

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Buangan

Di era globalisasi yang semakin meningkat ini, semakin padat jumlah penduduk serta kegiatan yang dilakukan setiap harinya semakin bertambah pula dengan buangan atau air buangan yang dihasilkan. Kualitas airnya pun saat ini bukannya tanpa masalah. Masuknya bahan pencemar ke dalam air menyebabkan kualitas air tidak sesuai lagi bagi berbagai keperluan, termasuk untuk keperluan minum.

Yang dimaksud dengan pencemaran air menurut Peraturan Pemerintah RI no.20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, Pencemaran Air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Departemen Permukiman dan prasarana Wilayah, 2003).

Tinja merupakan bagian dari buangan limbah domestik (Sugiharto, 1987). Tinja diartikan sebagai buangan yang berasal dari tubuh manusia yang merupakan sisa dari proses metabolisme tubuh dan keberadaannya di lingkungan telah bercampur dengan *urine* (air seni), air penggelontor serta air buangan lainnya yang tercampur (Anonim, 1979).

Pengolahan terhadap buangan tinja sangat penting untuk dilakukan karena didalamnya terkandung berbagai parameter pencemar dengan konsentrasi yang sangat tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran terhadap air, tanah dan udara. Selain itu kandungan bakteri pada tinja dapat menjadi vactor atau sumber penyebaran penyakit.

Pengolahan merupakan usaha yang dilakukan untuk mengurangi dampak penting negatif akibat masuk atau dimasukkannya unsur-unsur fisik, kimia, biologi atau radioaktif yang berkualitas sebagai polutan (Tjokrokusumo, 1995). Pengolahan juga berarti proses yang dilakukan sehingga menyebabkan terjadinya perubahan akibat peristiwa fisik, kimia dan biologi yang melibatkan satuan proses dan satuan operasi pada unit-unit pengolahan. Proses pengolahan bukan merupakan proses pemurnian, melainkan yaitu usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas dari buangan sehingga didapat hasil efluen yang memenuhi standar baku mutu penerimaan air buangan yang diperbolehkan (Chatib, 1986).

Secara umum tujuan utama dari setiap pengolahan air buangan adalah sebagai berikut :

1. Mencegah serta mengurangi timbulnya pencemaran lingkungan.
2. Mengubah dan mengkonversikan bahan-bahan yang terkandung di dalam air buangan menjadi bahan-bahan yang tidak berbahaya atau bahan berguna baik bagi manusia, hewan, ataupun organisme yang lain melalui proses tertentu.
3. Memusnahkan senyawa-senyawa beracun dan atau jasad-jasad pathogen.

2.2 Sumber Air Buangan

Sumber air buangan dapat dibedakan menjadi:

1. Air buangan domestik

Limbah domestik adalah semua limbah yang berasal dari kamar mandi, WC, dapur, tempat cuci pakaian, apotek, rumah sakit, dan sebagainya. Secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik, baik padat ataupun cair, bahan berbahaya dan beracun (B3), garam terlarut, lemak dan bakteri.

Secara lengkap sifat- sifat fisik air buangan domestik dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Domestik

Sifat- sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitar	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.
Kekeruhan	Benda- benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah, bahan organik yang halus, algae, organisme kecil.	Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan.
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman.	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air.
Bau	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan bahan organik.	Mengganggu estetika.
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion.	
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.	Mempengaruhi jumlah organik padat.

Sumber : Sugiharto, 1987

2. Air Buangan Non-Domestik

Limbah non domestik adalah limbah yang berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain. Limbah ini sangat bervariasi, lebih-lebih untuk limbah industri. Limbah pertanian biasanya terdiri atas bahan padat bekas tanaman yang bersifat organik, pestisida, bahan pupuk yang mengandung Nitrogen, dan sebagainya.

Tabel 2.2. Komposisi Limbah Domestik

Kontaminan	Satuan	Konsentrasi Rendah	Konsentrasi Medium	Konsentrasi Tinggi
Total Solid (TS)	mg/L	390	720	1230
Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	270	500	860
Fixed	mg/L	160	300	520
Volatil	mg/L	110	200	340
Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	120	210	400
Fixed	mg/l	25	50	85
Volatil	mg/L	95	160	315
Settleable Solids	mL/L	5	10	20
BOD ₅ , 20°C	mg/L	110	190	350
Total Organik Karbon (TOC)	mg/L	80	140	260
COD	mg/L	250	430	800
Nitrogen (Total sbg N)	mg/L	20	40	70
Organik	mg/L	8	15	25
Amoniak bebas	mg/L	12	25	45
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0
Phospor (Total Sbg Phospor)	mg/L	4	7	12
Organik	mg/L	1	2	4
InOrganik	mg/L	3	5	10
Klorida	mg/L	30	50	90
Sulfat	mg/L	20	30	50
Minyak dan Lemak	mg/L	50	90	100
VOCs	mg/L	<100	100-400	>400
Total Coliform	No./100mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Fecal Coliform	No./100mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, hal 186

2.3 Pengolahan Air Buangan Secara Biologi

Semua air buangan yang biodegradable dapat diolah secara biologi. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang

paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metoda pengolahan biologi dengan segala modifikasinya.

Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis yaitu:

a. Reaktor Pertumbuhan Tersuspensi (*suspended growth reactor*)

Didalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Reaktor ini berisi aliran liquid yang akan diolah, kultur media yang digunakan, dan nutrien seperti Nitrogen dan Phospor, dan udara atau oksigen jika prosesnya aerobik. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal dalam reaktor jenis ini.

b. Reaktor Pertumbuhan melekat (*attached growth reactor*)

Di dalam reaktor ini, mikroorganisme tumbuh diatas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Sebagian besar mikroorganisme melekat pada permukaan media dan selalu terjaga didalam reaktor. Ketika mikroorganisme terlepas dari Biofilm dan berkembang disekitar Liquid, bakteri tersuspensi ini normalnya berperan kecil dalam meremoval substrat.

Proses pengolahan dengan pertumbuhan melekat pada aerob adalah untuk mengolah materi organik pada limbah cair dan digunakan pula untuk mencapai proses *nitrifikasi*, yakni berupa proses perombakan *amonia* menjadi *nitrit*. Umumnya yang sering digunakan untuk pengolahan air limbah secara aerobik yaitu Trickling Filter. Disini air limbah didistribusikan seragam diatas permukaan media.

Aplikasi lain yang umum digunakan untuk mengolah air limbah industri yaitu UASBR (Upflow Anaerobic sludge Bed Reactor). Ketika dioperasikan mikroorganisme dalam bentuk granula mengendap cepat, dan membantu secara biologi produksi pendukung media untuk tambahan pertumbuhan biologi.

