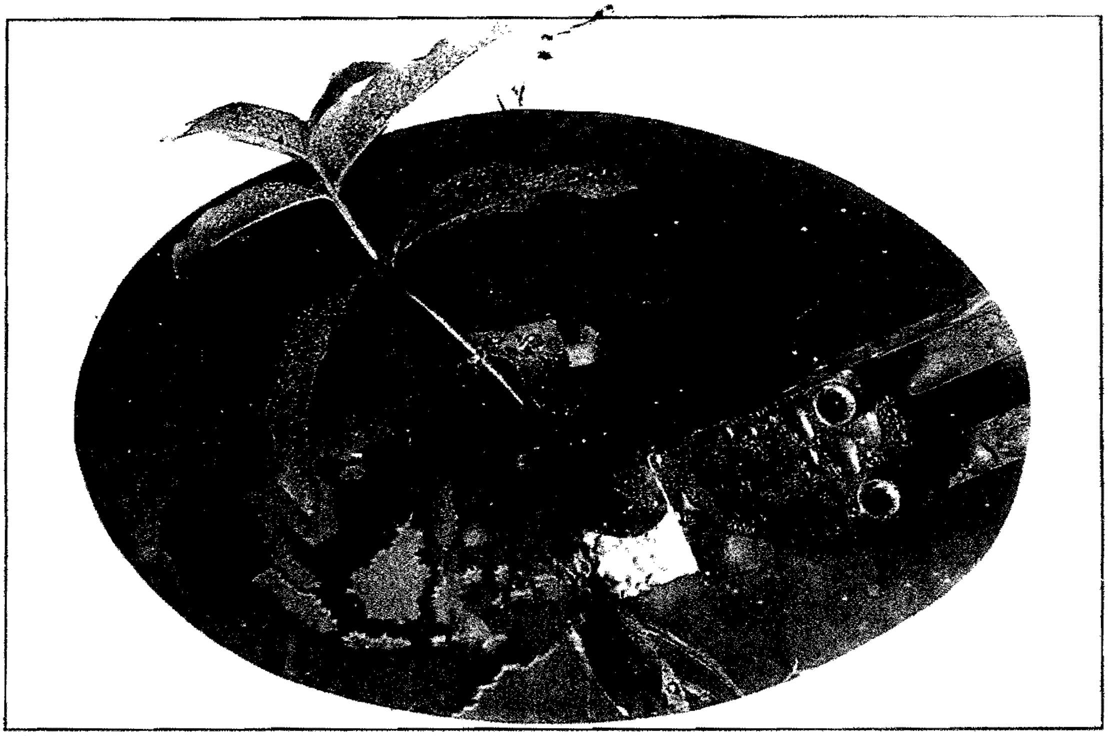
Volume 8, Nomor 1, April 1998 ISSN: 0917-8376

INOVASI

科学技術情報交換誌

Media Komunikasi Sains dan Teknologi

PPI Jepang



在日インドネシア留学生協会

THE INDONESIAN STUDENT ASSOCIATION IN JAPAN

INOVASI
Media komunikasi dan tukarmenukar informasi sains dan Teknologi antar pelajar Indonesia di Jepang

Pelindung:
Duta Besar RI untuk Jepang
Wisber Loeis

Penasehat:
Kepala Bidang Pendidikan dan Kebudayaan,
Kedutaan Besar RI di Jepang
Winnetow Nowawi

Penanggung Jawab:
Ketua Umum PPI Jepang
Witjaksono

Dewan Redaksi:
Dadang (ketua)
Y. Aris Purwanto
Budi Kurniawan
Anwar Usman

Editor
Kukuh Setiawan
Y. Aris Purwanto
Dadang
Kaseno
Sutopo

Diterbitkan oleh:
Persatuan Pelajar Indonesia di Jepang

Alamat Redaksi:
Dadang
156 Tokyo, Setagayaku,
Sakuragaoka 3-20-8,
Yukiwaso 108,
Telp. 03-5477-5285

Disain gambar cover :
Kaseno&A. Yudiarto

Dari Meja Redaksi

Kembali majalah ilmiah INOVASI yang dikelola oleh PPI Jepang hadir di antara kita semua. Majalah INOVASI edisi ini merupakan terbitan awal kepengurusan PPI Jepang periode 1997/1999 yang mana pada kesempatan ini pula kami hadirkan sambutan ketua umum PPI Jepang, Sdr. Witjaksono.

