

PEMANFAATAN NUTRISI TERFERMENTASI UNTUK PENURUNAN KADAR COD/BOD AIR LIMBAH INDUSTRI

Mukhtar G., Iwan R., Mina N., Tintin S.R
Teknik Kimia - Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40012
e-mail: mukhtar_2008@yahoo.com

Abstrak. Pengolahan limbah cair secara biologi (*aerobic*) dengan metode lumpur aktif (*activated sludge*) merupakan salah satu metoda pengolahan yang banyak diterapkan. Metode lumpur aktif memanfaatkan aktivitas bakteri / mikroorganisme untuk mendegradasi parameter bahan pencemar dalam limbah cair. Mikroorganisme memerlukan nutrisi agar dapat berkembang biak dengan baik. Tujuan penelitian ini untuk menentukan kondisi paling baik dengan penambahan nutrisi terfermentasi, sehingga efisiensi penurunan kadar COD / BOD limbah cair *coolant* dan menentukan nilai kalor lumpur (*sludge*) yang dihasilkan. Proses dilakukan dengan memvariasi laju alir influen dan kadar nutrisi (*BioActive*) yang ditambahkan. Kadar COD awal 23.146 ppm, hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar nutrisi optimum sebesar 2.000 ppm, laju alir influen 720 ml/jam, penurunan kadar COD dan BOD masing-masing sebesar 63 % dan 51 %. Lumpur hasil pengolahan mengandung nilai kalor sebesar 2592 kkal/kg dan kadar air sekitar 9 %. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menurunkan kadar bahan pencemar tersebut hingga di bawah nilai baku mutu.

Kata kunci : *Limbah cair coolant, lumpur aktif, nutrisi terfermentasi, COD/BOD*

PENDAHULUAN

Limbah cair merupakan masalah utama dalam pengendalian dampak lingkungan industri yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Menurut Tjandra (2003), pengolahan limbah cair dari proses produksi adalah untuk meminimalkan bahan pencemar limbah cair, meminimalkan volume limbah dengan kadar dan toksisitas yang rendah.

Sedangkan pengolahan limbah cair setelah proses produksi dimaksudkan untuk menurunkan kadar zat atau bahan pencemar, memenuhi syarat untuk dapat dibuang (memenuhi baku). Untuk itu dalam pengolahan limbah cair perlu dilakukan langkah yang dilaksanakan secara terpadu dimulai dengan upaya meminimalisasi limbah, pengolahan limbah sampai pembuangan limbah.

Salah satu cara pengolahan limbah ramah lingkungan adalah secara biologi, yaitu memanfaatkan aktivitas mikroba aerobik untuk mendegradasi zat / bahan dalam limbah cair, sehingga dapat memberikan efek pencemaran relatif rendah.

Pengolahan secara biologi yang banyak dilakukan adalah cara aerobik metode lumpur aktif (*activated sludge*), memanfaatkan aktivitas mikroba untuk mendegradasi bahan/zat organik secara aerobik (Budiasuti,2007). Pada proses

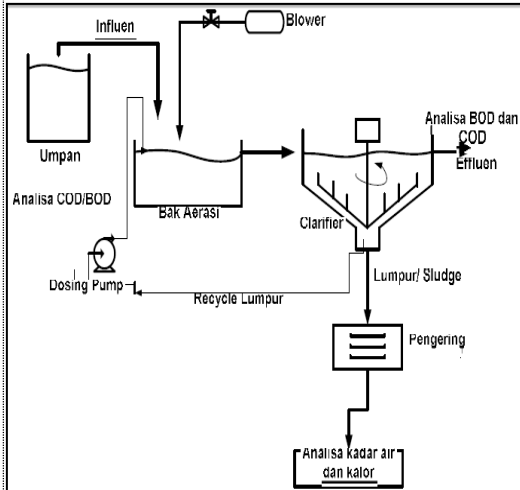
degradasi, mikroba aerobik memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan mikroba aerobik. Dalam penelitian ini digunakan nutrisi terfermentasi (*BioActive*) berupa karbon aktif (*powder*) yang diperkaya (*enrichment*) dengan protein fermentasi.

BioActive mempunyai fungsi, yaitu meningkatkan efisiensi penurunan kadar BOD/COD, bahan penyerap (*adsorben*) zat warna dan bau serta meningkatkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme. *BioActive* relatif tidak mempunyai efek samping bagi limbah cair yang diolah.

Penggunaan nutrisi terfermentasi ini untuk memudahkan mikroba dalam merombak/mendegradasi bahan organik dalam limbah cair.

