

253

LAPORAN TEKNIS INTERN



KADAR EMISI DARI BERBAGAI JENIS INDUSTRI DENGAN SISTEM FERMENTASI

PERPUSTAKAAN 16.980.11.0125
 No. Induk : 0125/H/11
 Klasifikasi : 547.29
 Subjek : kw: Fermentation
 Harga :
 Pemb. / Had. / Tk : Entri ts 22/12/11
 Katalog : 26/10/11

Oleh:
ADI MULYANTO



**BALAI TEKNOLOGI LINGKUNGAN
 BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
 JAKARTA
 2010**

I. PENDAHULUAN

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa aktivitas manusia merupakan penyebab utama terjadinya perubahan iklim. Selain itu penambahan populasi penduduk dan pesatnya pertumbuhan teknologi dan industri ternyata juga memberikan kontribusi besar pada penambahan GRK. Akibat jenis aktivitas yang berbedabeda, maka GRK yang dikontribusikan oleh setiap negara ke atmosfer pun porsinya berbeda-beda.

Di Indonesia sendiri GRK yang berasal dari aktivitas manusia dapat dibedakan atas beberapa hal, yaitu (1) kerusakan hutan termasuk perubahan tata guna lahan, (2) pemanfaatan energi fosil, (3) pertanian dan peternakan, serta (4) sampah.

Pemanfaatan energi secara berlebihan, terutama energi fosil, merupakan penyebab utama terjadinya perubahan iklim secara global. Hutan yang semakin rusak, baik karena kejadian alam maupun penebangan liar, juga menambah jumlah GRK yang dilepaskan ke atmosfer secara signifikan serta fungsi hutan sebagai penyerap emisi GRK.

Selain itu pertanian dan peternakan serta sampah berperan sebagai penyumbang GRK berupa gas metana (CH_4) yang ternyata memiliki potensi pemanasan global 21 kali lebih besar daripada gas karbondioksida (CO_2).

Menurut PP No 41 tahun 1999, berbagai jenis GRK yang dihasilkan oleh sektor industri yaitu Sulfur dioksida (SO_2), Karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO_2), Nitrogen dioksida (NO_2), Ozon (O_3), Hidro karbon (HC, PM 10, Partikel debu (PM 2,5), TSP (debu), dan Pb (Timah Hitam). Dalam tulisan ini akan dibahas tentang emisi yang dihasilkan oleh industri sistem fermentasi.

Pengertian Fermentasi

Fermentasi memiliki banyak kegunaan yang penting dalam industri. Meskipun kata *fermentasi* dapat memiliki definisi yang lebih ketat, ketika berbicara tentang hal itu dalam **industri fermentasi** lebih longgar mengacu pada pemecahan zat-zat organik dan perakitan kembali menjadi zat lain. Budaya fermenter kapasitas industri sering mengacu pada beroksigen tinggi dan kondisi pertumbuhan aerobik, sedangkan fermentasi dalam konteks biokimia adalah proses anaerobik yang ketat (Whitaker dan Hall, 1997).

Industri Sistem Fermentasi meliputi :

1. Industri fermentasi makanan Industri berbasis fermentasi telah lama digunakan untuk pembuatan makanan, lebih dari 6.000 tahun yang lalu, seperti membuat

roti, anggur, keju, dadih, idli, dosa, tempe, tape dll. Sistem fermentasi dikembangkan jauh sebelum manusia memiliki pengetahuan tentang keberadaan mikroorganisme yang terlibat. Selain itu, fermentasi adalah insentif ekonomi yang kuat untuk semi-negara industri, dalam kesediaan mereka untuk memproduksi bio-etanol.

2. Industri Kimia, Farmasi dan industri berbasis bioteknologi

Ada 5 kelompok utama fermentasi komersial penting yaitu:

1. Mikroba sel atau biomassa sebagai produk, misalnya protein sel tunggal, ragi, *Lactobacillus*, *E coli*, dll
2. Mikroba enzim: katalase, amilase, protease, pectinase, glukosa isomerase, selulase, hemicellulase, lipase, laktase, streptokinase, dll
3. Mikroba metabolit:
4. Primer metabolit - etanol, asam sitrat, asam glutamat, lisin, vitamin, polisakarida dll
5. Metabolit sekunder: semua antibiotik fermentasi
6. Produk rekombinan: insulin, HBV, interferon, GCSF, streptokinase
7. Biotransformations: fenil asetil carbinol, steroid biotransformation, dll

