

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016

MATA PELAJARAN/PAKET KEAHLIAN

BIOLOGI

BAB XIV

PENGELOLAAN LIMBAH



Dra. Ely Rudyatmi, M.Si

Dra. Endah Peniati, M.Si

Dr. Ning Setiati, M.S

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

2016

BAB XIV

Pengelolaan Limbah

A. Penanganan Limbah Cair



Gambar 7.24. Pengolahan Pretreatment

Daerah pemukiman atau perkotaan juga idealnya memiliki IPAL yang dapat menangani limbah domestik. Di IPAL, limbah cair diolah melalui berbagai proses untuk menghilangkan atau mengurangi bahan-bahan pencemar (polutan) yang terkandung dalam limbah sehingga tidak melebihi baku mutu. Setelah melalui proses pengolahan, air limbah diharapkan dapat dibuang ke lingkungan dengan aman. Limbah cair dengan kandungan polutan yang berbeda kemungkinan akan membutuhkan proses pengolahan yang berbeda pula. Proses-proses pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara keseluruhan, berupa kombinasi beberapa proses, atau hanya salah satu. Proses pengolahan tersebut juga dapat dimodifikasi, sesuai dengan kebutuhan atau faktor finansial.

1. Pengolahan Primer

Tahap pengolahan primer limbah cair sebagian besar adalah berupa proses pengolahan secara fisika. Pertama, limbah yang mengalir melalui saluran pembuangan disaring menggunakan jeruji saring (bar screen). Metode ini disebut penyaringan *icreening*). Metode penyaringan merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisahkan bahan-bahan padat berukuran besar dari air limbah. Kedua, limbah yang telah disaring kemudian disalurkan ke suatu tangki atau bak yang berfungsi untuk memisahkan pasir dan partikel padat teruspensi lain yang berukuran relatif besar. Tangki ini dalam bahasa Inggris disebut *grid chamber*. Cara kerjanya adalah memperlambat aliran limbah sehingga partikel-partikel pasir jatuh ke dasar tangki sementara air limbah terus dialirkan untuk proses selanjutnya. Kedua proses yang dijelaskan di atas sering disebut juga sebagai tahap pengolahan awal

(pretreatment). Setelah melalui tahap pengolahan awal, limbah cair akan dalirkan ke tangki atau bak pengendapan. Metode pengendapan adalah metode pengolahan utama dan yang paling banyak digunakan pada proses pengolahan primer limbah cair. Di tangki pengendapan, limbah cair didiamkan agar partikel-partikel padat sang tersuspensi dalam air limbah dapat mengendap ke dasar tangki. Endapan partikel tersebut akan membentuk lumpur yang Kemudian akan dipisahkan dari air limbah ke saluran lain untuk ddiolaah lebih lanjut

2. Pengolahan Sekunder (Secondary Treatment)

Tahap pengolahan sekunder merupakan proses pengolahan secara biologis, yaitu dengan melibatkan mikroorganisme yang dapat mengurai/mendegradasi bahan organik. Mikroorganisme yang digunakan umumnya adalah bakteri aerob. Terdapat tiga metode pengolahan secara biologis yang umurn digunakan, yaitu metode penyaringan dengan tetesan (trickling filter), metode lumpur aktif (activated sludge), dan metode kolam perlakuan (treatment ponds/lagoons).

3. Pengolahan Tersier (Tertiary Treatment)

Pengolahan tersier dilakukan jika setelah pengolahan primer dan sekunder masih terdapat zat tertentu dalam limbah cair yang dapat berbahaya bagi lingkungan atau masyarakat. Pengolahan tersier bersifat khusus, artinya pengolahan ini disesuaikan dengan kandungan zat yang tersisa dalam limbah cair/air limbah. Umumnya zat yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya melalui proses pengolahan primer maupun sekunder adalah zat-zat anorganik terlarut, seperti nitrat, fosfat, dan garam-garaman. Pengolahan tersier sering disebut juga pengolahan lanjutan (advanced treatment). Pengolahan ini meliputi berbagai rangkaia-n proses kimia dan fisika. Contoh metode pengolahan secara tersier yang dapat digunakan adalah metode saringan [Dash- (sand filter), saringan multimedia, precoal filter, microstaining, vacum filter, penyerapan (adsorption) dengan karbon aktif, pengurangan besi dan mangan, dan osmosis bolak-balik.