METODE

Tahap awal adalah persiapan, yaitu menyiapkan peralatan, bahan yang akan digunakan untuk proses pengolahan maupun untuk analisis. Peralatan proses pengolahan : tangki umpan (*influen*), aerasi, pengendap (*clarifier*), stabilisasi yang dilengkapi aerator dan *dosing pump*. Skema rangkaian alat secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar-1. Skema rangkaian alat percobaan.

Bahan proses pengolahan: nutrisi *BioActive*, glukosa, urea, larutan NaOH dan H₂SO₄ dan garam fosfat. Bahan kimia untuk analisa kadar COD, BOD dan *Mixed Liquor Volatile Suspended Solid* (MLSS).

Tahap kedua adalah *seeding* dan aklimatisasi, yaitu proses pembiakan bakteri atau mikroorganisme dengan pemberian nutrisi berupa glukosa, urea dan garam fosfat.

Tahap aklimatisasi, penyesuaian kondisi antara limbah cair dan kadar MLSS, yaitu dilakukan pengenceran limbah cair untuk memperoleh kondisi optimal. Limbah cair berupa cairan *coolant* yang telah dilakukan *treatment* terlebih dahulu.

Tahap ketiga adalah pengolahan limbah cair secara biologi (*aerobic*) dengan metode lumpur aktif. Penentuan kondisi operasi yang paling baik dengan cara memvariasi laju alir influen dan pemakaian nutrisi terfermentasi sebagai pengganti urea ke dalam tangki biologi.

Pada awal operasi dilakukan variasi kadar nutrisi *BioActive*, sedangkan laju alir relatif tetap. Pada operasi ke 2, 3 dan 4 dengan variasi laju alir. Lumpur yang terbentuk dalam bak *clarifier* dikeringkan dan dilakukan analisis kadar air serta nilai kalornya.

Tahap ke empat adalah analisis kadar COD / BOD influen dan efluen, MLSS dan pH dalam tangki biologi, analisis kadar air dan nilai kalor lumpur (*sludge*) yang dihasilkan pada *clarifier* setelah dilakukan proses pengeringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seeding

Seeding merupakan tahap pertama dalam pengolahan limbah cair secara biologi untuk pertumbuhan bakteri / mikroorganisme sebelum digunakan untuk mengolah limbah cair. Nutrisi yang ditambahkan berupa glukosa,

urea dan fosfat dengan rasio relatif sama. Penambahan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri / mikroorganisme dan pH dalam bak aerasi dijaga pada rentang 6,5-7,0. Apabila pH turun, maka dilakukan penambahan larutan basa (NaOH) dan sebaliknya pada penambahan asam (H₂SO₄) bila terjadi kenaikan pH (pH di atas 7,0).

Aklimatisasi

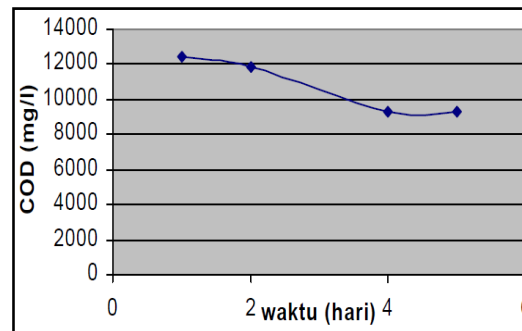
Setelah tahap *seeding*, dilakukan proses aklimatisasi untuk penyesuaian kondisi lumpur aktif dengan limbah cair yang diolah. Limbah cair dialirkan ke dalam tangki biologi dan laju alir 2988 ml/jam. Kondisi limbah cair *coolant* ditunjukkan di Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi air limbah *coolant*

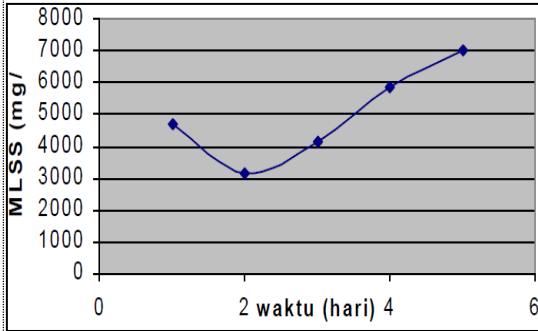
No	Parameter	Keterangan
1	pH	9,15
2	Kekeruhan	783,6 NTU
3	COD influen	23.146 mg/l
4	BOD influen	800,1 mg/l
5	TSS	43144 mg/L
6	Logam berat	0,7531 mg/l

Sebelum dilakukan aklimatisasi, limbah cair *coolant* ditreatment terlebih dahulu dengan proses kimia, yaitu *koagulasi* dan *flokulasi*.