3. Pembuangan sampah/limbah/kotoran ternak

Dalam proses pembuangan limbah, pembuangan kotoran dicerna oleh enzim yang dikeluarkan oleh bakteri. Bahan organik padat terurai menjadi bahan berbahaya, zat larut dan karbon dioksida. Cairan yang dihasilkan didesinfeksi untuk menghilangkan patogen sebelum dibuang ke sungai atau laut atau dapat digunakan sebagai pupuk cair. Fermentasi bahan padat, yang dikenal juga sebagai lumpur, dikeringkan dan digunakan sebagai pupuk. Gas oleh-produk seperti metana, dapat digunakan sebagai biogas untuk bahan bakar generator. Satu keuntungan dari bakteri pencernaan adalah bahwa sebagian besar dan mengurangi bau kotoran, sehingga mengurangi ruang yang diperlukan untuk dumping, di sisi lain, kelemahan utama bakteri pencernaan dalam pembuangan kotoran adalah bahwa proses yang sangat lambat. Gas metana yang dihasilkan oleh kotoran ternak jika tidak digunakan akan menyumbang emisi GRK.

Sumber Nutrisi untuk Industri Fermentasi

Media pertumbuhan yang diperlukan untuk industri fermentasi, karena setiap mikroba membutuhkan air, (oksigen), sumber energi, sumber karbon, sumber nitrogen dan mikro untuk pertumbuhan.

Karbon & sumber energi sumber nitrogen + + O₂ + persyaratan lain → Biomassa + Produk + sampingan + CO₂ + H₂O + panas

Nutrisi	Bahan baku
Karbon	
<u>Glukosa</u>	jagung gula, pati, selulosa
<u>Sukrosa</u>	tebu, gula bit molasses
<u>gliserol</u>	
<u>Pati</u>	
<u>Maltodextrine</u>	
<u>Laktosa</u>	susu
<u>lemak</u>	Minyak nabati
<u>Hidrokarbon</u>	fraksi minyak
Nitrogen	
<u>Protein</u>	kedelai makan, jagung curam minuman keras, Distillers 'solubles
<u>Amonia</u>	pure ammonia or ammonium salts amonia murni atau garam amonium urea urea
<u>Nitrat</u>	nitrat garam
<u>Sumber Fosfor</u>	garam fosfat
Vitamin dan faktor pertumbuhan	
	Ragi, Yeast extract
	Gandum makan, makan biji kapas
*	Beef ekstrak
	Jagung curam minuman

Keterangan:

Trace elemen: Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co

Agen Antifoaming: Ester, asam lemak, lemak, Silikon, sulphonates, polypropylene glycol

Buffer: kalsium karbonat, fosfat

Faktor pertumbuhan: Beberapa mikroorganisme tidak dapat mensintesis sel yang diperlukan komponen sendiri dan perlu ditambah, misalnya dengan tiamin, biotin, kalsium pentothenate

Prekursor: Langsung dimasukkan ke dalam produk yang diinginkan: Fenil etilamin ke Benzil penisilin, Fenil asam asetat ke Penisilin G

Inhibitor: Untuk mendapatkan produk tertentu: misalnya natrium barbital untuk rifamycin

Inducers: Sebagian besar enzim yang digunakan dalam industri fermentasi yang diinduksi dan disintesis dalam respons inducers: misalnya pati untuk amylases, maltosa untuk pollulanase, pektin untuk pectinase, minyak zaitun dan tween juga digunakan di kali.

Chelators: Chelators adalah bahan kimia yang digunakan untuk menghindari pengendapan ion logam. Chelators seperti EDTA, asam sitrat, polyphosphates digunakan dalam konsentrasi rendah.

II. HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

Contoh Jenis Industri Fermentasi

1. Industri Bioetanol

Salah satu contoh industri fermentasi adalah industri bioethanol. Bioetanol adalah alkohol yang berasal dari bahan baku tanaman. Untuk membuat alkohol dilakukan melalui proses fermentasi dari bahan baku tumbuhan yang mengandung karbohidrat tinggi, seperti singkong, ubi jalar, tebu, jagung, sagu, gandum, serta limbah pertanian seperti jerami.