Sebenarnya menurut rencana, dewan redaksi, akan menerbitkan majalah INOVASI pada bulan Desember 1997, namun karena masih ada satu nomor yang belum diterbitkan oleh rekan-rekan pengelola yang lama, maka kami baru bisa terbit pada bulan April ini.

Pada edisi ini menyajikan tiga belas makalah yang materinya cukup beragam seperti kehutanan, perlindungan tanaman, bioteknologi, dan ekonomi. Seperti telah kami sampaikan sebelumnya bahwa makalah yang diterima redaksi sedapat mungkin akan diedit oleh rekan-rekan yang sebidang. Redaksi telah mencari rekan-rekan yang mau meluangkan waktu untuk membantu redaksi dalam editing dan untuk itu diucapkan terimakasih.

Tentunya dalam penerbitan edisi ini masih terdapat kekurangan disana-sini, untuk itu segala saran dan pendapat yang ditujukan untuk perbaikan majalah ilmiah INOVASI ini amat kami harapkan. Akhirnya kepada para penulis kami ucapkan terimakasih atas kesediaannya untuk mengisi majalah INOVASI ini dan kepada rekan-rekan yang lainnya kami menunggu partisipasinya. Lancarnya penerbitan majalah INOVASI amat ditentukan oleh karya tulis yang masuk ke meja redaksi. Teimakasih

Redaksi

DAFTAR ISI

INOVASI diterbitkan sebagai sarana untuk menuangkan aspirasi, berdiskusi dan tukar menukar informasi sains dan teknologi antar anggota PPI Jepang.
Redaksi mengundang segenap anggota PPI untuk berpartisipasi dengan mengirimkan tulisan-tulisan ilmiah baik hasil eksperimen, opini, ulasan, resensi buku atau bentuk tulisan ilmiah lainnya.

INOVASI Volume 8, Nomor 1, April 1998 ISSN : 0917-8376

Metoda Pengolahan Gas Buangan Industri Secara Biologi

Mohamad Yani

Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Kampus IPB, Darmaga, PO.Box 243,Bogor 16002,Indonesia

Perkembangan kegiatan industri berkaitan dengan perkembangan masyarakat. Bagi sejumlah industri yang menghasilkan polusi, khususnya gas-gas berbau dan berbahaya, sudah selayaknya mengambil tindakan nyata untuk mengantisipasi keluhan masyarakat sekitarnya dan sekaligus mematuhi peraturan gas buangan. Pemilihan metoda pengolahan gas-gas buangan perlu memperhatikan metoda yang layak, murah, dan effisien. Metoda penghilangan gas-gas secara biologi menjadi semakin populer seperti bioscrubber, trickling filter dan biofilter, karena memiliki banyak keuntungan terutama biaya investasi dan pemeliharaan yang rendah, operasi stabil pada jangka waktu yang lama, dan tidak menimbulkan polusi baru dibandingkan dengan metoda fisik-kimia seperti penyerapan dengan bahan padat atau cair, dan pembakaran.

[**Key words** : gas buangan, arang aktif, biofilter, scrubber, trickling filter]

1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini buangan gas industri menjadi masalah penting, mengingat masyarakat mulai merasakan polusi dan menginginkan lingkungan perumahan yang bersih dan bebas polusi. Keluhan tentang bau busuk atau amis telah dilontarkan oleh sejumlah penduduk disekitar beberapa industri. Permasalahan ini menjadi timbul, karena beberapa keunggulan strategi pemilihan lokasi, pertumbuhan lokasi pemukiman dan industri berkembang sedemikan rupa sehingga menjadi saling berdekatan satu dengan lainnya. Para buruh atau pekerja ingin sedekat mungkin dengan lokasi industri dimana mereka bekerja, untuk menghemat biaya transpor. Perkembangan perekonomian di sekitar lokasi industri, mengundang masyakarat pendatang untuk mendapatkan lapangan kerja baru. Di lain pihak, Industri mudah mendapat tenaga kerja, yang mungkin relatif murah, dekat dengan daerah pemasaran atau konsumennya. Namun, bila kurang memperthatikan penanganan polusi yang ditimbulkan akibat kegiatan industrinya, hal ini akan menimbulkan keluhan dari masyarakat sekitarnya, dalam hal ini buangan gas-nya.

