

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Limbah

Air limbah menjadi persoalan kontemporer seiring kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pasti akan membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Sebagian besar rumah tangga membuang air limbah di sungai, got, selokan, atau badan air lainnya. Air limbah mengandung senyawa-senyawa polutan yang dapat merusak ekosistem air. Air limbah bila tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada. (Sugiarto, 2008)

Scundaria (2000) menyebutkan bahwa limbah merupakan sumber daya alam yang telah kehilangan fungsinya, yang keberadaannya mengganggu kenyamanan dan keindahan lingkungan. Limbah dihasilkan dari sisa proses produksi baik industri maupun domestik/rumah tangga. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Beberapa bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga.

Air limbah yang bersumber dari rumah tangga, menurut Notoatmodjo (2003) dalam Angreni 2009, yaitu buangan yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah terdiri dari excreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik. Air dikatakan tercemar jika adanya penambahan makhluk hidup, energi atau komponen lainnya baik sengaja maupun tidak, kedalam air baik oleh manusia ataupun proses alam yang menyebabkan kualitas air turun sampai tingkat yang menyebabkan air tidak sesuai peruntukannya.

Limbah adalah bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, dari berbagai skala rumah tangga layaknya industri pertambangan, dan

hasil produksi lainnya. Limbah dianggap lebih banyak menghasilkan hal negatif dibandingkan positif sehingga menjadi limbah yang mengganggu.

Baku mutu air limbah merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Baku Mutu Air Limbah Domestik yang diatur dalam Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016 dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	Mg/L5	10
Total Coliform	Jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber : PERMEN LHK No. 68 Tahun 2018

2.2 Sumber dan Karakteristik Limbah Domestik

2.2.1 Sumber Air Limbah Domestik

Tjokrokusumo (1999), mengatakan bahwa sumber-sumber air limbah dapat berasal dari air limbah rumah tangga adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan, daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi, air limbah industri dan air limbah rembesan.

Air buangan berasal dari berbagai sumber menurut Notoatmodjo (2003) dalam Angreni 2009, secara garis besar air buangan dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

- a. Air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*Domestic Wastes Water*), yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri bahan- bahan organik.
- b. Air buangan industri (*Industrial Waste Water*), yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung di dalamnya

sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri.

- c. Air buangan kotapraja (*Municipal Waste Water*), yaitu air buangan yang berasal dari daerah perkotaan, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat-tempat ibadah dan sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga.

2.2.2. Karakteristik Air Limbah

Prinsip dasar pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan bahkan mengurangi kontaminan yang terdapat dalam air limbah (Mara, 1978). Adapun karakteristik yang terdapat pada air limbah perlu diketahui karena hal ini akan menentukan cara pengolahan yang tepat, sehingga tidak mencemari lingkungan hidup. Kualitas air buangan dibedakan menjadi tiga karakteristik yaitu karakteristik fisik, karakteristik kimia dan karakteristik biologi.

Tabel 2.2 Karakteristik Limbah Domestik atau Limbah Perkotaan

No.	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1	BOD	mg/L	31,52 - 675,33
2	COD	mg/L	46,62 - 1183,4
3	KmnO ₄	mg/L	69,84 - 739,56
4	Amonia	mg/L	10,79 - 158,73
5	Nitrit	mg/L	0,013 - 0,274
6	Nitrat	mg/L	2,25 - 8,91
7	pH	-	4,92 - 8,99
8	Zat Padat Tersuspensi (SS)	mg/L	27,5 - 211
9	Minyak/Lemak	mg/L	1 - 125
10	Timbal	-	0,002 - 0,04
11	Besi	mg/L	0.19 - 70
12	Warna		31 - 150

Sumber : Said, 2008

2.2.2.1 Karakteristik Fisik

a. Temperatur

Temperatur adalah ukuran panas atau dinginnya air limbah. Temperatur merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan

penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari. Terjadinya reaksi kimia yang sejalan dengan meningkatnya temperatur, ditambah dengan terjadinya penurunan kuantitas oksigen pada air permukaan, dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah. (Metcalf and Eddy, 2003)

Tabel 2.3 Kasifikasi Temperatur dari Proses Biologi

Type	Temperatur Range (°C)	Optimum Range (°C)
Psuchrophilic	10-30	12-18
Mesophilic	20-50	25-40
Thermophilic	35-75	55-65

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003

b. Padatan

Total padatan adalah semua bahan yang terdapat dalam contoh air setelah dipanaskan pada suhu 103⁰C - 105⁰C selama kurang lebih 1 jam. Total padatan ini terdiri dari total padatan terlarut (*total dissolved solid*) dan total padatan tersuspensi (*total suspensi solid*).