Selama ini, alkohol selalu diasosiasikan dan diidentikkan dengan minuman keras (miras). Padahal fungsi alkohol itu sangat beragam. Secara umum bioethanol dapat digunakan sebagai bahan baku industri turunan alcohol, campuran untuk miras, bahan dasar industri farmasi, bahkan sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor.

Proses produksi bioethanol dapat dibagi menjadi 3 tahap yaitu gelatinasi, sakarifikasi, fermentasi. Dalam proses galatinasi bahan-bahan yang mengandung pati-patian dihancurkan dan dicampur air sehingga menjadi bubur, yang diperkirakan mengandung pati 27-30%. Hasil gelatinasi ditambahkan sand untuk proses sakarifikasi dan selanjutnya difermentasikan dengan menggunakan yeast *saccharomyzes*, *seraviseze*. Sedangkan proses fermentasi untuk mengubah glukosa menjadi alkohol dengan menggunakan yeast. Alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi biasanya masih mengandung gas gas antara lain CO₂ yang mencapai 35% volume sehingga untuk mendapatkan bioethanol yang berkualitas baik, bioethanol tersebut harus dibersihkan dari gas CO₂. Proses pembersihan CO₂ dilakukan dengan menyaring bioethanol yang terikat oleh CO₂. Kadar bioethanol yang dihasilkan dari proses fermentasi mempunyai kemurnian sekitar 20-40% dan belum dapat dikategorikan sebagai fuel based etanol. Agar dapat mencapai kemurnian diatas 95%, maka biothenol hasil fermentasi harus melalui proses destilasi, yaitu proses

penguapan yang memisahkan ethanol dengan cairan sehingga didapat ethanol berkonsentrasi tinggi yaitu 95%. Untuk mendapatkan kadar ethanol 95% digunakan teknologi azeotropic distillation, yaitu dengan pemurnian kadar kapur (CaCO_3) atau memakai membrane yang disebut teknologi molecular sieve.

CO_2 yang dihasilkan dalam proses fermentasi etanol tersebut, dihasilkan dari dua sumber yaitu fermentor dan sistem boiler. CO_2 dari boiler yang dapat digunakan untuk proses destilasi, sedangkan CO_2 dari fermentor dilepas sebagai gas buang. Tetapi jika hasil proses pembakaran dalam pembuatan bioetanol dilepas, maka akan menjadi penyebab terjadinya emisi.

2. Industri Asam Asetat

Emisi gas yang terjadi selama fermentasi asam asetat merupakan komponen utama dari gas buang. Volatilities senyawa ini telah diukur untuk mempelajari penguapan mereka. VOC emisi yang dihitung untuk memproduksi siklus fermentasi cuka dengan berbagai konsentrasi asam asetat akhir. Mereka dapat mencapai $16,5 \text{ gm}^{-3} \text{ h}^{-1}$ pada awal produksi 140 gl cuka yang mengandung asam asetat $^{-1}$ akhir. Hasil yang sekarang menunjukkan dengan jelas bahwa atmosfer ini kerugian yang bertanggung jawab dari penurunan dalam etanol / asam asetat hasil konversi. Kerugian tergantung pada etanol dan asam asetat konsentrasi dalam media fermentasi, dan mewakili hingga 2,1% dari akhir asam asetat diproduksi secara teoritis. Sisa etanol konsentrasi, mutlak diperlukan untuk mempertahankan viability sel, juga memberikan kontribusi terhadap penurunan hasil konversi.

3. Industri Amoniak

Berkembang terutama sebagai akibat dari peternakan intensif dan aplikasi pupuk. Industri amonia menghasilkan emisi terutama hasil dari pembuatan amoniak (NH_3). N -mengandung pupuk dan soda, serta dari batubara (Starmans and Van der Hoek, 2007). Amonia juga dapat dihasilkan selama proses biologis pertanian, limbah perkotaan dan industri NH_3 . Dapat menyebabkan beberapa dampak lingkungan yang negatif, yang disebabkan oleh bau dan sifat-sifat beracun NH_3 .

Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pengoperasian pabrik amoniak adalah karbon dioksida. Peralatan pabrik yang menjadi sumber timbulnya emisi adalah *carbon monoxide shift converter*, *carbon dioxide removal* dan *methanator*. Jumlah emisi yang dihasilkan bergantung pada jumlah konsumsi gas alam serta

kandungan karbonnya. Faktor-faktor emisi tersebut sangat bervariasi dari negara ke negara, yang besarnya antara 1,5 hingga 1,65 ton karbon dioksida per ton produk amoniaknya (Wiwoho, 2001).