2.4 Proses Pengolahan Air Buangan Secara Aerobik

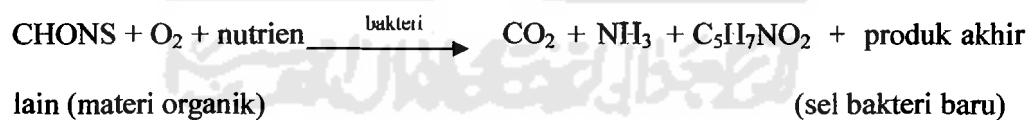
Proses aerobik pada dasarnya merupakan proses yang terjadi karena aktivitas mikroba dilakukan pada saat terdapat oksigen bebas. Proses biologis secara aerobik berarti proses dimana terdapat oksigen terlarut. Oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah proses utamayang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme dalam proses ini. Mikroba yang menggunakan oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah mikroorganisme aerobik. Beberapa pengolahan limbah cair secara aerobik adalah lumpur aktif, tricliling filter, kolam oksidasi, lagoon aerasi dan parit oksidasi (Jenie, B.S.L, 1995).

Senyawa – senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair dapat dipecahkan oleh mikroorganisme aerobik menjadi senyawa – senyawa yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam suasana aerobik atau ada oksigen. Reaksi yang terjadi pada proses aerob sebagai berikut :



Pada temperatur 37° C proses berjalan baik dan kenaikan 10° C kecepatan bereaksi akan berlipat. pH antara 6,5 – 8,5 (Mahida, 1993).

Urutan mekanisme pengolahan aerobik air buangan dapat dinyatakan dalam bentuk seperti dibawah ini :



Kecepatan reaksi suatu oksidasi aerobik tidak dapat diubah sedemikian besar, namun dengan menyediakan populasi mikroorganisme yang banyak dalam bentuk "slime" atau lumpur biologi (*biosluge*) maka akan memungkinkan untuk mencapai kecepatan pemisahan material- material organik dari larutan yang lebih besar. An mikroba yang lebih besar memberikan kesempatan berlangsungnya adsorpsi awal

terhadap koloidal dan organik- organik terlarut disertai dengan sintesis sel- sel baru sehingga setelah waktu kontak yang relatif pendek sisa kandungan zat organik dalam larutan tersebut tinggal sedikit. Material organik yang terabsorpsi kemudian dioksidasi menjadi produk akhir sebagaimana lazimnya dalam proses aerobik. (*Principles of Water Quality Control*).

2.5 Pengolahan Air Buangan Dengan Fluidized Bed

Reaktor *fluidized bed* merupakan produk tahun 1980an, dan terdiri dari suatu *fluidized bed* atau *inert carrier material* (misalnya, sand). Melalui kecepatan alir yang tinggi (*high up flow velocity*) lewat aliran resirkulasi, *filter bed* membesar dan material tersebut sepenuhnya terjebak dalam *liquid upflow*. Biomassa menempel pada permukaan partikel-partikel pembawa (*carrier particle*) yang berukuran kecil, sehingga membentuk suatu biofilm aktif. Biomassa yang menyelimuti partikel media berada pada kondisi terfluidasi atau tereksansi (bergerak melayang-melayang) secara vertical, dengan aliran ke atas (*up flow*). Besarnya kecepatan vertikal dicapai dengan mengatur besarnya tingkat resirkulasi. Dalam hal ini ukuran dan densitas media akan menentukan apakah system operasi stabil dan ekonomis. Partikel yang berukuran kecil akan memberikan luas permukaan yang lebih besar yang berguna sebagai tempat menempel biofilm. Partikel juga akan dapat diekspansi pada kecepatan *upflow* yang lebih rendah dengan mengurangi laju resirkulasi.

Fluidized bed bekerja dengan *upflow* untuk mengekspansi media pendukung yang menahan *bio film*. Kekuatan tarik /*drag force* yang diakibatkan oleh *fluid flow* terhadap media pendukung menghasilkan ekspansi bed. Ketika tebal biomasa bertambah dalam media *fluidized-bed*, dapat terjadi perbedaan signifikan dalam

diameter efektif dan *settling velocity*. Rancangan reaktor harus mendistribusikan dan mengontrol aliran *influent*, sehingga perubahan densitas dalam media bed dapat dijelaskan. Dengan kontrol yang hati-hati terhadap *flow velocity* dan/atau pemakaian bidang *cross-sectional* ter-ekspansi pada bagian atas bed, biomasa tertahan dalam reaktor. Ekspansi *bed* dapat dipantau secara optikal untuk mengevaluasi ekspansi dan pembentukan (*buildup*) biomasa. Untuk substrat yang menghasilkan pertumbuhan biomasa yang tinggi, ekspansi bed dapat dikendalikan oleh media dan pembersihan pertumbuhan biomasa.. Karbon yang bersih tertahan dalam reaktor, sementara biomasa *sheared* terpotong densitas rendah mengalir ke luar dari reaktor. Jika perlu, hal ini dihilangkan oleh unit pemisah zat padat (*solids separation unit*). Aliran proses untuk *skid-mounted unit* biasanya terdapat pada kebanyakan reaktor *fluidized-bed*.

Popularitas reaktor *fluidized-bed* dihasilkan dari sedikitnya masalah penyumbatan (*clogging problem*) daripada sistem *packed-bed*. *Clogging problem* seringkali lebih bersifat kimiawi daripada biologis. Pada banyak air limbah, kondisi *aerobic* lebih mudah dipertahankan pada *fluidized bed*. Kerugian utama yaitu lebih besarnya pengadukan vertikal pada *fluidized bed* dibandingkan *packed-bed flow regime*. Jika pemisahan secara fisik komunitas biomassa spesifik diperlukan, maka perlu banyak reaktor yang harus digunakan.

Kadang-kadang, *fluidized beds* dipakai dalam pengolahan air dan pengolahan air limbah lanjut (*advanced treatment of wastewater*). *Fluidized bed* terdiri dari bed padat *granular adsorbent*. Cairan mengalir ke atas melalui *bed* dengan arah vertikal. Kecepatan cairan ke atas cukup untuk menahan zat padat, sehingga *solid* tidak memiliki kontak interpartikel yang konstan. Pada bagian atas zat padat, terdapat suatu *interface* khas antara zat padat dengan cairan efluen. Keuntungan utama *fluidized bed* yaitu bahwa cairan dengan kandungan zat tersuspensi yang dapat diapresiasi dapat

diberi pengolahan *adsorption* tanpa menyumbat *bed*, karena solid ter-suspensi melalui *bed* dan menyisakan efluen. Biasanya, *fluidized bed* bekerja dengan cara *countercurrent* yang terus menerus.

