Di dalam proses gabungan oksidasi karbon dan nitrifikasi, proses nitrifikasi akan berjalan dengan baik dengan rasio BOD/T-N lebih besar (Metcalf and Eddy, 1991).

Toksitas anonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu. Konsentrasi amonia akan meningkat seiring dengan meningkatnya pH (Barus, 2002).