

# PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DENGAN METODE BIOLOGIS

Ir.Latar Muhammad Arief, MSc

Dosen FKM, Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Univ Esa Unggul

## I. Pendahuluan

Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya. 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 hidrolisis 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 hidrolisis 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.

Di dalam reaktor pertumbuhan lekat, mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Berbagai modifikasi telah banyak dikembangkan selama ini, antara lain:

1. *trickling filter*
2. cakram biologi
3. filter terendam
4. reaktor fludisasi

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.

## II. Pengolahan Biologi

Sitem pengolahan limbah cair secara biologi, terdiri dari ,

1. Pengolahan aerob
  - 1). Proses lumpur aktif
    - Aerasi
    - Saluran oksidasi
    - Proses bebas bulki
    - Metode standar
    - Proses nitrifikasi dan denitrifikasi
  - 2). Pengolahan film biologi
2. Lagoon
  - 1) Cakram biologi
  - 2) Proses filter biologi diaerasi
  - 3) Aerasi kontak

- 4) Filter trikling
- 5) Proses media unggul biologi
3. Anaerobic treatment
  - 1) Pencerna anaerobi
  - 2) Proses UASB

Air limbah mungkin terdiri dari satu atau lebih parameter pencemar melampaui nilai yang ditetapkan. Kemungkinan di dalamnya terdapat minyak dan lemak, bahan anorganik seperti besi, aluminium, nikel, plumbum, barium, fenol dan lain-lain sehingga perlu kombinasi dari beberapa alat. Untuk menurunkan BOD dan COD dapat dilakukan dengan metode aerasi dan ternyata metode ini juga cukup baik untuk melakukan pengeringan suspensi solid.

Perlakuan terhadap limbah dengan metode tertiary treatment adalah menggunakan organisme perombak limbah. Karena metode ini sering juga disebut metode biologi yaitu memanfaatkan kehidupan bakteri dalam merombok limbah.

Pengolahan limbah dengan cara biologis dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu,

(1) Aerobic treatment dan (2) Anaerobic treatment. Kedua metode ini mempunyai proses yang berbeda, karena proses aerobik membutuhkan oksigen dalam prosesnya, sedangkan proses anaerobik harus meminimalkan oksigen, agar proses perombakan limbah dapat berlangsung secara sempurna.

Kelebihan dan Kekurangan Sistem Aerobik dan Anaerobik dalam Pengolahan Air Limbah

Dalam pengolahan air limbah tiap pemilihan sistem ada landasannya, salah satunya yaitu pemilihan sistem aerobik. Dalam pemilihan ini ternyata terdapat keuntungan dan kerugian tiap-tiap sistem. Karenanya dalam pemilihan dua alternatif ini kita harus mengerti kondisi dari proses itu sendiri.

### III. Sistem Proses Anaerobik

**Anaerobik** adalah kata teknis yang secara harfiah berarti "tanpa udara" (dimana "udara" biasanya berarti oksigen). Kata yang berlawanan dengannya adalah aerobik. Dalam pengolahan limbah, tidak adanya oksigen dinamakan sebagai '**anoxic**'; sedangkan **anaerobik** digunakan untuk mengindikasikan tidak adanya akseptor elektron (nitrat, sulfat atau oksigen)

#### Anaerobik (UASB)

1. Kelebihan
  - a. Sesuai untuk mengolah air limbah dengan konsentrasi BOD lebih tinggi dan untuk kapasitas menengah sampai besar.
  - b. Menghasilkan biogas (70-90 % CH<sub>4</sub>).
  - c. Tidak membutuhkan energi untuk oksidasi
  - d. Membutuhkan area lebih kecil
  - e. Lumpur yang dihasilkan sedikit.
2. Kekurangan
  - a. Temperatur air limbah harus dijaga sekitar 20-35 C
  - b. Setelah diolah dalam sistem anaerobik effluen perlu diolah lagi secara aerob sebelum di buang ke badan penerima untuk mereduksi parameter NH<sub>4</sub>
  - c. Tidak sesuai untuk mengolah air limbah dengan konsentrasi nitrat dan atau sulfat tinggi.
  - d. Pengoperasian cukup rumit karena sangat tergantung pada temperatur dan pH air limbah.

#### Organisme anaerobik

Organisme anaerobik atau anaerob adalah setiap organisme yang tidak memerlukan oksigen untuk tumbuh.

- Anaerob obligat akan mati bila terpapar pada oksigen dengan kadar atmosfer.
- Anaerob fakultatif dapat menggunakan oksigen jika tersedia.
- Organisme aerotoleran dapat hidup walaupun terdapat oksigen di sekitarnya, tetapi mereka tetap anaerobik karena mereka tidak menggunakan oksigen sebagai *terminal electron acceptor* (akseptor elektron terminal).

Mikroaerofil adalah organisme yang dapat menggunakan oksigen, tetapi hanya pada konsentrasi yang rendah (rentang mikromolar rendah); pertumbuhannya dihambat oleh level oksigen yang normal (sekitar 200 mikromolar). Anaerob adalah organisme yang tidak dapat tumbuh bila terdapat konsentrasi mikromolar oksigen, tetapi dapat tumbuh dan diuntungkan pada konsentrasi nanomolar oksigen.

Anaerob obligat dapat menggunakan fermentasi atau respirasi anaerobik. Jika terdapat oksigen, anaerob fakultatif menggunakan respirasi aerobik; tanpa oksigen beberapa diantaranya berfermentasi, beberapa lagi menggunakan respirasi anaerobik.

Organisme aerotoleran hanya dapat berfermentasi. Mikroaerofil melakukan respirasi aerobik, dan beberapa diantaranya dapat juga melakukan respirasi anaerobik.