Sebenarnya gas-gas mudah sekali terencerkan di udara terbuka, namun dengan semakin dekatnya, jarak antara dareah pemukiman dan daerah industri, daerah pengenceran gas menjadi semakin sempit. Proses pengenceran gas-gas buangan industri di sekitar industri, belum mencapai konsentrasi yang cukup rendah dan langsung memasuki lokasi pemukiman. Karena daya penciuman orang terhadap bau-bauan tertentu adalah pada tingkat konsentrasi yang sangat rendah (part per milion = ppm bahkan part per bilion = ppb), konsekuensinya, walaupun pada konsentasi yang sangat rendah dari komponen bau tersebut mungkin dapat tercium, dan mungkin dalam waktu yang relatif lama pengumpulannya dapat menyebabkan sedikit gangguan, atau lebih jauh lagi mungkin membahayakan kesehatannya.

2. Sumber buangan gas industri

Banyak industri menghasilkan gas buangan yang berbau ataupun tidak dan mengandung senyawa organik maupun anorganik. Polutan gas ini dapat bersifat sintetis ataupun senyawa alami (Ottengraf, 1987). Komponen gas sintetis meliputi gas buangan berbau (wangi atau busuk) dari proses industri, misalnya :

perusahaan flavor sintetik
perusahaan cat dan zat warna
industri farmasi dan obat-obatan
industri pulp dan kertas, dsb.

Komponen berbau dari senyawa alami terutama dilepaskan oleh industri makanan, misalnya :

pabrik gula
perrusahan makanan kokoa dan coklat
indutri pengolahan susu dan daging
industri pengolahan ikan dan hasil laut
pengolahan kopi
industri bir, dsb.

3. Metoda pengolahan gas buangan secara fisik-kimia

Metoda pemurnian gas buangan secara fisik-kimia adalah berdasarkan pada perubahan phase gas diserap oleh phase gas lain, phase cair atau phase padat, sebagai berikut :

3.1. Metoda phase gas

Metoda ini sebenarnya bukan metoda penghilangan gas atau bau, akan tetapi menyamarkan bau (busuk) yang tidak disukai dengan memberikan bau yang enak atau lebih disukai.

3.2. Metoda phase cair

Gas buangan dialirkan dan dipertemukan dengan senyawa penyerap gas (adsorban) dalam phase cair, pada umumnya menggunakan air. Metoda ini sangat baik untuk gas-gas yang memiliki kelarutan yang tinggi terhadap zat cair (air). Adsorban yang sudah jenuh perlu dimurnikan kembali bila memungkinkan, dimanfaatkan untuk penggunaan lain atau dibuang.

3.3. Metoda phase padat

Pada proses ini, gas dialirkan dan dipertemukan dengan senyawa penyerap gas dalam bentuk padat. Molekul-molekul gas akan terserap, terkondensasi di permukaan adsorban, secara fisika maupun kimia. Arang aktif sudah banyak dikenal sebagai bahan penyerap bau yang relatif murah dan efektif. Arang aktif dalam bentuk butiran (granular activated carbon, GAC) sudah banyak dipergunakan sebagai bahan penyerap bau dan warna. Arang aktif dalam bentuk serat (activated carbon fiber, ACF) memiliki daya serap yang lebih besar dibandingkan dengan GAC.