Metode pengolahan tersier jarang diaplikasikan pada fasilitas pengolahan limbah. Hal ini disebabkan biaya yang diperlukan untuk melakukan proses pengolahan tersier cenderung tinggi sehingga tidak ekonomis.

4. Desinfeksi (Desinfection)

Desinfeksi atau pembunuhan kuman bertujuan untuk membunuh atau mengurangi mikroorganisme patogen (penyebab penyakit) yang ada dalam limbah cair/air limbah. Mekanisme desinfeksi dapat secara kimia, yaitu dengan menambahkan senyawa/zat tertentu, atau dengan perlakuan fisik.

Dalam menentukan senyawa/zat untuk membunuh mikroorganisme, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu: daya racun zat; waktu kontak yang diperlukan;efektivitas zat; kadar dosis yang digunakan;tidak boleh bersifat toksik (racun) terhadap manusia dan hewan;tahan terhadap air,

Contoh mekanisme desinfeksi pada limbah cair adalah penambahan klorin (klorinasi), penyinaran dengan sinar ultraviolet (UV), atau dengan ozon (O₃). Proses desinfeksi pada limbah cair biasanya dilakukan setelah proses pengolahan limbah selesai, yaitu setelah pengolahan primer, sekunder, atau tersier, sebelum limbah dibuang ke lingkungan.

5. Pengolahan Lumpur (Sludge Treatment)

Setiap tahap pengolahan limbah cair, baik primer, sekunder, maupun tersier, akan menghasilkan endapan polutan berupa lumpur. Lumpur tersebut tidak dapat dibuang secara langsung, melainkan perlu diolah lebih lanjut. Endapan lumpur hasil pengolahan limbah biasanya akan diolah dengan cara diurai/ dicerna secara anaerob (anaerob digestion), kemudian disalurkan ke beberapa alternatif, yaitu dibuang ke laut atau ke lahan pembuangan (landfill), dijadikan pupuk kompos, atau dibakar (incinerated).

B. Penanganan Limbah Padat



Sampah yang dihasilkan manusia begitu banyak sehingga bila tidak ditangani akan menimbulkan banyak masalah pencemaran. Beberapa metode pengolahan sampah telah diterapkan manusia untuk menangani permasalahan sampah. Masing-masing metode tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan. Belum ada satupun dari metode yang telah diterapkan manusia yang dapat menyelesaikan permasalahan sampah dengan sempurna, oleh karena itu, masih perlu terus dikembangkan berbagai metode baru atau modifikasi yang dapat menyempurnakan metode yang telah ada. Berikut akan kamu pelajari beberapa metode pengolahan limbah padat (sampah) yang telah umum diterapkan.

1. Penimbunan

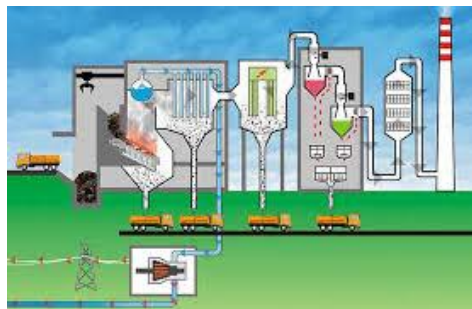
Terdapat dua cara penimbunan sampah yang umum dikenal, yaitu metode penimbunan terbuka (open dumping) dan metode sanitary landfill. Pada metode penimbunan terbuka, sampah dikumpulkan dan ditimbun begitu saja dalam lubang yang dibuat pada suatu lahan, biasanya di lokasi tempat pembuangan akhir (TPA). Metode ini merupakan metode kuno yang sebenarnya tidak memberikan banyak keuntungan. Di lahan penimbunan terbuka, berbagai hama dan kuman penyebab penyakit dapat berkembang biak. Gas metan yang dihasilkan oleh pembusukan sampah organik dapat menyebar ke udara sekitar dan menimbulkan bau busuk serta mudah terbakar. Cairan yang tercampur dengan sampah dapat merembes ke tanah dan mencemari tanah serta air. Bersama rembesan cairan tersebut, dapat terbawa zat-zat yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan.