Pada tahap aklimatisasi dilakukan analisis COD dan MLSS selama 5 hari. Kadar COD awal limbah cair 23.146 dan MLSS pada proses aklimatisasi 6.728 mg/l. Gambar-2 dan Gambar-3 berikut menunjukkan data/kurva hasil proses aklimatisasi.



Gambar-2. Grafik COD efluen vs waktu (hari) pada proses aklimatisasi



Gambar-3. Grafik MLSS vs waktu (hari) pada proses aklimatisasi.

Di gambar tersebut ditunjukkan kurva nilai COD dan MLSS pada proses aklimatisasi, terjadi penurunan kadar COD sekitar 40 %, menunjukkan mikroorganismenya berkembangbiak meski belum maksimal. Jumlah bakteri (kadar MLSS) mengalami kenaikan sekitar 3,7 % pada hari ke 5. Pada hari ke-3 terjadi penurunan COD dan MLSS masing-masing sekitar 30 % dan 4.154 ppm. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa bakteri / mikroorganismenya mengalami pertumbuhan meskipun belum secara maksimal, namun masih mampu mendegradasi limbah cair tersebut.

Percobaan Utama

Percobaan utama untuk memperoleh kondisi operasi, nutrisi dan laju alir optimum. Waktu tinggal pada tangki biologi sekitar 8-12jam.

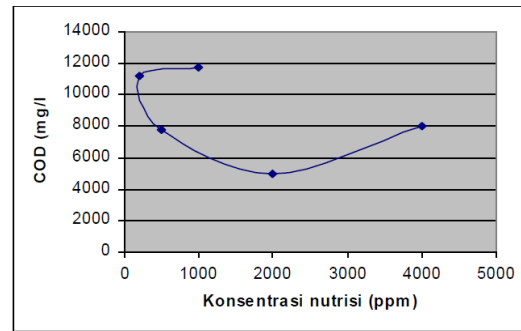
Pada operasi awal, laju alir limbah cair sekitar 3.960 ml/jam, penambahan BioActive sebesar 1000 ppm, diperoleh kadar COD efluen relatif tidak banyak berubah disebabkan mikroorganismenya mengalami shock loading.

Pada operasi ke-2 terjadi penurunan kadar MLSS dan pH cairan relatif basa. (Gambar-3). Untuk mengatasi kondisi tersebut perlu penambahan bakteri baru (fresh), kadar MLSS meningkat dari 3.482 ppm menjadi 4.820 ppm (38.4 %)

Selama proses berlangsung, kadar MLSS relatif tidak stabil berpengaruh pada kadar COD efluen.

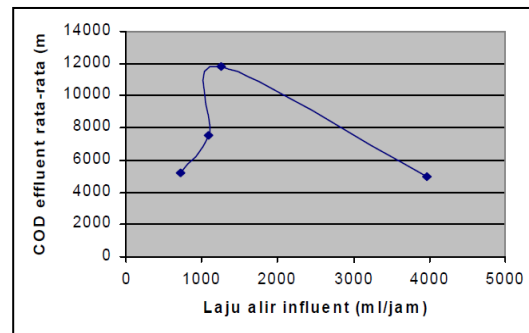
Pada operasi ke-3, laju alir influen 720 ml/jam, diperoleh kadar COD rata2 paling rendah dan kadar MLSS relatif stabil. Bila pada penambahan nutrisi dikurangi, kemampuan mikroorganismenya dalam mendegradasi bahan pencemar dalam limbah cair juga mengalami penurunan.

Pada operasi ke-4, pemakaian BioActive sekitar 2.000 ppm, diperoleh kadar COD efluen sekitar 5.000 ppm. Gambar-4 berikut menunjukkan kondisi di atas.



Gambar-4. Grafik kadar COD vs kadar nutrisi

Pada operasi ke-4, penambahan bakteri fresh hingga diperoleh kadar MLSS sekitar 6000 ppm. Gambar-5 berikut menunjukkan pengaruh laju alir terhadap kadar COD efluen.



Gambar 5. Grafik kadar COD efluen rata2 vs laju alir influen.