Fluidized Bed reaktor pada dasarnya merupakan sebuah tabung buatan yang terbuat dari bahan kasar, keras dan padat yang disusun dengan baik dan dialiri oleh air limbah. Menurut *Anonim (1986)*, faktor-faktor yang mempengaruhi bangunan *fluidized bed reaktor* adalah :

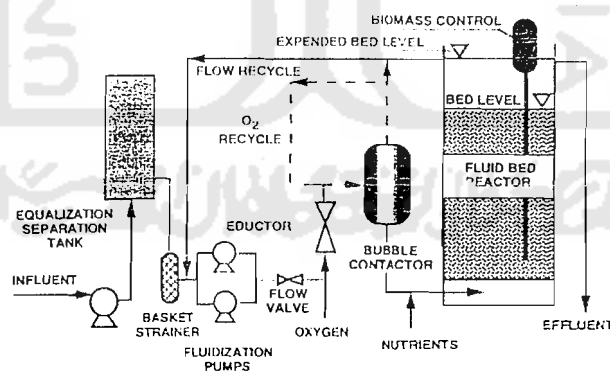
a. Faktor *Abiotis*

Faktor abiotis adalah berupa *pH*, *temperatur*, karakteristik air limbah, karakteristik filter dan bahan beracun. Air limbah yang akan diolah dengan *fluidized bed reaktor* harus diendapkan dahulu lumpurnya.

b. Faktor *Biotis*

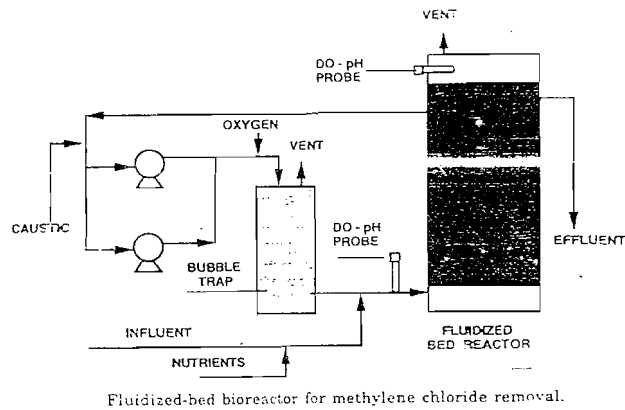
Faktor *biotis* adalah *mikroorganism*e yang mendukung proses pengolahan.

Bentuk dari pemakaian rangkain *fluidized* berbeda-beda, sesuai dengan pengolahan yang akan dilakukan. Sistem aliran dari *fluidized bed* dapat dilihat seperti Gambar 2.5.1 dan 2.5.2.



Skid-mounted fluidized-bed process flow diagram.

Gambar 2.5.1 Diagram Alir Proses *Fluidized Bed*



Gambar 2.5.2 Diagram Alir Proses *Fluidized Bed* Untuk meremoval Methyl Chloride
 Sumber: (John, 1995)

Pemakaian reaktor ditentukan oleh berbagai hal, antara lain karakteristik limbah, perencanaan lokasi, dan kualitas dari pemeliharaan. Type reaktor berdasarkan efisiensi, *hidrolic retention time* (HRT) dan beban organik dapat dilihat pada Tabel 2.5.1 dibawah ini.

Tabel 2.5.1 Type reaktor berdasarkan efisiensi, HRT dan beban organik

Tipe reaktor	Beban Organik (kg COD/m ³ .hari)	HRT (hari)	% COD Removal
• Anaerobic Lagoon	0,1-0,5	1-20	35-75
• Imhoff tank (10 ⁰ C)	0,3	20-50	35-65
• Contac Proses	205	0,5-5	70-90
• Ekspanded Bed/ Fluidized Bed	1-20	<1	80-85
• UASB - low strenght	<5	0,3-0,5	65-80
• UASB - High strenght	5-20	2-10	70-85

Sumber : S.Veenstra

Reaktor *Fluidized bed* yang merupakan alternatif pengolahan limbah, memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya antara lain:

- 1) Dapat digunakan untuk beban organik yang tinggi
- 2) *hidrolic retention time* (HRT) yang relatif singkat
- 3) Sesuai untuk berbagai jenis limbah
- 4) Dengan menggunakan butiran karbon aktif dapat menahan limbah
- 5) Tidak sensitif terhadap *shock loads*

6) Tidak membutuhkan area yang luas.

Sedangkan kekurangan dari pemakaian *Fluidized bed* adalah:

7) Sukarnya Proses *start up*

8) Dibutuhkan energi yang tinggi untuk fluidisasi

9) Sukar untuk mengontrol ketinggian bed

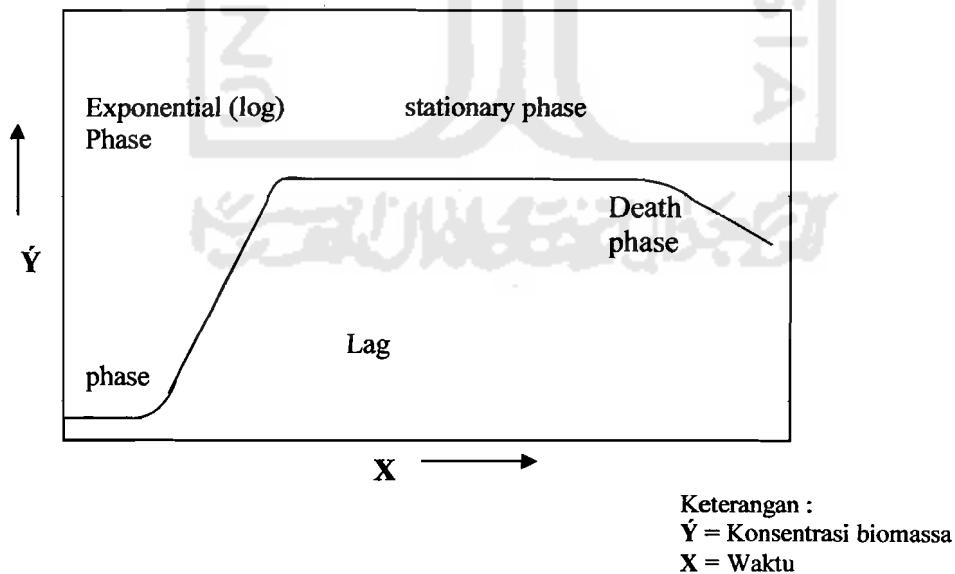
10) Sukar untuk mendesain reaktor

11) Besarnya biaya untuk media

2.6 Pertumbuhan Mikroorganisme

Populasi pertumbuhan *mikroba* dipelajari dengan menganalisis kurva pertumbuhan dari sebuah kultur media (Prescott, 1999). Teknik evaluasi suatu populasi mikroba baik secara kuantitatif maupun kualitatif dapat digunakan untuk memantau dan mengkaji fenomena pertumbuhan (Mangunwidjaja, 1994).

Menurut (Prescott 1994) pertumbuhan mikroorganisme dapat diplotkan sebagai logaritma dari jumlah sel dengan waktu inkubasi. Dari hasil kurva terdiri dari empat fase (gambar 2.6.1).



Gambar 2.6.1 Kurva Pertumbuhan Mikroba pada Sistem Tertutup
Sumber : Prescott, 1999

a. Fase awal (*Lag phase*)

Ketika mikroorganisme diperkenalkan kepada media kultur segar, biasanya tidak ada penambahan jumlah sel atau massa, periode ini disebut fase awal.