Daya serap ACF type FN-300GF-15 terhadap ammonia gas adalah 0.72g-NH_3/kg-dry ACF (Yani, et al. 1988a). Sedangkan daya serap ACF-1300 terhadap senyawa organik yang mudah menguap (volatile organic cabon, VOC) seperti alkohol, aseton dan tetra-hidrofuran adalah 0.44g-VOC/kg-dry ACF (Lin, et.al, 1995). Daya serap secara fisik-kimia ini hanya berlangsung dalam waktu yang relatif singkat sebelum mencapai titik jenuh. ACF atau GAC yang telah jenuh ini perlu dipanaskan pada suhu diatas 100°C untuk melepaskan gas-gas tersebut (regenerasi) dan kemudian dapat digunakan kembali. Dengan demikian polutan gas ini tidak dihilangkan, tetapi diubah menjadi bentuk lain, dan mungkin akan tetap menimbulkan polusi.

3.4. Pembakaran

Senyawa gas-gas organik dapat pula langsung dibakar dan menghasilkan karbon dioksida dan air pada tingkat suhu yang cukup. Akan tetapi metoda ini memerlukan biaya energi yang cukup besar, sehingga banyak dihindari.

4. Metoda biologi dan kombinasi

Penghilangan gas-gas secara fisik-kimia memiliki keterbatasan bila bahan penyerap gas (adsorban) jenuh maka harus segera diganti. Zat penyerap yang telah jenuh sering kali sulit untuk diregenerasikan, sehingga tidak dapat digunakan lagi. Kelemahan ini, dapat diatasi dengan memanfaatkan aktivitas mikroba. Pertama, gas-gas buangan diserap oleh bahan pengisi tertentu, kemudian dioksidasi dan diuraikan atau digunakan sebagai sumber energi bagi mikroba. Mikroba memerlukan kondisi tertentu untuk hidup. Kebutuhan ini harus dipenuhi dengan menumbuhkannya dalam phase air atau medium tertentu Dengan demikian, senyawa gas yang akan diolah dan sejumlah oksigen, harus dialirkan dari phase gas ke dalam phase cair. Populasi mikroba dapat terdispersi secara bebas dalam phase cair, terimobilisasi pada suatu bahan pengepak atau bahan pengisi padat. Dengan demikian dapat dibedakan tiga metoda biologi sebagai berikut (Ottengraf, 1987) : (1). Bioscrubber, (2). Trickling filters, dan (3) Biofilter. Diagram dari ketiga metoda ini dapat dilihat pada gambar-gambar 1, 2, dan 3 dan teknologi prosesnya disarikan dibawah ini.

4.1. Bioscrubber

Seperti yang terlihat pada Gambar 1, penampakan bioscrubber terdiri dari dua bagian, yaitu tank penyemprotan dan lumpur aktif. Proses penghilangan gas dengan metoda ini terdiri dari dua bagian penting, sebagai berikut :

(a). Penyerapan gas yang masuk dalam tank penyemprotan.

Komponen gas yang mudah larut dalam air dialirkan dan masuk ke dalam tank, dimana gas akan bertemu (kontak) dengan cairan yang disemprotkan. Pada kondisi setimbang, laju penghilangan dari komponen gas yang mudah diuraikan secara biologi (biodegradable) sebanding dengan laju pindah massa. Dengan mengikuti hukum Henry, dimana laju kelarutan gas-gas sebanding dengan tekanan gas dan jumlah gas yang larut, maka konsentrasi gas dalam phase cair sebaiknya sekecil mungkin agar jumlah gas yang dapat dilarutan menjadi lebih banyak.

(a). Regenerasi lumpur aktif dan sirkulasinya. Gas yang terlarutkan akan dioksidasi dan diuraikan oleh mikroba dalam lumpur aktif. Konsentrasi lumpur aktif ini biasanya sekitar 5 - 8g/L untuk mempertahankan jumlah mikroba dan sirkulasinya. Bila terlalu kental, harus dikeluarkan atau diencerkan dengan air.