Tabel 2. Data BOD unit load

No.	Laju alir influen (ml/jam)	Beban BOD (kg BOD/m ³ .hari)	Kriteria desain (kg BOD/m ³ .hari)
1.	3.960	2,7	0,8 - 2,5
2.	1.080	0,74	
3.	720	0,49	
4.	1.260	0,86	

Kriteria beban BOD pada metode lumpur aktif sekitar 0,8-2,5 kg BOD/ m³.hari. Untuk laju alir 720 ml/jam, beban BOD di bawah kriteria dengan kadar COD relatif juga rendah. Hal ini karena kadar BOD relatif rendah, sehingga mikroorganismenya relatif mudah mendegradasi parameter zat atau bahan pencemar dalam limbah cair. Untuk laju alir 3.960 ml/jam didapat beban BOD di atas kriteria, tetapi kadar COD relatif rendah. Hal ini menunjukkan untuk laju alir 3.960 mg/L memiliki waktu tinggal sekitar 7 jam, masih memenuhi kriteria pengolahan biologi.

Tabel 3. Data BOD *influent* dan *effluent*

BOD (mg/l)		Penurunan BOD (%)
<i>Influent</i>	<i>Effluent</i>	
720	355	51

Di Tabel 3, hasil pengolahan secara biologi diperoleh kadar BOD efluen sekitar 355 mg/L atau terjadi penurunan sebesar 51 %. Lumpur yang dihasilkan dari *clarifier* dilakukan analisis kadar air dan nilai kalor.

Analisa kadar air dilakukan secara gravimetri dan nilai kalor memakai *Bom Calorimeter*. Hasil analisis didapat nilai kadar air sebesar 9 % dan kalor sebesar 2592 J/kg. Lumpur yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar, karena mengandung sejumlah tertentu karbon aktif. Selain itu, lumpur tersebut dapat digunakan untuk pupuk organik apabila setelah dianalisis lumpur tersebut *tidak* mengandung logam berat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan :

1. Pengolahan biologi metode lumpur aktif menggunakan nutrisi *BioActive* dapat menurunkan kadar COD sekitar 32-63 % dengan kadar *BioActive* optimum 2.000 ppm.
2. Laju alir influen optimum 720 ml/ jam dari range 720-3960 ml/jam dan penurunan kadar COD efluen rata2 sebesar 63 %.
3. Penurunan kadar BOD dengan nutrisi *BioActive* sebesar 51 %.
4. Lumpur yang dihasilkan dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar

Saran

1. Perlu analisis BOD dilakukan setiap run untuk mengetahui efisiensi penurunan BOD.
2. Pada tahap *seeding*, perlu analisis COD *influen* untuk menentukan komposisi nutrisi yang ditambahkan.
3. Perlu analisis kadar MLVSS untuk mengetahui waktu tahap *seeding* telah selesai.
4. Pada tahap aklimatisasi perlu analisis kadar MLVSS untuk mengetahui tahap perkembangan mikroorganisme
5. Perlu dilakukan penambahan kadar *BioActive* untuk mempercepat pertumbuhan mikroorganisme .
6. Pada percobaan utama, sebaiknya perlu ditentukan waktu tinggal untuk mendapatkan laju alir optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiastuti, Herawati.2007. *Jobsheet Praktikum Pengelolaan Limbah Industri*. POLBAN:Bandung.
- Citra, Cristiana dan Herawati,1999, *PenggunaanLumpur Aktif sebagai Sumber Degradasi Limbah Kanji Tekstil*, Polban, Bandung.
- Christopher cs.,1987, *Enviromental Bio-Technology*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Droste, Ronald L, *Theory and Practice of Water & Wastewater Treatment* JohnWiley&Sons,. New York:
- Eckenfelder, 1989 *Industrial Water Pollution Control*, Mc.Graw Hill.
- Jemai, 1999, *Japan Environmental Management Association for Industry*.
- Howard H. Guyer, 1998, *Preserving the Legacy, Industrial Processes and Waste Stream Management*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Isam M., Abdel W.H.M., Donald R., 1996, *Modeling Methods for Enviromental Engineers*, Lewis Publishers, Tokyo
- Metcalf & Eddy , 1991, *Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Singapore
- Mogen cs.,1997,*Wastewater Treatment, Biological and Chemical Process*, Second Education, Springer
- Nagahama Victory. 2001. *Metode Lumpur Aktif pada Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil*. Bandung.
- Setiadi, Tjandra dkk.2003. *Pengelolaan Limbah Industri* . ITB : Bandung.
- Sven Eric J., *Studies in Enviromental Science-5, Industrial Wastewater Management*, Elseiver Scientific Publishing, Company, New York, 1979
- William W. Nazaroff and Lisa Alvarez A-C, 2001, *Enviromental Engg. Engineering Science*, John Wiley and Sons Inc.
- William W. Nazaroff and Lisa Alvarez A-C., 2001, *Enviromental Eng Science*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Yuwono, Rudi dan Endro Adinugroho. 2006. *Buku Pegangan Manajer pengendalian Pencemaran Air. BPLH Jawa Barat* : Bandung.