Berbagai permasalahan yang ditimbulkan oleh metode open dumping menyebabkan dikembangkan metode penimbunan sampah yang lebih baik, yaitu sanitary landfill. Pada metode sanitary landfill, sampah ditimbun dalam lubang yang dialasi lapisan lempung dan lembaran plastik untuk mencegah perembesan limbah ke tanah. Sampah yang ditimbun dipadatkan, kemudian ditutupi dengan lapisan tanah tipis setiap hari. Hal ini akan mencegah

tersebarunya gas metan yang dapat mencemari udara dan berkembangbiaknya berbagai agen penyebab penyakit. Pada landfill yang lebih modern lagi, biasanya dibuat sistem lapisan ganda (plastik – lempung – plastik – lempung) dan pipa-pipa saluran untuk mengumpulkan cairan serta gas metan yang terbentuk dari proses pembusukan sampah. Gas tersebut kemudian dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Di sebagian besar negara maju, penimbunan sampah dengan metode open dumping telah banyak digantikan oleh metode sanitary landfill. Namun, di Indonesia, tempat penimbunan sampah yang menggunakan metode sanitary landfill masih jauh lebih sedikit jumlahnya dibandingkan dengan yang melakukan penimbunan terbuka (open dumping).

Kelemahan utama penanganan sampah dengan cara penimbunan adalah cara ini menghabiskan lahan. Sampah akan terus diproduksi sementara lahan untuk penimbunan akan semakin berkurang. Sampah yang ditimbun sebagian besar sulit terdegradasi sehingga akan tetap berada di area penimbunan untuk waktu yang sangat lama. Selain itu, meskipun telah menggunakan sanitary landfill, masih ada kemungkinan terjadi kebocoran lapisan sehingga zat-zat berbahaya dapat erembes dan mencemari tanah serta air. Gas metan yang terbentuk dalam timbunan mungkin saja mengalami akumulasi dan beresiko meledak.

2. Insinerasi



Gambar

Insinerasi adalah pembakaran sampah/limbah padat menggunakan suatu alat yang disebut insinerator. Kelebihan dari proses insinerasi adalah volume sampah berkurang sangat banyak (bisa mencapai 90 %). Selain itu, proses insinerasi menghasilkan panas yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik atau untuk pemanas ruangan. Meski demikian, tidak semua jenis limbah padat dapat dibakar dalam insinerator. Jenis limbah padat yang cocok untuk insinerasi di antaranya adalah kertas, plastik, dan karet, sedangkan contoh jenis

limbah padat yang kurang sesuai untuk insinerasi adalah kaca, sampah makanan, dan baterai.

Kelemahan utama metode insinerasi adalah biayanya yang mahal, selain itu insinerasi menghasilkan asap buangan yang dapat menjadi pencemar udara serta abu /ashes pembakaran yang kemungkinan mengandung senyawa yang berbahaya. Kelemahan utama metode insinerasi adalah biaya operasi . yang mahal. Selain itu, insinerasi menghasilkan asap buangan yang dapat menjadi pencemar udara serta abu ash pembakaranyangkemungkinan mengandung senyawa berbahaya.

3. Pembuatan Kompos



Kompos adalah pupuk yang dibuat dari sampah organik, seperti sayuran, daun dan ranting, serta kotoran hewan, melalui proses degradasi/penguraian oleh mikroorganisme tertentu. Kompos berguna untuk memperbaiki struktur tanah dan menyediakan zat makanan yang diperlukan tumbuhan, sementara mikroba yang ada dalam kompos dapat membantu penyerapan zat makanan yang dibutuhkan tanaman. Pembuatan kompos merupakan salah satu cara terbaik untuk mengurangi timbunan sampah organik. Cara ini sangat cocok diterapkan di Indonesia, karena cara pembuatannya relatif mudah dan tidak membutuhkan biaya yang besar. Selain itu, kompos dapat dijual sehingga dapat memberikan pemasukan tambahan atau bahkan menjadi alternatif mata pencaharian.