- TSS (*Total Suspended Solid*)

Total suspended solid dapat berupa komponen biotik seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri dan fungi, maupun komponen abiotik seperti detritus dan partikel anorganik lainnya. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. (Intan R, 2012).

- TDS (*Total Dissolved Solid*)

Total Dissolved Solid merupakan bagian dari *total solid* yang berupa padatan terlarut. Pada umumnya analisis total dissolved solid menggunakan suhu 180⁰C agar air yang tersumbat dapat dihilangkan secara mekanis.

c. Warna

Warna dibedakan menjadi *true color* dan *apparent color*. *True color* atau warna sejati adalah warna yang diakibatkan oleh material koloid

dan berasal dari penguraian zat organik, seperti zat humus, lignin dan asam organik lainnya. Sedangkan *apparent color* atau warna semua adalah warna yang diakibatkan oleh materi tersuspensi, seperti *red clay soil*, pemakaian zat warna oleh industri, pewarna makanan, cat dan lainnya. (Sawyer, 2003)

d. Turbiditas atau Kekeruhan

Kekeruhan merupakan suatu kondisi dimana air yang mengandung materi tersuspensi yang dapat menghalangi masuknya cahaya, sehingga jarak pandang terganggu. Materi tersuspensi ini dapat berupa nitrogen dan fosfor yang dapat meningkatkan pertumbuhan alga. Pertumbuhan bakteri dan alga akan meningkatkan tingkat kekeruhan perairan yang akan berpengaruh pada berkurangnya kadar oksigen yang terlarut. (Sawyer, 2003)

2.2.2.2 Karakteristik Kimia

a. Derajat Keasaman / pH

pH merupakan derajat keasaman suatu perairan. Nilai pH akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup organisme perairan. Nilai pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur kimia dan unsur hara yang bermanfaat bagi kehidupan biotik akuatik.

b. Alkalinitas

Alkalinitas menggambarkan kemampuan air untuk menetralkan asam. Alkalinitas adalah suatu parameter kimia yang menunjukkan jumlah ion karbonat dan bikarbonat yang mengikat logam alkali tanah pada perairan.

c. Oksigen Terlarut / *Dissolved Oxygen (DO)*

DO merupakan kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerob mikroorganisme. DO di dalam air sangat tergantung pada temperatur dan salinitas. Untuk menambahkan oksigen dalam limbah cair dapat dilakukan dengan cara yaitu memasukkan udara dalam air limbah,

misalnya dengan penggunaan aerator dan memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen. (Sugiharto, 1997)

Air dengan konsentrasi DO yang tinggi memiliki kemampuan mengoksidasi yang baik, sedangkan air memiliki konsentrasi DO yang rendah apabila terdapat kandungan pencemar (bahan organik) yang tinggi. Kandungan oksigen merupakan hal penting bagi kelangsungan hidup organisme perairan, sehingga penentuan kadar DO dalam air dapat dijadikan ukuran untuk menentukan kualitas dari suatu air limbah. Oleh karena itu, analisis DO merupakan kunci yang dapat menentukan tingkat pencemaran suatu perairan.

d. Bau

Bau yang ditimbulkan oleh air limbah adalah tanda dari adanya pelepasan gas berbau, seperti H_2S . Gas ini ada karena penguraian zat organik sulfat atau belerang pada kondisi minim oksigen. (Metcalf and Eddy, 2003)

e. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menstabilkan materi organik yang dapat terdekomposisi di bawah kondisi aerobik. (Sawyer.2003)

f. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. Hasil analisis COD menunjukkan kandungan senyawa organik yang terdapat dalam air limbah. Ada beberapa alasan dilakukannya analisis COD pada air limbah, antara lain (Metcalf & Eddy, 2003) :

- Ada beberapa materi yang tidak dapat dioksidasikan biologi, seperti glukosa dan lignin, akan teroksidasi secara kimiawi.
- Nilai COD yang tinggi akan disebabkan oleh tingginya kadar materi organik yang dioksidasi oleh dikromat.