Fase awal (lag) merupakan masa penyesuaian mikroba, sejak inokulasi sel mikroba diinokulasikan ke mediabiakan. Selama periode ini tidak terjadi penangkaran sel (Mangunwidjaja, 1994). Oleh karena itu :

$$X = X_0 = \text{tetap}$$

dengan X_0 = Konsentrasi sel, pada $t = 0$

Laju pertumbuhan sama dengan nol.

b. Fase Ekponensial (*Exponential phase*)

Menurut fase Eksponensial, mikroorganisme tumbuh dan terbagi pada angka maksimal. Pada fase ini pertumbuhannya adalah konstan mengikuti fase eksponensial. Mikroorganisme terbagi dan terbelah di dalam jumlah pada interval regular.

c. Fase Stasioner (*Stationary phase*)

Fase ini yaitu ketika populasi pertumbuhan berhenti dan kurva pertumbuhan menjadi horizontal.

Pada fase stasioner, konsentrasi biomassa mencapai maksimal, pertumbuhan berhenti dan menyebabkan terjadinya modifikasi struktur biokimiawi sel (Mangunwidjaja, 1994).

d. Fase kematian (*Death phase*)

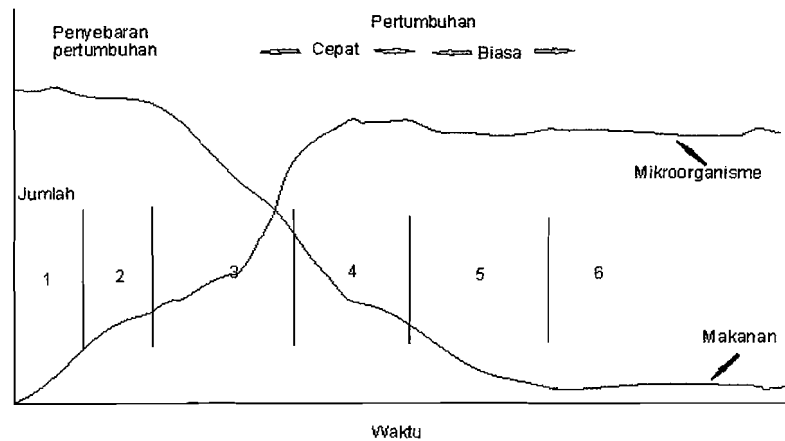
Kondisi lingkungan yang merugikan mengubah seperti penurunan nutrient dan menimbulkan limbah racun, mengantarkan berkurangnya jumlah dari sel hidup sehingga menyebabkan kematian.

☞ Pertumbuhan Bakteri dalam Bak Reaktor

Bakteri diperlukan Untuk menguraikan bahan organik yang ada didalam air limbah. Oleh karena itu diperlukan jumlah bakteri yang cukup untuk menguraikan bahan-bahan tersebut. Bakteri tersebut akan berkembang biak apabila jumlah makanan yang terkandung didalamnya cukup tersedia, sehingga pertumbuhan bakteri dapat dipertahankan secara konstan. Pada permulaannya bakteri berbiak secara konstan dan agak lambat pertumbuhannya karena adanya suasana baru pada air limbah tersebut, keadaan ini dikenal sebagai *lag phase*. Setelah beberapa saat berjalan, bakteri akan tumbuh berlipat ganda dan fase ini disebut fase akselerasi (*accelarastion phase*). Setelah tahap ini maka terdapat bakteri yang tetap dan bakteri yang terus meningkat jumlahnya. Pertumbuhan yang cepat setelah fase ini disebut sebagai *log phase*. Selama *log phase* diperlukan banyak persediaan makanan, sehingga suatu saat terdapat pertemuan antara pertumbuhan bakteri yang meningkat dan penurunan jumlah makanan yang terkandung didalamnya. Apabila tahap ini berjalan terus, maka akan terjadi keadaan dimana jumlah bakteri dan makanan tidak seimbang dan keadaan ini disebut sebagai *declining growth phase*. Pada akhirnya makanan akan habis dan kematian bakteri akan terus meningkat sehingga dicapai suatu keadaan dimana jumlah bakteri yang mati dan tumbuh akan berimbang yang dikenal sebagai *stutinary phuse*.

Setelah jumlah makanan habis digunakan, maka jumlah kematian akan lebih besar dari jumlah pertumbuhan keadaan ini disebut *endogeneous phase*, dan pada saat ini bakteri menggunakan energi simpanan ATP untuk pernapasannya sampai ATP habis dan kemudian akan mati (Sugiharto,1987).

Kurva pertumbuhan bakteri dapat dilihat pada Gambar 2.6.2 dibawah ini:



- Ket:
- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Lag Phase | 4. Declining Growth Phase |
| 2. Acceleration Phase | 5. Stationary Phase |
| 3. Log Phase | 6. Endogeneous Phase |

Gambar 2.6.2 Kurva Pertumbuhan Bakteri Pada Bak Reaktor

Sumber: Sugiharto, 1987

■ Lapisan *Biofilm*

Biofilm terdiri dari sel-sel *mikroorganisme* yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat (*irreversible*). Pelekatan ini seperti pada bakteri disertai oleh penumpukan bahan-bahan organik yang diselubungi oleh matrik *polimer ekstraseluler* yang dihasilkan oleh bakteri tersebut. Matrik ini berupa struktur benang-benang bersilang satu sama lain yang dapat berupa perekat bagi *biofilm* (Yung, 2003).

Biofilm terbentuk karena adanya interaksi antara bakteri dan permukaan yang ditempelinya. Interaksi ini terjadi dengan adanya faktor-faktor yang meliputi kelembaban permukaan, makanan yang tersedia, pembentukan matrik *ekstraseluler* (*exopolimer*) yang terdiri dari *polisakarida*, faktor-faktor fisikokimia seperti interaksi muatan permukaan dan bakteri, ikatan ion, ikatan Van Der Waals, pH dan tegangan permukaan serta pengkondisian permukaan. Dengan kata lain terbentuknya *biofilm* adalah karena adanya daya tarik antara kedua permukaan

(psikokimia) dan adanya alat yang menjembatani pelekatan (*matrik eksopolisakarida*) (Yung, 2003).

Biofilm melibatkan serangkaian mekanisme biologis dimana tidak mudah untuk menunjukkan mekanisme yang tepat dan yang mendukung penghilangan *E.coli* tersebut, saat sistem beroperasi dalam berbagai mekanisme. Mekanisme biologis diantaranya:

- a. Predasi/predator, dimana mikrobiologi dalam *biofilm* mengkonsumsi bakteri dan patogen-patogen lain yang ditemukan dalam air (misalnya penyapuan bakteri oleh protozoa).
- b. Kematian alami/inaktivasi, sebagian besar organisme akan mati dalam lingkungan yang relative berbahaya karena meningkatnya kompetisi. Sebagai contoh: ditemukan bahwa jumlah *E.coli* menurun segera saat di dalam air.
- c. Pengolahan ini menuntut aliran yang terus-menerus untuk memberikan pemasukan oksigen yang konstan ke *biofilm* (Yung, 2003).