4.2. Trickling filter

Proses penghilangan gas dengan metoda trickling filter bisa dilihat pada Gambar 2. Suatu trickling filter terdiri dari kolum yang berisi bahan pengepakan (berukuran 5-10cm) yang tersusun cukup rapat dan memiliki luas permukaan kontak yang rendah. Air yang mengandung senyawa penting yang dibutuhkan oleh mikroba disemprotkan dari atas kolum pngepakan dan akan menyebar melalui permukaan butiran bahan pengepak. Cairan mengalir ke bawah melalui lapisan tipis, yang menutupi butiran bahan pengepak dan membasahi lapisan tersebut. Buangan gas dialirkan dari bawah ke kolum pengepakan dan bertemu dengan aliran air secara berlawanan untuk meningkatkan kelarutan dari komponen gas yang akan dihilangkan. Selanjutnya, komponen tersebut terlarut dalam air dan masuk ke dalam biofilm untuk dioksidasi dan diuraikan oleh mikroba. Lumpur aktif yang berisi mikroba dapat diendapkan dan disirkulasikan lagi

4.3. Biofilter

Diagram biofilter diperlihatkan pada Gambar 3. Suatu biofilter mengandung bahan penyaring berupa kompos, peat (gambut), kulit kayu (bark), tanah, arang aktif, dan sebagainya dimana mikroba terjerat (terimmobilisasi) di dalamnya dengan membentuk lapisan tipis (biofilm atau biolayer). Gas-gas dilewatkan melalui biofilter, target komponen gas akan terlarut atau terserap ke dalam lapisan biolayer ini, selanjutnya dioksidasi dan diuraikan oleh mikroba. Pada umumnya, bahan pengisi alami cukup mengandung sejumlah nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba, sehingga penambahan nutrisi dan mineral tidak diperlukan. Namun demikian, pemakaian biofilter dalam waktu relatif lama (3 bulan lebih) perlu ditambahkan sejumlah nutrisi tertentu, untuk mempertahankan kelangsungan hidup mikroba tersebut.

Biofilter telah banyak digunakan (populer) di negara-negara eropa (Belanda, Jerman), Amerika dan Jepang, karena efektif untuk mengolah gas-gas buangan industri dengan volume yang besar namun konsentrasi polutan yang rendah. Selain itu, dibandingkan dengan metoda fisik-kimia, biaya investasi dan operasionalnya rendah, stabil pada penggunaan dalam waktu yang relatif lama dan memiliki daya penguraian/ pengolahan yang tinggi (Andrew and Noah, 1995, Tang, et al., 1996)..

Bila kita bandingkan dengan bioscrubber atau trickling filter, biofilter hanya memerlukan energi yang rendah untuk mengalirkan gas. Resirkulasi air dan nutrient pada bioscrubber dan trickling filter relatif memerlukan energi yang cukup besar dibandingkan dengan perpindahan gas pada biofilter.

Penghilangan gas ammonia dengan biofilter menggunakan bahan pengisi organik, peat (Yani, et al, 1998b) atau inorganik, seperti ACF (Yani, et al., 1988a) yang diberi lumpur aktif dalam skala laboratorium, memperlihatkan ratio penghilangan gas ammonia sekitar 95% dalam waktu 3 bulan dan tanpa memerlukan penambahan nutrisi.

5. Kesimpulan

Keluhan bau atau polusi udara yang disebabkan oleh gas buangan dari industri semakin sering dikeluhakan masyarakat, sehingga peraturan gas-gas buangan lebih dtingkatkan. Industri sudah selayaknya mengatisipasi buangan gas-nya untuk diolah sedemikian rupa dengan metoda yang murah dan efektif. Metoda pengolahan secara fisik-kimia, umumnya hanya mengubah gas-gas buangan dari phase gas dilarutkan dalam phase cair atau diserap oleh bahan padat, kurang efektif dilakukan karena perlu meregenerasikan kembali cairan atau padatan yang telah jenuh. Terlebih lagi, metoda pembakaran gas-gas yang memerlukan energi pembakaran yang cukup besar.

Metoda penghilangan gas-gas secara biologi menjadi semakin populer karena memiliki banyak keuntungan terutama biaya investasi dan pemeliharaan yang rendah, operasi stabil pada jangka waktu yang lama, dan tidak menimbulkan polusi baru dibandingkan dengan metoda fisik-kimia. Dari tiga metoda biologi, bioscrubber, trickling filter dan biofilter. Biofitler lebih banyak dipilih, karena hanya memerlukan biaya investasi dan operasi yang paling rendah, mudah penangannya, dan dapat beroperasi dalam waktu yang cukup lama.