g. Nitrogen

Bentuk nitrogen dalam air limbah antara lain organik nitrogen, ammonia, nitrit, nitrat dan gas nitrogen. (Hammer dan Hammer Jr., 2008). Nitrogen merupakan senyawa penting dalam sintesis protein. Pada proses pengolahan air limbah secara biologis biasanya dilakukan pengukuran kadar nitrogen dan fosfor yang merupakan unsur penting bagi pertumbuhan alga dan organisme biologi lainnya.

h. Minyak dan Lemak

Minyak adalah lemak yang bersifat cair. Keduanya mempunyai komponen utama karbon dan hidrogen yang mempunyai sifat tidak larut dalam air. Sifat dari minyak dan lemak relatif stabil dan tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri. Dalam pengolahan air limbah, kandungan minyak dan lemak harus disisihkan agar tidak mengganggu kehidupan biologi atau ekosistem air pada badan air penerima.

2.2.2.3 Karakteristik Biologi

Sifat biologi air limbah domestik perlu diketahui untuk mengetahui kualitas dan pengukur tingkat air sebelum dibuang ke badan air. Karakteristik biologi dapat dijadikan parameter dalam mengetahui ada tidaknya pencemaran air dan sumber penyakit yang diakibatkan oleh organisme patogen dalam air. Organisme patogen yang ditemukan dalam air limbah domestik dapat berupa bakteri, protozoa dan virus.

Protozoa dapat bersifat aerob, anaerob maupun fakultatif. *Giardia lamblia* dan *Cryptosporidium parvum* merupakan protozoa yang bersifat parasit dan dapat menginfeksi hewan mamalia dan juga manusia (Hammer dan Hammer Jr., 2008). Sumber makanan protozoa adalah bakteri, oleh karena itu dengan mengurangi jumlah bakteri dalam air limbah, protozoa akan mengubah rasio makanan atau massanya sehingga menstimulasi perkembangan bakteri dan stabilisasi air limbah.

Virus merupakan salah satu mikroorganisme sumber penyakit yang terdapat didalam air limbah. Reovirus dan adenovirus yang telah terisolasi

dalam air limbah dapat menyebabkan penyakit pernapasan, gastroenteritis dan infeksi pada mata. (Metcald & Eddy, 2003)

Jumlah organisme patogen dalam air sulit untuk diisolasi dan diidentifikasi. Pada umumnya untuk mengetahui ada atau tidaknya suatu organisme patogen dalam air, digunakan suatu indikator yang biasa disebut dengan indikator organisme. Istilah ini mengacu pada sejenis organisme yang kehadirannya di dalam air merupakan bukti bahwa air tersebut terpolusi oleh tinja dari manusia atau hewan berdarah panas. Dengan kata lain terdapat peluang bagi berbagai macam organisme patogen, untuk masuk ke dalam air tersebut. (Willey et al., 2008)

2.3 IPAL Komunal

Air limbah menjadi persoalan kontemporer seiring kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan pastilah membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Sebagian besar rumah tangga membuang air limbah di sungai, got, selokan, atau badan air lainnya. Air limbah mengandung senyawa-senyawa polutan yang dapat merusak ekosistem air. Air limbah bila tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada (Sugiarto, 2008) maka diperlukannya tempat untuk pengolahan air limbah tersebut.

Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal atau 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 (Karyadi, 2010). IPAL komunal adalah tempat pengolahan air limbah domestik dalam skala besar yang dipakai secara bersama-sama oleh beberapa rumah tangga. Penggunaan IPAL komunal ini dapat mewujudkan kota yang sehat melalui pengelolaan air limbah domestik yang tepat, perlindungan kesehatan masyarakat, melindungi dan meningkatkan kualitas air tanah dan air permukaan agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih dan pelestarian lingkungan hidup yang

efisien, terlebih lagi di kota dimana terdapat banyak perumahan dan kawasan padat penduduk. Untuk mengolah air yang mengandung senyawa organik, umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah secara biologis atau gabungan antara proses kimia-fisika. Proses secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) atau dengan kombinasi keduanya. Proses aerobik biasanya digunakan untuk pengolahan limbah dengan beban BOD tidak terlalu besar, sedangkan proses anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi.