2.7 Aerasi

a. Prinsip Aerasi

Aerasi merupakan suatu sistem oksidasi melalui penangkapan O_2 dari udara pada air olahan yang akan diproses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar O_2 diudara dapat bereaksi dengan kation yang ada didalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksigen logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap. Jadi prinsip dasar dari aerasi yaitu pertukaran tempat suatu substansi dari air ke udara atau sebaliknya terjadi pada permukaan atau pertemuan antara udara dan air.

Tujuan aerasi adalah:

1. Menurunkan konsentrasi materi- materi penyebab rasa dan bau.
2. Mengoksidasi besi dan mangan, yang tidak dapat terlarutkan dan melarutkan gas didalam air.
3. Menghilangkan senyawa- senyawa pengganggu, contoh penghilangan hidrogen sulfida sebelum khlorinasi dan menghilangkan karbon dioksida sebelum pelunakan.

Oksigen yang ada diudara, melalui proses aerasi akan bereaksi dengan senyawa ferrus dan manganous terlarut merubahnya menjadi *ferric* (Fe^{3+}) dan *manganic oxide hydrates* yang tidak bisa larut. Setelah itu dilanjutkan dengan pengendapan (sedimentasi) dan penyaringan (filtrasi). Perlu diketahui bahwa oksidasi terhadap senyawa besi dan mangan didalam air tidak selalu terjadi dalam waktu cepat. Apabila air mengandung zat organik, pembentukan endapan besi dan mangan melalui proses aerasi terlihat sangat tidak efektif.

b. Kelarutan gas dalam cairan

Kelarutan gas dalam cairan tergantung dari:

1. Kondisi alamiah gas, umumnya dinyatakan dalam koefisien gas spesifik; koefisien distribusi k_D .
2. temperatur air.
3. Impurities (kemurnian) yang terkandung dalam air.
4. Konsentrasi gas tertentu pada fasa (g/m^3) yang berkaitan dengan tekanan parsial gas tersebut dalam fasa gas.

c. Pengaruh konsentrasi gas terhadap kelarutan

Jika air tereksos oleh campuran gas, pertukaran yang terus menerus dari molekul- molekul gas yang berubah dari fasa cair kegas dan sebaliknya. Selama

konsentrasi kelarutan dalam fasa cair adalah melalui gas, keduanya akan sama besarnya seperti tidak ada perubahan secara keseluruhan dari konsentrasi gas dalam kedua fasa tersebut akan terjadi. Keseimbangan dinamis ini, biasanya berhubungan sebagai konsentrasi kelarutan atau konsentrasi jenuh dari gas dalam cairan. Konsentrasi gas tertinggi dalam fasa gas adah akan lebih besar konsentrasi jenuh dalam fasa cair dengan jelas. Pada kenyataannya, hubungan antara konsentrasi jenuh (*saturation concentration*) C_s (g/m^3) dan konsentrasi gas dalam fasa gas (g/m^3) adalah linier :

$$C_s = k_D \cdot C_g$$

Besarnya tergantung dari gas alam (serta cairan juga) kemudian akan terlihat dalam temperatur air. k_D biasanya merupakan koefisien distribusi gas dalam air.

d. Pengaruh temperatur terhadap kelarutan gas

Apabila gas larut dalam air, biasanya proses ini diikuti dengan pelepasan panas (ΔH). Berdasarkan prinsip Le Chatelier, yakni kenaikan temperatur akan mengakibatkan kelarutannya akan menurun.

e. Pengaruh impurities air terhadap kelarutan gas

Apabila dalam air mengandung zat- zat tertentu, zat- zat tersebut akan mempengaruhi kelarutan gas. Dengan demikian perlu diperhitungkan suatu faktor yang menunjukkan kemurnian air (γ).

$$C_s = \left(\frac{k_D}{\gamma} \right) \cdot C_g$$

Untuk air murni $\gamma = 1$

Faktor γ akan meningkat apabila konsentrasi substansi terlarut dalam air juga meningkat. Hal ini akan menurunkan kelarutan gas.

Pengaruh konsentrasi impurities (C_{imp}), dapat dinyatakan dalam rumus empiris:

$\text{Log } \gamma = f \cdot C_{imp}$ untuk bukan elektrolit.

$\text{Log } \gamma = f \cdot I$ untuk elektrolit

Dengan : f = konstanta yang tergantung pada kandungan zat terlarut dalam air

I = kekuatan ionik dari elektrolit

Nilai C_{imp} dan I diperoleh berdasarkan pengukuran. Sedangkan nilai f diperoleh berdasarkan percobaan dilaboratorium untuk masing- masing campuran larutan.

f. Jenis aerator

Empat tipe aerator yang umum digunakan yaitu Gravity aerators, *Spray aerators*, *Diffusers*, dan *mechanical aerators*. Pertimbangan desain terbesar untuk semua tipe aerator adalah untuk menyediakan *interface* (bidang pemisah) maksimal antara udara dan air pada pengeluaran energi yang minimal. Jenis dari aerator tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Gravity aerators*

Gravity aerators menggunakan bendungan (*weirs*), air terjun (*waterfalls*), air terjun kecil (*cascades*), didang miring dengan piringan penderas (*inclined planes with riffle plates*), menara vertikal dengan aliran udara yang naik (*vertical towers with updraft air*), menara piringan yang diulangi (*perporated tray towers*), atau *packed towers filled* dengan media kontak seperti coke atau batu (*stone*). Beberapa tipe dari gravity arators, diantaranya :

a) *Multiple tray aerator*

Aerator ini perlengkapannya sangat sederhana dan persiapannya tidak mahal serta menempati ruang yang sangat sempit. Tipe aerator ini terdiri dari 4 – 8 tray dengan lubang dibagian bawah pada interval 30 – 50 cm. Lubang air dibuat sama dengan tray di atasnya, dan aliran ke bawahnya

rata- rata sekitar $0.002 \text{ m}^3/\text{detik}$. Air diterjunkan dan dikumpulkan lagi pada tiap- tiap tray. Tray dapat dibuat dari beberapa bahan yang sesuai seperti papan asbes yang berlubang- lubang, pipa- pipa plastik dengan diameter kecil atau bilah- bilah kayu yang disusun paralel.

b) *Cascade aerator*

Aerator ini terdiri 4 – 6 anak tangga, ketinggian masing- masing sekitar 30 cm dengan kapasitas sekitar $0.01 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk menghasilkan turbulensi dan meningkatkan efisiensi aerasi, rintangan- rintangan seringkali ditempatkan pada ujung tiap anak tangga. Dibandingkan dengan tray aerator memerlukan ruang yang lebih luas tetapi mempunyai *headloss* lebih rendah. Manfaat yang lain adalah tidak sulit dalam perawatannya.

c) *Multiple platform aerator*

Aerator ini menggunakan prinsip yang sama dengan *cascade aerator*. Piringan berlapis (*platform*) untuk terjunan air dibuat terbuka tanpa penghalang sehingga air dapat kontak dengan udara.