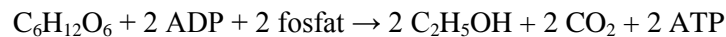
Terdapat beberapa persamaan kimia untuk reaksi fermentasi anaerobik.

Organisme anaerobik fermentatif biasanya menggunakan jalur fermentasi asam laktat:



Energi yang dilepaskan pada persamaan ini sekitar 150 kJ per mol, yang disimpan dalam regenerasi dua ATP dari ADP per glukosa. Ini hanya 5% energi per molekul gula daripada yang dapat dihasilkan oleh reaksi aerobik.

Tumbuhan dan jamur (contohnya ragi) biasanya melakukan fermentasi alkohol (etanol) ketika oksigen terbatas melalui reaksi berikut:



Energi yang dilepaskan sekitar 180 kJ per mol, yang disimpan dalam regenerasi dua ATP dari ADP per glukosa.

Bakteri anaerobik dan *archaea* menggunakan jalur ini dan beberapa jalur lainnya dalam melakukan fermentasi seperti: fermentasi asam propionat, fermentasi asam butirat, fermentasi pelarut, fermentasi asam campuran, fermentasi butanediol, fermentasi Stickland, asetogenesis atau metanogenesis.

Beberapa bakteri anaerobik menghasilkan toksin (racun) seperti toksin tetanus atau botulinum yang sangat berbahaya bagi organisme yang lebih besar, termasuk manusia.

Anaerob obligat akan mati bila terdapat oksigen karena tidak adanya enzim superoksida dismutase dan katalase yang dapat mengubah superoksida berbahaya yang timbul dalam selnya karena adanya oksigen.

Proses pengolahan anaerobic terdiri dari dua sistem yaitu (1) Sistem Anaerobic Filter (atau dikenal juga dengan sebutan Fixed Bed atau Fixed Film Reactor), (2) sistem proses kontak anaerobik

### **Sistem Anaerobic Filter**

Pada sistem septic tank dan **imhoff tank** yang telah dibahas diatas proses yang terjadi adalah sedimentasi (pengendapan) dari bahan-bahan yang dapat terendapkan dan seterusnya terjadi proses digestion/penguraian dari bahan terendapkan tersebut.

Sedangkan kandungan yang masih terikut (tidak terendapkan) praktis tidak mengalami proses apapun.

Anaerobic Filter (atau dikenal juga dengan sebutan Fixed Bed atau Fixed Film Reactor) mempunyai prinsip yang berbeda dengan septic tank & imhoff tank, karena sistem ini justru diharapkan untuk memroses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (dissolved solid) dengan cara mengkontakkan dengan surplus mikro organisme. Mikro organisme tersebut akan menguraikan bahan organik terlarut (dissolved organic) dan bahan organik yang terdispersi (dispersed organic) yang ada didalam limbah.

Karena itu yang dimaksudkan sebagai filter disini adalah media dimana bakteri dapat menempel dan limbah dapat mengalir/lewat diantaranya. Selama aliran ini kandungan organik akan diuraikan oleh berbagai bakteri dan hasilnya adalah pengurangan kandungan organik pada effluent. Media yang digunakan bermacam-macam tetapi

Media yang baik luas permukaannya (surface area) kira-kira 100 – 300 m<sup>2</sup> per m<sup>3</sup> volume yang ditempatinya.

Dengan pola pikir itu maka kita cenderung untuk memilih media yang mempunyai surface area yang besar dengan harapan hasilnya akan baik sekali. Misalnya tepung arang, pasir, dlsb.

Tetapi biasanya media dengan butiran terlampau kecil akan memberikan performance yang baik beberapa hari saja. Seterusnya terjadi blocking diakibatkan oleh lapisan bakteria yang menempel dipermukaannya. Setelah terjadi blocking unjuk kerjanya malahan buruk sekali. Padahal bila terjadi blocking, urusan membongkar dan membersihkannya merupakan pekerjaan yang paling menjengkelkan. Karena itu media harus sedemikian agar surface areanya cukup luas tetapi tidak sampai tersumbat / blocking / clogging.

Istilah teknisnya adalah media yang mempunyai SSA (specific surface area) yang luas dan VR (void ratio) yang tinggi. Urusan media inilah yang kemudian di kutak katik oleh para ahli teknis dengan mencari bahan serta bentuk yang memberikan surface area luas tetapi void ratio nya tinggi. Yang dihasilkan terus diberi nama perdagangan khusus untuk memukau pembeli. Misalnya ada bentuk seperti seng plastik yang di tekuk tekuk dengan model tertentu dan dibuat oleh perusahaan Jerman. Terus diberi nama Bioreactor made in Germany.

Beban COD yang diolah Anaerobic Filter (atau dikenal juga dengan sebutan Fixed Bed atau Fixed Film Reactor) berkisar antara  $(4 - 16) \text{ kg/m}^3\text{-hari}$

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim., 2001. Water Environment Management in Japan. Water Environment Department Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment.

Grady, Jr., C.P.L. and Lim, H.C., 1980. Biological Wastewater Treatment, theory and application. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel.

Metcalf and Eddy., 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 3rd Eddition. Singapore: McGraw-Hill Book Co.

Tchobanoglous, G., Burton, F.L., 1991. Advanced Wastewater Treatment. Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, and Reuse. McGraw-Hill. Inc, Singapore, pp. 711-726

Winkler, M.A., 1981. Biological Treatment of Wastewater. Department of Chemical Engineering University of Survey. England : Chichester Halsted Press, John Willey & Sons.

Sumber: Anwar Hadi (2007) Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan