

Topik : Limbah Cair dan Cara Pengelolaannya

Tujuan :

1. Mahasiswa memahami sumber-sumber dan macam-macam limbah cair
2. Mahasiswa memahami karakteristik limbah cair
3. Mahasiswa memahami teknologi pengolahan limbah cair
4. Mahasiswa dapat menilai keunggulan dan kelemahan teknologi pengolahan limbah cair

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran :

1. Dilakukan dalam 2 kali pertemuan
 - a. Pertemuan 1 : arahan dan diskusi kelompok atas dasar LKS
 - b. Pertemuan 2 : Presentasi hasil diskusi mahasiswa dan klarifikasi

Materi Singkat :

1. Sumber dan Macam Limbah Cair

- A. Sumber Limbah Cair berasal dari berbagai kegiatan antara lain:
 - a. Kegiatan rumah tangga yang meliputi kegiatan di daerah perumahan, perdagangan, rekreasi, dan kelembagaan
 - b. Kegiatan Industri (dari berbagai jenis industri)
 - c. Kegiatan rumah sakit dan aktivitas yang bergerak di bidang kesehatan
 - d. Kegiatan pertanian, peternakan
 - e. Kegiatan pertambangan
 - f. Kegiatan transportasi,
 - g. Dll.
- B. Macam Limbah cair
 - a. Limbah cair organik
 - b. Limbah cair anorganik

2. Karakteristik Limbah Cair

- Karakteristik limbah cair bisa dilihat dari sifat racunnya atau sifat-sifat yang dimiliki Seperti sifat fisika, kimia dan biologis dengan melihat parameter yang diukur
- a. Berdasar sifat racunnya (sangat beracun, moderat, kurang beracun dan tdk beracun)
 - b. Berdasar sifat yang dimiliki dengan melihat parameter yang diukur
 1. Fisika (padatan total, kekeruhan, daya hantar listrik(DHL), bau, suhu, warna
 2. Kimia (organik, anorganik dan gas)
 3. Biologis dengan melihat golongan mikroorganisme yang terdapat dalam limbah cair tersebut maupun organisme pathogen yang ada

3. Teknologi Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair adalah suatu perlakuan tertentu yang harus diberikan pada limbah cair sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan, sehingga limbah tersebut tidak mengganggu lingkungan penerima limbah → karakteristik limbah cair Pengolahan limbah cair dapat dibagi dalam 4 golongan, yaitu :

- a. Pengolahan fisika
- b. Pengolahan kimia
- c. Pengolahan biologis
- d. kombinasi

Unit Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada umumnya terdiri atas kombinasi dua atau tiga cara pengolahan tersebut di atas. Seluruh proses pengolahan tersebut bertujuan untuk menghilangkan kandungan padatan tersuspensi, koloid, dan bahan-bahan organik maupun anorganik yang terlarut.

a) Pengolahan limbah cair secara fisika :

Pengolahan ini dilakukan pada limbah cair dengan kandungan bahan limbah yang dapat dipisahkan secara mekanis langsung tanpa penambahan bahan kimia atau melalui penghancuran secara biologis. Pengolahan limbah cair secara fisika yang umum dilakukan meliputi :

- 1) Screening (penyaringan)
- 2) Grit Chamber
- 3) Sieves
- 4) Equalisasi
- 5) Sedimentasi
- 6) Flotasi

Atau dengan cara sebagai berikut

- 1) Screening
- 2) Comminution
- 3) Flow equalization
- 4) Mixing
- 5) Pengendapan
- 6) Pengapungan
- 7) Filtrasi

b) Pengolahan limbah cair secara kimia

Pengolahan ini merupakan proses pengolahan limbah dimana penguraian atau pemisahan bahan yang tidak diinginkan berlangsung dengan adanya mekanisme reaksi kimia (penambahan bahan kimia ke dalam proses). Pengolahan limbah cair secara kimia meliputi

- 1) Pengendapan secara kimia
- 2) Perpindahan gas
- 3) Adsorpsi
- 4) Desinfeksi
- 5) Dechlorinasi

c) Pengolahan limbah cair secara biologis

Pengolahan ini merupakan sistem pengolahan yang didasarkan pada aktivitas mikroorganisme dalam kondisi aerobik atau anaerobik ataupun penggunaan organisme air untuk mengabsorpsi senyawa kimia dalam limbah cair. Pengolahan limbah cair secara biologis pada prinsipnya dibedakan menjadi

- 1) pengolahan secara aerob
- 2) pengolahan secara anaerob
- 3) pengolahan secara fakultatif

Kegiatan :

1. Berikut ini diberikan data hasil pengolahan limbah cair secara biologis dengan menggunakan beberapa macam limbah dan tumbuhan air sebagai berikut :

Tabel 1. Pengaruh Penggunaan *Azolla microphylla* terhadap Kualitas Limbah Cair Kulit, Batik dan Tahu

Parameter	Kulit		Batik		Tahu	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
BOD	202	48	125	65	310	106
COD	120	97	164	90	344	182
TSS	80	58	46	38	67	41
pH	7,2	7,5	7,2	7,4	5,4	7,3

Tabel 2. Pengaruh Penggunaan *Salvinia mollesta* terhadap Kualitas Limbah Cair Kulit, Batik dan Tahu

Parameter	Kulit		Batik		Tahu	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
BOD	202	56	125	64	310	120
COD	120	73	164	92	344	160
TSS	80	36	46	34	67	38
pH	7,2	7,4	7,2	7,3	5,4	7,6

Tabel 3. Pengaruh Penggunaan *Eichornia crassipes* terhadap Kualitas Limbah Cair Kulit, Batik dan Tahu

Parameter	Kulit		Batik		Tahu	
	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah	Sebelum	Setelah
BOD	202	95	125	52	310	98
COD	120	101	164	105	344	109
TSS	80	62	46	50	67	30
pH	7,2	7,2	7,2	7,3	5,4	7,3

Tabel 4. Baku mutu Limbah Cair Untuk Limbah Kulit, Batik dan Tahu

Parameter	Kulit	Batik	Tahu
BOD	50	50	75
COD	100	100	200
TSS	50	200	75
pH	6-9	6-9	6-9

Sumber : SK Gubernur DIY No. 281/KPTS/1998

Petunjuk :

1. Bahas dan diskusikan hasil pengolahan limbah dengan fitoremediasi tersebut di atas!
2. Bandingkan hasil pengolahan tersebut baik antar tumbuhan air maupun antar limbah yang digunakan!
3. Manakah tumbuhan air yang paling efektif untuk masing-masing jenis limbah?
4. Bandingkan dengan baku mutu masing-masing jenis limbah!
5. Identifikasikan keunggulan dan kelemahan pengolahan limbah cair dengan fitoremediasi !
6. Buatlah kesimpulan dan saran!
7. Masing-masing kelompok mempresentasikan hasil diskusinya

Metode Analisis Untuk Air Limbah

Pengambilan sample air limbah meliputi beberapa aspek:

1. Lokasi *sampling*
2. waktu dan frekuensi *sampling*
3. Cara Pengambilan sample
4. Peralatan yang diperlukan
5. Penyimpanan dan pengawetan sample

Proses Pengolahan Limbah



Kombinasi pengolahan fisika, kimia dan biologi



Semua itu bertujuan untuk menghilangkan kandungan padatan tersuspensi, koloid, dan bahan-bahan organik maupun anorganik yang terlarut.

Pengolahan air limbah secara Fisika a.l meliputi:

1. Penyaringan (*Screening*)
2. *Comminution* (menghancurkan/mereduksi padatan)
3. Penyeragaman Aliran (*Flow Equalization*)
4. Pencampuran (*Mixing*)
5. Penggumpalan (*Flacculation*)
6. Pengendapan (*Sedimentasi*)
7. Pengapungan (*Flotation*)
8. Penapisan/Penyaringan (*Filtrasi*)

Pengolahan air limbah secara kimia a.l meliputi:

1. Pengendapan kimia
2. Perpindahan gas (*gas transfer*)
3. Adsorpsi
4. Desinfeksi
5. Penghilangan Chlor (*Dechlorinasi*)

Pengolahan air limbah secara biologis

Proses pengolahan air limbah dg memanfaatkan aktivitas mikroorganisme (bakteri, ganggang, protozoa, dll) untuk menguraikan atau merombak senyawa-senyawa organik menjadi zat-zat yang lebih sederhana

Proses Pengolahan Fisika:

A. Screening (awal proses)

Screen bertujuan untuk memisahkan potongan-potongan kayu, plastik dsb. Biasanya terdiri atas batangan-batangan besi yg berbentuk lurus atau melengkung dan biasanya dipasang dg tingkat kemiringan 75-90 thd horisontal.

Limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan (cair, padat, dan gas)

Baku Mutu Lingkungan Hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumberdaya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

Sumber limbah cair :

1. Kegiatan rumah tangga
2. Kegiatan industri
3. Kegiatan rumah sakit dan aktivitas yang bergerak di bidang kesehatan
4. Kegiatan pertanian, peternakan
5. Kegiatan pertambangan
6. Kegiatan transportasi

Macam Limbah cair

- a. Limbah cair organik
- b. Limbah cair an organik dan gas

Karakteristik Limbah Cair dilihat dari sifat-sifat yg dimiliki seperti sifat fisika, kimia dan biologis dg melihat parameter yang diukur

- a. Sifat fisika (padatan total, kekeruhan, DHL, bau, suhu, warna)

- b. Sifat kimia : organik, anorganik dan gas
1. Organik : BOD, COD, protein, karbohidrat, minyak dan lemak, surfactants, phenol, pestisida dan bahan-bahan kimia untuk pertanian
 2. Anorganik dan gas : pH, Chlorida, Nitrogen, Phosphor, Sulfur, logam-logam berat
Gas : DO, H₂S, metana
- c. Sifat Biologis dengan melihat golongan mikroorganisme yg terdapat dlm limbah cair tersebut

Teknologi Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair adalah suatu perlakuan tertentu yang harus diberikan pada limbah cair sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan, sehingga limbah tsb tidak mengganggu lingkungan penerima limbah.

Proses yg dipilih didasarkan karakteristik limbah cairnya

Pengolahan Limbah Cair dpt dilakukan melalui :

1. Pengolahan fisika
 2. Pengolahan kimia
 3. Pengolahan biologis
1. Pengolahan secara fisika dilakukan pada limbah cair dengan kandungan bahan limbah yang dapat dipisahkan secara mekanis langsung tanpa penambahan bahan kimia atau tanpa melalui penghancuran secara biologis

2. Pengolahan secara kimia merupakan proses pengolahan limbah dimana penguraian atau pemisahan bahan yang tidak diinginkan berlangsung dengan adanya mekanisme reaksi kimia (penambahan bahan kimia ke dalam proses)
3. Pengolahan secara biologi merupakan sistem pengolahan yang didasarkan pada aktivitas mikroorganisme dalam kondisi aerobik atau anaerobik ataupun penggunaan organisme air untuk mengabsorpsi senyawa kimia dalam limbah cair.

Pengolahan secara fisika meliputi :

- a. Screening (penyaringan) utk proses pemisahan padatan tak terlarut yg bentuknya cukup besar
- b. Comminution utk menghancurkan atau mereduksi padatan yg tdk seragam menjadi bagian yg lebih kecil dan seragam dg comminutor
- c. Flow Equalisation (penyeragaman aliran) untuk membuat kecepatan aliran konstan dg bak equalisasi
- d. Mixing (Pencampuran) dilakukan jika dikombinasikan dengan penambahan bahan kimia dengan menggunakan hidraolik air atau tangki
- e. Penggumpalan untuk memperbesar ukuran partikel tak terlarut sehingga menjadi lebih berat dan mudah mengendap di dasar shg pemisahan padatan tdk terlarut lebih mudah melalui pd proses berikutnya (pengendapan)

- f. Pengendapan (sedimentasi) utk memisahkan partikel-partikel tersuspensi yg lebih berat dari air shg kotoran-kotoran mengendap dg gaya beratnya sendiri (gaya gravitasi)
- g. Pengapungan (Flotation) utk pemisahan padatan dari air. Ini diperlukan jika densitas partikel lebih kecil dibanding densitas air sehingga cenderung mengapung, shg perlu ditambahkan gaya ke atas dg memasukkan udara ke dalam air. Misal dalam proses pemisahan lemak dan minyak.
- h. Filtrasi (penyaringan) utk proses pengollahan limbah yang masih mengandung zat-zat tersuspensi dengan melalui suatu media seperti pasir atau kerikil dg ukuran tertentu.