Pada penelitian ini air limbah yang akan diolah berasal dari effluent IPAL Komunal yang berada di pedukuhan Mendirol, desa Sukoharjo, Kecamatan Sleman, Daerah istimewa Yogyakarta. Sebagai penerima Program Sanitasi Berbasis Masyarakat (SANIMAS), IPAL Komunal Mendirol dibangun pada tahun 2015 dan selesai pada Februari 2016 dengan kapasitas 130 kepala keluarga. Realisasi pembangunan sarana sanitasi ipal komunal di padukuhan mendirol terdiri dari:

1. Bak pengolah limbah kapasitas 500 jiwa meliputi:
 - a. *Equalisasi* berfungsi sebagai perata aliran bukan merupakan suatu proses pengolahan tapi merupakan teknik untuk meningkatkan efektifitas pada proses pengolahan selanjutnya.
 - b. *Settler* sama dengan settling tank/septic tank dimana didalamnya terjadi proses sedimentasi atau pengendapan dan dilanjutkan dengan stabilisasi dari bahan yang diendapkan tersebut melalui proses anaerobic.
 - c. *Anaerobic Buffle Reactor* yang juga disebut Buffle Septic Tank/Septic Tank Susun tujuannya untuk mengalirkan air limbah dimana terjadi proses pengendapan selanjutnya melewati/mengkontakan dengan lumpur aktif dan terjadi proses penguraian karena kontak antara limbah dengan akumulasi mikroorganisme pada lumpur aktif.
 - d. *Anaerobic Filter* juga dikenal dengan sebutan Fixed Bed/Fixed Film Reactor. Sistem ini diharapkan untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (dissolved solid) secara

mengkontakan dengan surplus mikroorganisme pada media filter dimana akan menguraikan bahan organik terlarut (*dissolved organic*) dan bahan organik yang terspresi (*dispersed organic*) yang ada dalam limbah.

2. Horizontal Gravel Filter merupakan filtrasi dengan aliran horizontal yaitu mengalirkan limbah/effluent dari bak pengolah anaerob melewati media filter secara horizontal dengan media filter berupa batu koral dan kerikil yang di tanami beberapa jenis tumbuhan yang diharapkan dapat mengurai polutan seperti logam berat, phospat dan amonia.

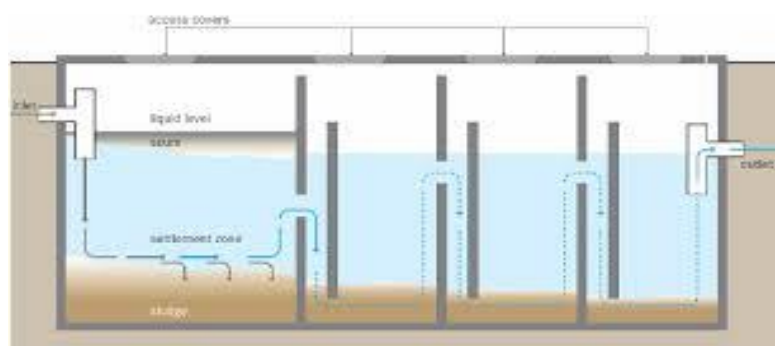
3. Kolam uji dan stabilisasi merupakan kolam yang dibuat sebagai pengolahan akhir sebelum dibuang ke badan air atau sungai terdekat dan berfungsi sebagai kolam uji dan stabilisasi limbah hasil olahan. Kolam ini diisi beberapa jenis ikan sebagai salah satu indikator kualitas air limbah. (padukuan mendiro, 2016)

2.4 TEKNOLOGI IPAL KOMUNAL

Berikut beberapa teknologi dari IPAL Komunal:

a. *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*

Anaerobic Baffled Reactor dapat dikatakan sebagai pengembangan tangki septik konvensional. ABR terdiri dari kompartemen pengendap yang diikuti oleh beberapa reaktor *baffle*. *Baffle* ini digunakan untuk mengarahkan aliran air ke atas (*upflow*) melalui beberapa seri reaktor selimut lumpur (*sludge blanket*). Konfigurasi ini memberikan waktu kontak yang lebih lama antara biomasa anaerobik dengan air limbah sehingga akan meningkatkan kinerja pengolahan. Dari setiap kompartemen tersebut akan menghasilkan gas (M.Ali, 2015).



Gambar 2.1 Anaerob Baffled Reactor

b. *Roating Biological Contactor* (RBC)

RBC merupakan reaktor biologis yang menggunakan sistem melekat. Prinsip kerja pengolahan air limbah dengan RBC yaitu mengkontakkan air limbah yang mengandung polutan organik dengan lapisan mikroorganisme yang melekat pada permukaan media RBC. Media tempat melekatnya film biologis ini berupa piringan dari bahan polimer atau plastik ringan yang disusun sejajar dan diputar pada suatu poros dan tercelup sebagian ke dalam air limbah yang mengalir secara kontinyu di dalam reaktor tersebut. Mikroorganisme akan tumbuh dan melekat pada permukaan media yang berputar dan membentuk suatu lapisan yang terdiri dari mikroorganisme yang disebut biofilm (Mackenzie, 2010).

c. Lagoon

Lagoon dapat dibedakan berdasarkan derajat pencampuran mekanik yang dilakukan. Jika energi yang diberikan cukup untuk mendapatkan derajat pencampuran dan aerasi terhadap seluruh air limbah termasuk padatan tersuspensi, reaktor disebut lagoon aerobik. Effluen dari lagoon aerobik memerlukan unit peralatan untuk pemisahan padatan (*solid*) agar didapatkan hasil olahan sesuai standar yang dibolehkan.

Lagoon atau kolam fakultatif dapat juga dianggap sebagai reaktor dengan pencampuran sempurna (*completely mixed reactor*) tanpa sirkulasi biomassa. Air limbah dialirkan kedalam lagoon atau kolam dan dikeluarkan dekat dasar kolam atau lagoon. Padatan yang ada di dalam air limbah akan mengendap di daerah dekat bagian pemasukan (*inlet*) dan partikel biologis (*biological solids*) serta koloid akan menggumpal membentuk awan atau selimut lumpur (*sludge blanket*) tipis yang tinggal di atas dasar kolam. Bagian pengeluaran (*outlet zone*) diletakkan pada bagian yang kemungkinan terjadi aliran singkat (*short circuiting*) paling kecil. (Said, 2008)

2.5 Down-flow Hanging Sponge Reactor

Down-flow Hanging Sponge (DHS) reactor merupakan salah satu sistem dalam mengolah air limbah domestik. Unit pengolahan air limbah ini umumnya membutuhkan biaya yang rendah dan pengoperasian serta pemeliharaannya dapat

dilakukan dengan mudah. Spons dapat dijadikan sebagai media pendukung untuk berbagai mikroorganisme dengan menyediakan sel hunian lebih lama, meningkatkan difusi udara ke dalam air limbah, serta mengurangi kebutuhan aerasi eksternal, karenanya DHS tidak seperti kebanyakan sistem aerobik yang ada (Nurhadi, 2010).

2.5.1 Prinsip Kerja DHS

Prinsip kerja sistem DHS menggunakan media filter yang digunakan adalah spon yang disusun secara seri sebagai media untuk menahan mikroba biomassa. 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 tersebut pada saat air limbah mengalir melewati reaktor. Karena terdapatnya udara, oksigen dapat terlarut secara alami ke dalam air limbah ketika air mengalir kebawah melewati reaktor. Selain itu, reaktor DHS dapat menjadi penyokong tempat kehidupan biomassa, baik di dalam media maupun di bagian permukaan (Machdar et al., 2000; Tandukur et al., 2005; Uemura et al., 2002).

Sistem DHS bekerja dengan menggunakan filter yang terbuat dari *Spon* dengan dimensi 2x2x2 cm. Tabung reaktor digunakan hanya untuk menjaga agar tidak terjadi kontaminasi dengan debu atau partikulat lainnya. Media *spon* yang digunakan berfungsi sebagai penghalang yang selektif karena media *spon* hanya dapat melewatkan komponen tertentu, sementara yang lain akan tertahan di dalam media. Pemisahan material yang terjadi dalam media spon didasarkan pada perbedaan ukuran dan bentuk molekul padatan yang terkandung di dalam air limbah maupun yang terjadi akibat proses penguraian di dalam sistem. Molekul padatan yang lebih besar dari pada pori-pori spon akan tertahan, sedangkan komponen dengan ukuran yang lebih kecil akan mengalir melewati media spon (Bitton, 1994).