2. Spray aerator

Merupakan aerasi yang dapat menghasilkan semprotan air, sehingga air yang jatuh keluar akan berupa butiran- butiran. Hal ini sangat menguntungkan bila air yang semakin kecil, karena dengan butiran yang kecil permukaan air yang kontak langsung dengan udara semakin luas.

Nozzled spray aerator merupakan tipe spray aerator yang lain yaitu menggunakan pipa yang dilubangi secara teratur dengan semprotan keatas. Untuk menghindari kemacetan, lubang *nozzle* (pipa) sebaiknya berukuran lebih dari 5 mm.

3. *Diffused-air aerator*

Type ini terdiri dari sebuah basin dengan pipa- pipa per lokasi, tabung- tabung popous yang digunakan untuk memompakan udara yang akan dilewatkan ke air, sehingga air tersebut teraerasikan. Tingkat terjadinya gelembung- gelembung itu banyak dipengaruhi oleh *spey aerator*, tetapi meskipun demikian udara harus ditekan diatas tekanan kedalam kedalaman air dimana diffusi itu ditetapkan.

4. *Mechanical aerators*

Aerator type ini terdiri dari sebuah propeler seperti daun pengaduk terpasang pada ujung sumbu vertikal yang dikendalikan oleh sebuah motor. Akibat putaran daun pengaduk yang cepat didalam air, maka terjadi pencampuran antara udara dan air. Tipe- tipe aerator mekanik pada umumnya yaitu aerator permukaan (tipe air kedalam udara), aerator remdam (tipe udara kedalam air), dan aerator kombinasi.

2.8 Parameter-Parameter Penelitian

Parameter-parameter yang diteliti dalam penelitian ini antara lain :

1. *Total Dissolved Solid (TDS)*

Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam, dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan utama antara kedua zat tersebut adalah ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Analisa zat padat dalam air, sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-

proses pengolahan data dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan.

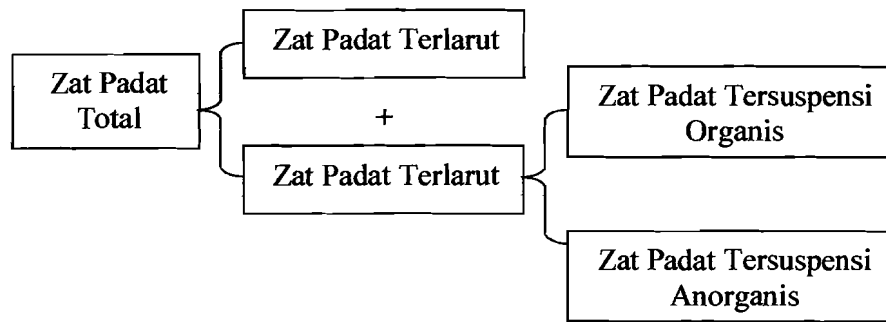
Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan yang merupakan komponen kejenuhan dari suatu senyawa kimia.

Partikel-partikel tersuspensi biasanya, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganis (tanah liat, kwarts) dan organis (protein, sisa tanaman).

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air didalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu.

Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut, dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada skema dibawah ini :



Gambar 2.8.1 Skema Zat Padat Total

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik.

Zat padat terendap adalah zat padat dalam keadaan suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Penentuan zat padat ini dapat melalui volumenya, yang disebut analisa volume lumpur (sludge volume), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (settleable solids).

Dimensi dari zat-zat padat tersebut diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui ” % berat ” yaitu kg zat padat / kg larutan, atau ” % volume ” yaitu dalam dm^3 zat padat / liter larutan.

2. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan bahan-bahan organik yang terkandung didalam air pada kondisi *aerobic* (Djajadiningrat,1992). Semakin banyak zat organik, semakin besar kebutuhan dan nilai BOD semakin besar. Bila zat organik sedikit maka

kebutuhan oksigen kecil dan nilai BOD juga kecil. Nilai BOD dapat dijadikan indicator pencemar bahan organik dalam air.

Tujuan pengolahan limbah cair adalah menurunkan kadar zat-zat yang terkandung didalam air limbah sampai memenuhi persyaratan effluent yang berlaku dan untuk melindungi kesehatan masyarakat (Djajadiningrat 1992). Air limbah umumnya mengandung bahan organik yang pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis. Menurut Tjokrokusumo (1995) sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologis dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan biologis pada dasarnya merupakan pengolahan air buangan dengan memanfaatkan mikroorganisme aktif yang dapat menstabilisir air buangan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan partikel *koloid* yang tidak terendapkan, dan penguraian zat organik oleh mikroorganisme menjadi zat-zat yang stabil (Djajadiningrat, 1992).

Pemikiran mengenai reaktor fluidisasi sesungguhnya telah muncul sejak 1926, akan tetapi pengembangannya untuk tujuan pengolahan air buangan baru dimulai pada dekade tujuh puluhan. Dengan menggunakan media pendukung yang berukuran kecil, akan diperoleh luas permukaan yang jauh lebih besar per satuan volume sehingga diharapkan total biomassa yang tumbuh diatas permukaannya tumbuh menjadi lebih banyak. Dengan demikian efisiensi penyisihan substrat akan menjadi lebih baik. Berbeda dengan reaktor biofilm tetap yang telah dikembangkan sebelumnya (*trickling filter* dan RBC), proses pengolahan dengan reaktor unggun terfluidasi dapat berlangsung secara aerob dan anaerob tergantung desain yang dikehendaki. Fluidized bed yang aerob dikenal juga dengan nama fluidisasi tiga fasa (fasa cair, solid, dan gas) sampai saat ini masih terbatas pada pengembangan skala laboratorium. Sedangkan fluidized bed yang anaerob sudah

mulai diaplikasikan di negeri Belanda walau masih belum dilakukan pengembangan secara komersial.

3. Temperatur

Temperatur air limbah mempengaruhi badan penerima bila terdapat perbedaan suhu yang cukup besar. Temperatur air limbah akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia serta tata kehidupan di dalam air. Perubahan suhu memperlihatkan aktivitas kimiawi biologis pada benda padat dan gas dalam air. Pembusukan terjadi reaksi pada suhu yang tinggi dan tingkat.

4. pH (Keasaman Air)

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hydrogen dalam air. Buangan yang bersifat alkalis (basa) bersumber dari buangan yang mengandung bahan anorganik seperti senyawa karbonat, bikarbonat dan hidroksida.