Pengolahan secara kimia meliputi :

- a. Pengendapan seraca kimia, yaitu pengolahan dg menambahkan bahan kimia pengendap (alum ferrous sulfate) utk mengubah bentuk fisik padatan dan tersuspensi shg mudah dipisahkan
- b. Perpindahan gas adalah proses perpindahan dari fase gas ke fase lain biasanya ke cair, misalnya pada proses aerob dengan aerator
- c. Adsorpsi merupakan proses pengambilan suatu bahan terlarut diantara dua permukaan dari dalam larutan, misalnya dengan karbon aktif
- d. Desinfeksi yaitu dengan menambahkan bahan kimia seperti chlorine, dengan pemanasan, radiasi dll untuk menghambat aktifitas organisme pathogen

- e. Dechlorinasi yaitu penghilangan sisa chlorine setelah proses chlorinasi dengan menggunakan karbon aktif atau sodium sulfite.

Pengolahan secara biologis meliputi

- a. Pengolahan secara aerob, bahan-bahan organik dalam limbah cair dapat diuraikan/dipecah oleh mikroorganisme aerob menjadi bahan yang tidak mencemari, dimana pemecahan ini berlangsung dalam suasana aerob
- b. Pengolahan secara anaerob dengan peran mikroorganisme yg bersifat anaerob
- c. Pengolahan secara fakultatif dengan peran bakteri yang bersifat fakultatif, yaitu dpt berfungsi sebagai organisme aerob bila ada oksigen dan sebagai organisme anorganik bila tidak ada oksigen

Pengolahan secara biologis dapat dilakukan dengan bioremediasi yaitu proses yang menggunakan mikroorganisme atau organisme untuk menghilangkan atau mengurangi racun pencemar.

Fitoremediasi merupakan metode remediasi yang mengandalkan peran tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik.

Pemanfaatan tumbuhan sebagai agensia pemulihan lingkungan tercemar harus mempunyai kriteria sebagai berikut :

1. Laju akumulasi harus tinggi
2. Kemampuan mengakumulasi bahan pencemar harus tinggi

3. Mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat
4. Tingkat pertumbuhannya tinggi
5. Produksi biomassa tinggi
6. Tahan hama dan penyakit.

Fitoremediasi :

- a. Penyerapan karbon dan gas beracun
Penyerapan karbon dan gas SO_x dan NO_x melalui Stomata pada permukaan daun saat terjadi proses Fotosintesis
- b. Penyerapan logam berat
Penyerapan logam berat terjadi saat proses transpirasi tanaman setelah diabsorpsi masuk ke dalam perakaran Maka akan diakumulasi pada bagian-bagian tertentu dari tanaman

Parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air limbah:

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dipergunakan untuk menguraikan bahan organik oleh mikroorganisme. (secara biokimiawi)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi (menggunakan oksidator yang kuat seperti asam dikromat & asam sulfat atau potasium permanganat dan asam sulfat dengan katalis garam perak dan garam merkuri)

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah total padatan tersuspensi, yaitu padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak mengendap langsung.

DO (Dissolved Oxygen) atau oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan mg/l. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut, maka derajat pengotoran semakin kecil.

Lumpur (Sludge) adalah jumlah endapan yang tersisa setelah mengalami penguapan pada suhu 103-105 °C dari suatu air limbah

Lumpur aktif (Activated Sludge) adalah endapan lumpur yg berasal dari limbah cair yg telah mengalami pemberian udara (aerasi) secara teratur. Lumpur ini berguna utk mempercepat proses stabilisasi dari limbah cair. Lumpur ini banyak mengandung bakteri pengurai, shg sangat baik digunakan utk menguraikan zat organik pada limbah cair yang masih baru

Sumber :

Siregar, S.A., 2005. Instalasi Pengelolaan Air Limbah, Kanisius, Yogyakarta

Sugiharto, 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI Press. Jakarta