2.6 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. Biofilter Aerobik merupakan proses biofilter yang membutuhkan oksigen dalam proses degradasi bahan organik. Di dalam proses pengolahan air limbah dengan proses biofilter aerobik, suplai udara dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti aerasi samping, aerasi tengah, aerasi merata seluruh permukaan, aerasi eksternal aerasi dengan air lift pump dan aerasi dengan sistem mekanik. Sistem aerasi juga bergantung dari jenis media maupun efisiensi yang diharapkan (Herlambang, dkk, 2002).

Adanya air buangan yang melalui media biofilter mengakibatkan tumbuh dan berkembangnya bakteri yang akan melapisi permukaan media membentuk lapisan lendir yang menyelimuti media atau yang disebut juga *biological film*. Air limbah yang masih mengandung zat organisme yang belum teruraikan pada bak pengendap bila melalui lapisan lendir ini akan mengalami proses penguraian secara biologis. Efisiensi biofilter tergantung dari luas kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang menempel pada permukaan media filter tersebut. Media biofilter yang baik terbuat dari bahan anorganik maupun organik, ringan dan mempunyai luas permukaan spesifik yang tinggi. Semakin tinggi luas permukaan spesifiknya maka jumlah mikroorganisme yang dapat melekat juga semakin banyak bidang kontakannya, maka efisiensi penurunan zat organiknya (BOD) semakin besar. Selain menghilangkan atau mengurangi konsentrasi BOD dan COD, cara ini juga dapat mengurangi konsentrasi padatan tersuspensi atau *suspended solid*, ammonium, dan phospor (Herlambang, dkk, 2002). Biofilter juga berfungsi sebagai media penyaring air limbah yang melalui media ini. Sebagai akibatnya, air limbah yang mengandung *suspended solids* dan bakteri *E. Coli* setelah melalui filter ini akan berkurang konsentrasinya. Biofilter sangat sederhana, operasinya mudah dan tanpa memakai bahan kimia serta tanpa membutuhkan energi. Proses ini cocok digunakan untuk mengolah air limbah dengan kapasitas yang tidak terlalu besar.

2.7 Media Biofilter

2.7.1 Media Penyangga *Luffa Cylindrica*

Pada penelitian ini dibutuhkan media lokal seperti luffa sebagai media filter pada unit *Tray Bioreactor*. *Luffa cylindrica* ini dicirikan oleh struktur yang sangat berserat, yang menawarkan permukaan yang bagus untuk fiksasi film biologis, dengan gravitasi spesifik sangat kecil, dan ketika dehidrasi maka akan terdegradasi dengan sangat lambat (Marcos et al, 2012). *Luffa Cylindrica* memiliki ciri-ciri seperti :

- a. Tidak padat
- b. Spesifikasi volume pori sangat tinggi
- c. Cocok untuk proses aerob
- d. Terdiri dari 60% selulosa, 30% hemiselulosa dan 10% lighin.

(James C., 1994)



Gambar 2.3 Luffa Cyllindrica

Luffa merupakan jenis tumbuhan labu-labuan. Tumbuhan ini jika dipanen dengan tingkat kematangan dini dapat dijadikan sebagai sayuran bahkan beberapa macam obat. Namun, pada penelitian ini dibutuhkan *luffa* yang sudah kering. *Luffa* yang kering bisa didapatkan dari lamanya memanen *luffa* itu, semakin lama dipanen *luffa* akan semakin mengering dan dapat juga membusuk. *Luffa* yang

sudah mengering dan masih bagus dapat dijadikan sebagai media filter pada unit *Tray Bioreactor*.

Kolom spons luffa tersusun dari serabut luffa. Serabut-serabut tersebut saling berhubungan satu sama lain dan membentuk jaringan dengan mikro-truss. Panjang dari mikro-truss mewakili panjang sel dari bahan spons luffa. Pengukuran kasar menunjukkan bahwa panjang rata-rata dari mikro-milikel tersebut adalah dalam skala milimeter (1–5mm). Orientasi utama dari serat-serat luffa di kolom-kolom spons luffa menunjukkan pola yang teratur. Menurut orientasi yang berbeda dari serat luffa, silinder spons gembas dapat dibagi menjadi empat wilayah yaitu permukaan bagian dalam, permukaan luar, interlayer dan inti. (Shena et al, 2012)