2.9 Septik Tank

Pada tahun 1895 seseorang kelahiran dari negara inggris bernama Donald Cameron lebih banyak mengoreksi penjelasan dari proses-proses yang terjadi di dalam *septik tank*. (Crites and Tchobanoglous, 1997). Setelah itu konfigurasi dari jenis tangki telah dikembangkan meskipun mengingat konsepnya tetap sama, yang pada dasarnya sebagai tempat untuk proses fisik, kimiawi dan biologis pada pengolahan air limbah.

Septik tank adalah tangki yang teretutup rapat untuk menampung aliran limbah yang melewatinya sehingga kandungan bahan padat dapat dipisahkan, diendapkan atau diuraikan oleh aktivitas bakteriologis didalam tangki. Fungsinya bukan untuk memurnikan air limbah tetapi untuk mencegah bau dan menghancurkan kandungan bahan padat. (Salvato, 1992).

Septik tank mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. *Sedimentasi*

Fungsi yang paling pokok dari septik tank adalah kemampuannya mereduksi kandungan bahan padat terlarut (SS) pada limbah cair domestik.

2. *Penyimpanan*

Septik tank diharapkan menampung akumulasi endapan.

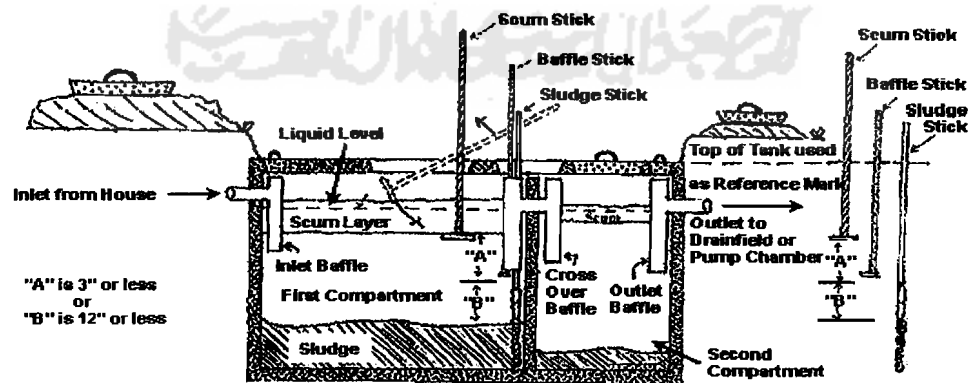
3. *Penguraian*

Penguraian lumpur oleh bakteri secara anaerobik merupakan akses dari lama waktu penyimpanan endapan dalam tangki. Bakteri akan menghasilkan oksigen yang akan terlarut jika ia mengurai bahan organik yang terkandung didalam limbah. Bakteri ini juga akan mengurai bahan organik kompleks dan mereduksinya menjadi selulosa dan menghasilkan gas meliputi H_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S dan CH_4 .

4. *Menahan laju aliran*

Septik tank akan mereduksi terjadinya beban aliran puncak. Proses utama yang terjadi didalam septik tank adalah:

- a) Sedimentasi SS
- b) Flotasi lemak dan material lain ke permukaan air
- c) Terjadinya proses biofisik kimia di ruang lumpur



Gambar 2.9.1 Skema Septik tank

Proses pengolahan pada septik tank adalah sedimentasi dan stabilisasi lumpur lewat proses anaerobik. Untuk jenis limbah yang diolah pada septik tank adalah limbah yang mengandung padatan terendapkan, khususnya limbah domestik.

Tabel 2.9.1 Karakteristik efluen dari septik tank konvensional

Parameter	Range	Rata-rata
COD,mg/l	165 - 1,487	296
COD filtered,mg/l	12 - 78	29
BOD,mg/l	50 - 440	165
TS,mg/l	236 - 1,383	599
TSS,mg/l	62 - 1.100	290
Alkalinity,mg/l as CaCO ₃	240-365	275
pH	7 - 7.7	7.3
TKN,mg/l	34-60	43
TP,mg/l	7-31	17
Faecal coliforms, MPN/100mL	5 x10 ⁴ - 5.8x10 ⁵	4.3 x 10 ⁵

(Sumber : Metchalf & Eddy, 2003)

Sesuai dengan Kep/Men/LH/112/2003 tentang Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu air limbah domestik dalam keputusan ini hanya berlaku bagi:

- a. Semua kawasan permukiman (real estate), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan dan apartemen.
- b. Rumah makan (restauran) yang luas bangunannya lebih dari 1000 m².
- c. Asrama yang berpenghuni 100 orang atau lebih.

Baku mutu air limbah domestik untuk perumahan yang diolah secara individu akan ditentukan sebagai berikut :

Tabel 2.9.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 - 9
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Minyak dan lemak	mg/L	10

(Sumber : KepMenLH 112/2003)

Tabel 2.9.3 Karakteristik Efluen Septik tank

Komponen	Range konsentrasi	Tipikal konsentrasi
TSS	36–85 mg/L	60 mg/L
BOD ₅	118–189 mg/L	120 mg/L
pH	6,4–7,8	6,5
Fecal Coliform	10 ⁶ – 10 ⁷ CFU / 100 mL	10 ⁶ CFU / 100 mL

(Sumber : EPA, 2002)

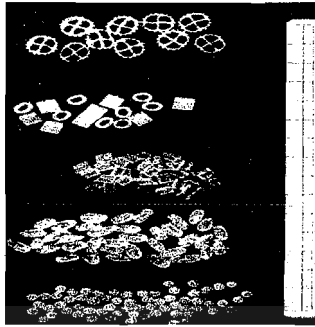
2.10 Media Styrofoam

Styrofoam sendiri, menurut Prof Winarno, dibuat dari *kopolimer polistiren* yang terdiri dari monomer stiren. Sedang stiren merupakan salah satu produk sampingan minyak bumi. Stiren pertama kali diproduksi secara komersial pada tahun 1930-an dan berperan penting selama Perang Dunia II dalam pembuatan karet sintetik. Sekarang peranan stiren telah bergeser dalam pembuatan produk polistiren komersial, salah satunya adalah wadah makanan dan minuman.

Pakar teknologi pangan Institut Pertanian Bogor (IPB) Prof Dr FG Winarno membenarkan bahwa kemasan plastik yang mengandung PVC memang berisiko bagi kesehatan, karena diketahui bersifat karsinogenik dan jika terurai mengeluarkan dioksin yang berbahaya bagi tubuh. Namun, tentang kemasan *styrofoam* yang mengandung polistiren, Winarno menyatakan, masyarakat tak perlu khawatir. Berbagai penelitian internasional menunjukkan molekul monomer stiren dari kemasan *styrofoam* yang terlarut dalam air panas, tidak bersifat karsinogen dan tidak berakumulasi di dalam tubuh (Winarno, 2000). *Styrofoam* adalah bahan yang tahan terhadap temperatur tinggi dan tak bakal terurai selama 500 tahun (Bambang, 2004).