Berdasarkan bentuknya, kompos ada yang berbentuk padat dan cair. Pembuatan kompos dapat dilakukan dengan menggunakan kompos yang telah jadi, kultur mikroorganisme, atau cacing tanah. Contoh kultur mikroorganisme yang telah banyak dijual di pasaran dan dapat digunakan untuk membuat kompos adalah EM4 (Effective Microorganism 4). EM4

merupakan kultur campuran mikroorganisme yang dapat meningkatkan degradasi limbah/sampah organik, menguntungkan dan bermanfaat bagi kesuburan tanah maupun pertumbuhan dan produksi tanaman, serta ramah lingkungan. EM4 mengandung mikroorganisme yang terdiri dari beberapa jenis bakteri, di antaranya *Lactobacillus* sp., *Rhodopseudomonas* sp., *Actinomyces* sp., dan *Streptomyces* sp., dan khamir (ragi), yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Kompos yang dibuat menggunakan EM4 yang dikenal juga dengan bokashi.

Kompos dapat juga dibuat dengan bantuan cacing tanah karena cacing tanah mampu menguraikan bahan organik. Kompos yang dibuat dengan bantuan cacing tanah dikenal juga dengan sebutan kascing. Cacing tanah yang dapat digunakan adalah cacing dari spesies *Lumbricus terrestris*, *Lumbricus rebus*, *Pheretima defingens*, dan *Eisenia foetida*. Cacing tanah akan menguraikan bahan-bahan kompos yang sebelumnya sudah diuraikan oleh mikroorganisme. Keterlibatan cacing tanah dan mikroorganisme dalam pembuatan kompos menyebabkan pembentukan kompos menjadi lebih efektif dan cepat.

4. Daur Ulang



Berbagai jenis limbah padat dapat mengalami proses daur ulang menjadi produk baru. Proses daur ulang sangat berguna untuk mengurangi timbunan sampah karena bahan buangan diolah menjadi bahan yang dapat digunakan kembali. Contoh beberapa jenis limbah padat yang dapat didaur ulang adalah kertas, kaca, logam (seperti besi, baja, dan aluminium), plastik, dan karet.

Bahan-bahan yang didaur ulang dapat dijadikan produk baru yang jenisnya sama atau produk jenis lain. Contohnya, limbah kertas bisa didaur ulang menjadi kertas kembali. Limbah kaca dalam bentuk botol atau wadah bisa didaur ulang menjadi botol atau wadah

kaca kembali atau dicampur dengan aspal untuk menjadi bahan pembuat jalan. Kaleng alumunium bekas bisa didaur ulang menjadi kaleng alumunium lagi. Botol plastik bekas yang terbuat dari plastik jenis polyetilen terftalat (PET) bisa didaur ulang menjadi berbagai produk lain, seperti baju poliyester, karpet, dan suku cadang mobil. Gelas dan peralatan plastik.

C. PENANGANAN LIMBAH GAS



Pengolahan limbah gas secara teknis dilakukan dengan menambahkan alat bantu yang dapat mengurangi pencemaran udara. Pencemaran udara sebenarnya dapat berasal dari limbah berupa gas atau materi partikulat yang terbawa bersama gas tersebut. Berikut akan dijelaskan beberapa cara menangani pencemaran udara oleh limbah gas dan materi partikulat yang terbawa bersamanya.

1. Mengontrol Emisi Gas Buang.

Gas-gas buang seperti sulfur oksida, nitrogen oksida, karbon monoksida, dan hidrokarbon dapat dikontrol pengeluarannya melalui beberapa metode. Gas sulfur oksida dapat dihilangkan dari udara hasil pembakaran bahan bakar dengan cara desulfurisasi menggunakan filter basah (wet scrubber). Mekanisme kerja filter basah ini akan dibahas lebih lanjut pada pembahasan berikutnya, yaitu mengenai metode menghilangkan materi partikulat, karena filter basah juga digunakan untuk menghilangkan materi partikulat.

D. PENANGANAN LIMBAH B 3



Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) tidak dapat begitu saja ditimbun, dibakar, atau dibuang ke lingkungan, karena mengandung bahan yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lain. Limbah ini memerlukan cara penanganan yang lebih khusus dibanding limbah yang bukan B3. Limbah B3 perlu diolah, baik secara fisik, biologi, maupun kimia sehingga menjadi tidak berbahaya atau berkurangnya daya racunnya. Setelah diolah, limbah B3 masih memerlukan metode pembuangan yang khusus untuk mencegah resiko terjadi pencemaran.