2.7.2 Media Penyangga Bioball

Media bioball mempunyai kelebihan antara lain mempunyai luas spesifik yang cukup besar, pemasangannya mudah (random), sehingga untuk instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) kecil sangat sesuai. Kelebihan dari media bioball yaitu karena ringan, mudah dicuci ulang, ekonomis, mudah di dapatkan dan memiliki luas permukaan spesifik yang paling besar di bandingkan dengan jenis media biofilter lainnya, yaitu sebesar $200 - 240 \text{ m}^2 / \text{m}^3$. 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)

Tabel 2.4 Spesifikasi Media Bioball

Tipe	Bioball
Material	PVC
Bentuk	Bola
Ukuran	Diameter 4 cm
Luas Spesifik	$\pm 230 \text{ m}^2/\text{m}^3$
Porositas Rongga	0.92
Warna	Hitam

(sumber: Said, 2005)

**Gambar 2.4 Bioball**

2.8 Biofilter sebagai Post Treatment

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu Menggunakan Biofilter Aerob

No.	Judul	Penulis	Hasil
1	Aplikasi Bioball Untuk Media Biofilter Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean	Nusa Idaman Said	Pada penelitian ini metode yang digunakan biofilter dengan sistem anaerob-aerob menggunakan media bioball. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan proses kombinasi anaerob-aerob menggunakan media plastik Bioball dengan waktu tinggal 1-3 hari didapatkan efisiensi penghilangan COD, BOD, TSS dan Warna. Masing-masing

			<p>yakni : COD 78% - 91%, BOD 85%-92%, total zat padat tersuspensi (TSS) 80-93%, dan warna 48%-57%. Makin kecil waktu tinggal didalam 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.</p>
2	Co-treatment of landfill leachate and domestic wastewater using a submerged aerobic biofilter	F.M. Ferraz a , J. Povinelli a, E. Pozzi a, E.M. Vieira b, J.C. and Trofino a	<p>Selama waktu retensi hidrolis 24 jam biofilter aerobik dapat menghapus 98% BOD, 80% COD dan DOC, dan 90% TSS. Pengolahan air limbah domestik dan TPA lindi menggunakan sistem aerob dapat menurunkan beban pencemar dan polutan.</p>
3	Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik	Laily Zoraya dan Ipung Fitri Purwanti	<p>Tingginya kadar organik dalam limbah domestik rumah makan akan menyebabkan aroma yang tidak sedap jika tidak ada pengolahan terlebih dahulu, maka pengolahan yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah rumah makan tersebut adalah proses biofilter aerobik. Penelitian dilakukan dengan proses biofilter aerobik dengan aliran downflow dan menggunakan sistem intermitten. Variabel dalam penelitian ini adalah media biofilter berupa kerikil dan batu alam serta Hydraulic Retention Time (HRT) 8 jam. Parameter pencemar yang diukur efisiensinya adalah BOD, COD, dan TSS. Besarnya penyisihan parameter BOD, COD dan TSS dengan menggunakan biofilter aerob berturut-turut mencapai 94,83%, 92,95%, dan 95%. Reaktor paling baik dalam mengolah air limbah adalah reaktor biofilter dengan media</p>

			kerikil pada HRT 8 jam.
4	Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang	Mega Filliazati, Isna Apriani dan Titin Anita Zahara	Pengolahan biofilter aerob menggunakan media bioball dan tanaman kiambang bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan BOD, minyak dan lemak pada limbah rumah makan dengan pengolahan biofilter aerob menggunakan media bioball dan tanaman kiambang. Proses penelitian ini meliputi proses pembiakan bakteri (seeding) selama 2 minggu, dilanjutkan dengan aklimatisasi selama 3 hari dengan arah aliran down flow-up flow dan dilakukan secara duplo di Laboratorium menggunakan reaktor yang terbuat dari kaca dengan dimensi tertentu, bioball dan tanaman kiambang dan debit 0,34 ml/detik menghasilkan efisiensi penurunan BOD sebesar 68,98% dari konsentrasi awal BOD 785,5 mg/l menjadi 235,29 mg/l. Sedangkan efisiensi penurunan minyak lemak sebesar 96,60% dari konsentrasi awal 5213 mg/l menjadi 177,5 mg/l. Dari hasil penelitian yang dilakukan, pengolahan dengan bioball dan tanaman kiambang mampu menurunkan parameter khususnya BOD dan minyak lemak, tetapi nilai tersebut masih diatas baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003.