Styrofoam merupakan media dengan densitas rendah yang merupakan bagian dari *Static Low Density Media* yang juga dikenal dengan *Floating bead filters*

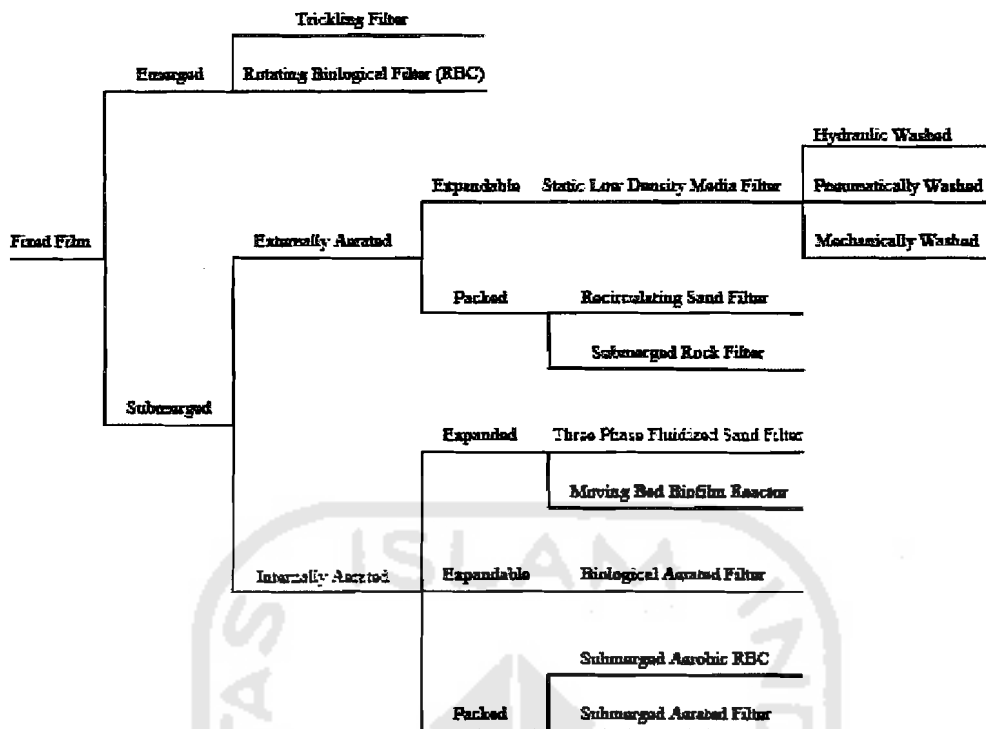
(FBFs) atau *Floating Bead Bioclarifier* (FBBs). Media plastic berdensitas rendah dapat dilihat seperti Gambar 2.10.1



*Various shapes of plastic media have been tested in SLDM Filters in the past.
From top to bottom: KMT-type, large tubes, smaller tubes, Enhanced Nitrification (EN)
modified, and spheres.*

Gambar 2.10.1 Macam-macam Bentuk Media Plastik Sebagai *Low Density Media*
(Sumber: Cynthia, 2003)

Penelitian dan perkembangan terhadap *fixed film*, terutama proses biologi *fixed film* telah berkembang dengan cepat dalam dua dekade terakhir. Klasifikasi jenis proses *fixed film* dapat dibuat berdasarkan variasi karakteristik seperti submergence, teknik aerasi, keadaan ekspansi media, yang dapat dilihat pada Gambar 2.10.2 berikut ini.



Classification of various major aerobic fixed film processes used in wastewater treatment.

Gambar 2.10.2 Klasifikasi Proses *Fixed Film* Dalam Pengolahan Limbah

(Sumber: Cynthia, 2003)

Proses *fixed film* dapat direncanakan dengan mengklasifikasi keadaan fisik dari media, antara lain dengan *ekspanded*, *ekspandable*, atau *packed*. Melalui fluidisasi media, keadaan ekspansi dapat tercapai. Variasi media butiran dapat digunakan pada *bioclarifiers*, selain itu juga penambahan media juga dapat berasal dari variasi plastic. Media terapung (*Floating media*) dapat juga digunakan untuk meremoval COD dan Amonia serta TSS (Cynthia, 2003).

2.11 Penelitian Yang Telah Dilakukan Sebelumnya

Sebelum penelitian ini, telah ada penelitian yang menggunakan reaktor fluidasi, yaitu dalam penyisihan COD dan BOD untuk air buangan rumah sakit dengan reaktor fluidisasi, yang dilakukan oleh Elinda (2005). Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa konsentrasi BOD dan COD dari limbah rumah sakit dapat diturunkan. Penurunan kandungan BOD dan COD pada air buangan rumah sakit dengan menggunakan media pasir kuarsa dalam reaktor fluidisasi dipengaruhi oleh variasi diameter media (mm), Ketinggian media (cm), dan kecepatan aliran (m/dt). Semakin kecil ukuran diameter media, dan semakin tinggi media, serta semakin kecil kecepatan aliran, maka semakin tinggi penuruna kandungan BOD dan COD dari air buangan rumah sakit. Kombinasi perlakuan diameter media 0,85 mm, ketinggian media 30 cm, dan kecepatan aliran 0,00015 m/dt, cenderung menunjukkan kombinasi perlakuan yang lebih efektif dibanding dengan perlakuan yang lain. Efisiensi penurunan BOD 85,98% dan COD 88,70%.

Penelitian yang lain yaitu menggunakan reactor yang sama yaitu fluidized Bed pada kondisi anaerobik pada saat Start Up pada Limbah cair yang diambil dari septik Tank, yaitu dalam penurunan kadar BOD dan TSS yang dilakukan oleh Nelly Marlina (2006) dan penurunan kadar COD dan E-coli yang dilakukan oleh Nefa Yulia(2006).

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa BOD dan TSS menunjukkan penurunan konsentrasi BOD sebesar 39.17% dan penurunan konsentrasi TSS sebesar 60.6%. Penurunan konsentrasi BOD terjadi karena adanya penguraian zat-zat organik oleh mikroorganisme sedangkan penurunan TSS terjadi karena adanya proses penyaringan. Sedangkan pada Parameter COD dan E-coli menunjukkan adanya penurunan konsentrasi COD, dengan rata-rata persentase 14,063 %. Untuk jumlah E.Coli tidak terjadi penurunan dengan jumlah tetap ≥ 1898 (MPN/100ml). Rata-rata persentase

perubahan pH sebesar 2,32 % dan suhu 1,46%. Nilai pH dan suhu masih baik untuk keadaan *startup*.

2.12 Hipotesa

Bahwa penggunaan Fluidized Bed aliran vertical bermedia styrofoam dengan proses Aerobik :

1. Konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Total Dissolved Solid* (TDS) pada limbah domestik mengalami perubahan sesuai dengan keadaan pada saat *Startup*.
2. Diketuinya efektifitas reaktor *aerobic Fluidized Bed* bermedia *Styrofoam* apabila sudah dijalankan saat *startup*.