Pengolahan Limbah Cair

Industri primer pengolahan hasil hutan merupakan salah satu penyumbang limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan. Bagi industri-industri besar, seperti industri pulp dan kertas, teknologi pengolahan limbah cair yang dihasilkannya mungkin sudah memadai, namun tidak demikian bagi industri kecil atau sedang. Namun demikian, mengingat penting dan besarnya dampak yang ditimbulkan limbah cair bagi lingkungan, penting bagi sektor industri kehutanan untuk memahami dasar-dasar teknologi pengolahan limbah cair.

Teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Apapun macam teknologi pengolahan air limbah domestik maupun industri yang dibangun harus dapat dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat setempat. Jadi teknologi pengolahan yang dipilih harus sesuai dengan kemampuan teknologi masyarakat yang bersangkutan. Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan:

1. pengolahan secara fisika
2. pengolahan secara kimia
3. pengolahan secara biologi

Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri-sendiri atau secara kombinasi.

1. Pengolahan Secara Fisika

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, diinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisihkan terlebih dahulu. Penyaringan (screening) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan secara mudah dengan proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap.

2. Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun; dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.

Gambar 2. Skema Diagram pengolahan Kimiawi

Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan membubuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan membubuhkan larutan alkali (air kapur misalnya) sehingga terbentuk endapan hidroksida logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air > 10,5 dan untuk hidroksiapatit pada pH > 9,5. Khusus untuk krom heksavalen, sebelum diendapkan sebagai

krom hidroksida $[\text{Cr}(\text{OH})_3]$, terlebih dahulu direduksi menjadi krom trivalent dengan membubuhkan reduktor (FeSO_4 , SO_2 , atau $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).

Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan klor (Cl_2), kalsium permanganat, aerasi, ozon hidrogen peroksida. Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

3. Pengolahan 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 metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya.

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

1. Reaktor pertumbuhan tersuspensi (suspended growth reaktor);
2. Reaktor pertumbuhan lekat (attached growth reaktor).

Di dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor jenis ini. Proses lumpur aktif terus berkembang dengan berbagai modifikasinya, antara lain: oxidation ditch dan kontak-stabilisasi. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif konvensional, oxidation ditch mempunyai beberapa kelebihan, yaitu efisiensi penurunan BOD dapat mencapai 85%-90% (dibandingkan 80%-85%) dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit. Selain efisiensi yang lebih tinggi (90%-95%), kontak stabilisasi mempunyai kelebihan yang lain, yaitu waktu detensi hidrolis total lebih pendek (4-6 jam). Proses kontak-stabilisasi dapat pula menyisihkan BOD tersuspensi melalui proses absorpsi di dalam tangki kontak sehingga tidak diperlukan penyisihan BOD tersuspensi dengan pengolahan pendahuluan.

Kolam oksidasi dan lagoon, baik yang diaerasi maupun yang tidak, juga termasuk dalam jenis reaktor pertumbuhan tersuspensi. Untuk iklim tropis seperti Indonesia, waktu detensi hidrolis selama 12-18 hari di dalam kolam oksidasi maupun dalam lagoon yang tidak diaerasi, cukup untuk mencapai kualitas efluen yang dapat memenuhi standar yang

ditetapkan. Di dalam lagoon yang diaerasi cukup dengan waktu detensi 3-5 hari saja. Seluruh modifikasi ini dapat menghasilkan efisiensi penurunan BOD sekitar 80%-90%. Ditinjau dari segi lingkungan dimana berlangsung proses penguraian secara biologi, proses ini dapat dibedakan menjadi dua jenis:

1. Proses aerob, yang berlangsung dengan hadirnya oksigen;
2. Proses anaerob, yang berlangsung tanpa adanya oksigen.

Apabila BOD air buangan tidak melebihi 400 mg/l, proses aerob masih dapat dianggap lebih ekonomis dari anaerob. Pada BOD lebih tinggi dari 4000 mg/l, proses anaerob menjadi lebih ekonomis.

Gambar 3. Skema Diagram pengolahan Biologi

Dalam prakteknya saat ini, teknologi pengolahan limbah cair mungkin tidak lagi sesederhana seperti dalam uraian di atas. Namun pada prinsipnya, semua limbah yang dihasilkan harus melalui beberapa langkah pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan atau kembali dimanfaatkan dalam proses produksi, dimana uraian di atas dapat dijadikan sebagai acuan.

[DAW]

Source : http://www.dephut.go.id/INFORMASI/SETJEN/PUSSTAN/info_5_1_0604/isi_5.htm