6. Daftar bacaan

Alonso. C., Suidan, M.T., Sorial, G.A., Smith, L., Biswas, P., Smith, P.J., and Brenner, R.C. 1996. Gas treatment in tricke-bed biofitlers : biomass, how much is enough?. *Biotech. Bioeng.* 54(6) : 583-594.

Andrews, G.F. and Noah, K.S. 1995. Design of gas-treatment bioreactor. *Biotechnol. Prog.* 11:498-509.

Lin, S.H., Hsu, F.M., and Ho, H.J. 1995. Gas phase adsorption of VOC by GAC and activated carbon fiber. *Environ.Technol.* 16: 253-261.

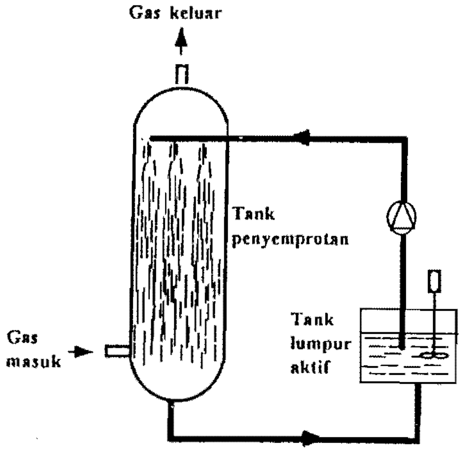
Ottengraf, S.P.P., 1987. Exhaust gas purification in Biotechnology 8 (eds. Rehm, H.J. and Reed, G.), VCH.

Shoda, M. 1991. Methods for the biological treatment of exhaust gases in biological degradation of wastes (ed. Martin, A.M.), Elsevier Science Pub.Ltd.

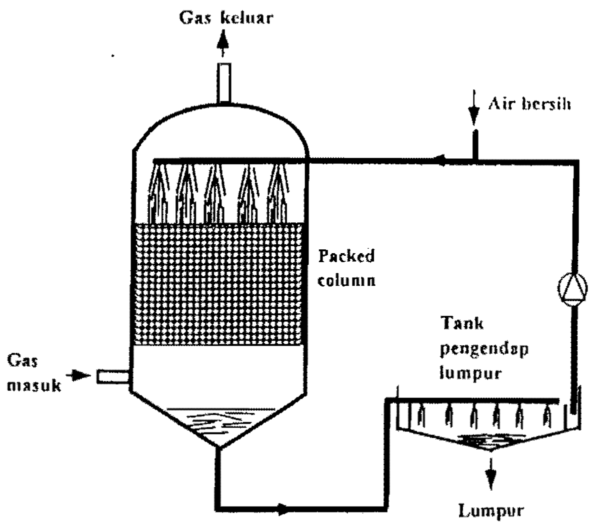
Tang, H.M., Hwang, S.J., and Hwang., S.C. 1996. Waste gas treatments in biofilters. *J. Air and Waste Manage. Assoc.* 46:349-354.

Yani, M., Hirai, M. and M. Shoda. 1998a. Ammonia removal characteristics by biofilter with activated carbon fiber as a carrier. *Environ.Technol.* (in press).

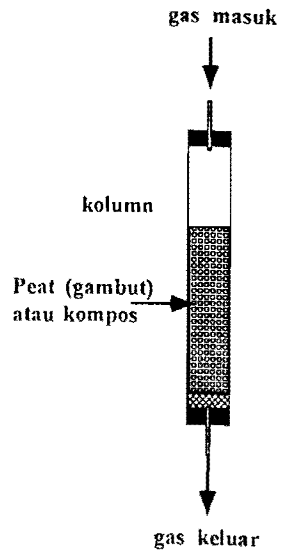
Yani, M., Hirai, M. and M. Shoda. 1998b. Removal Kinetics of ammonia by peat biofilter seeded with night soil sludge. *J. Ferment. Bioeng.* 85(5):(in press).



Gambar 1. Diagram bioscrubber



Gambar 2. Diagram trickling filter



Gambar 3. Diagram biofilter dengan bahan pengisi peat (gambut) atau kompos