4. Industri Peternakan

Menurut Laporan Perserikatan Bangsa Bangsa tentang peternakan dan lingkungan yang diterbitkan pada tahun 2006 mengungkapkan bahwa, "industri peternakan adalah penghasil emisi gas rumah kaca yang terbesar (18%), jumlah ini lebih banyak dari gabungan emisi gas rumah kaca seluruh transportasi di seluruh dunia (13%). " Hampir seperlima (20 persen) dari emisi karbon berasal dari peternakan. Jumlah ini melampaui jumlah emisi gabungan yang berasal dari semua kendaraan di dunia.

Sektor peternakan telah menyumbang 9 persen karbon dioksida, 37 persen gas metana (mempunyai efek pemanasan 72 kali lebih kuat dari CO₂ dalam jangka 20 tahun, dan 23 kali dalam jangka 100 tahun), serta 65 persen dinitrogen oksida (mempunyai efek pemanasan 296 kali lebih kuat dari CO₂). Peternakan juga menimbulkan 64 persen amonia yang dihasilkan karena campur tangan manusia sehingga mengakibatkan hujan asam (Schutyser, 2003).

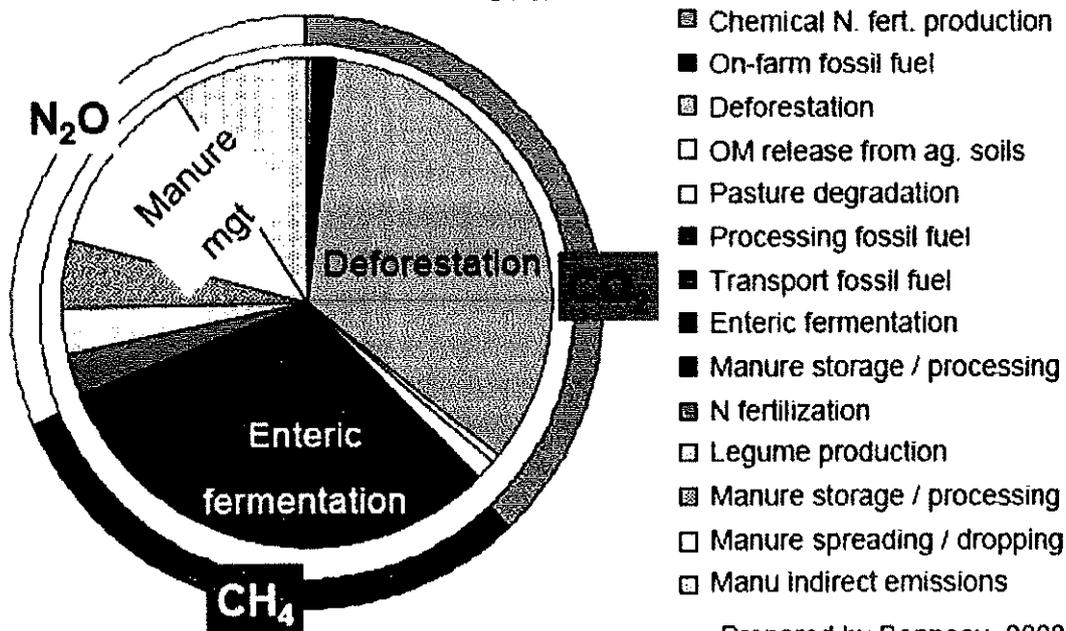
Sektor peternakan yang menyumbang emisi gas rumah kaca. Berikut garis besarnya menurut FAO:

1. Emisi karbon dari pembuatan pakan ternak
 - a. Penggunaan bahan bakar fosil dalam pembuatan pupuk menyumbang 41 juta ton CO₂ setiap tahunnya
 - b. Penggunaan bahan bakar fosil di peternakan menyumbang 90 juta ton CO₂ per tahunnya (misal diesel atau LPG)
 - c. Alih fungsi lahan yang digunakan untuk peternakan menyumbang 2,4 milyar ton CO₂ per tahunnya, termasuk di sini lahan yang diubah untuk merumput ternak, lahan yang diubah untuk menanam kacang kedelai sebagai makanan ternak, atau pembukaan hutan untuk lahan peternakan
 - d. Karbon yang terlepas dari pengolahan tanah pertanian untuk pakan ternak (misal jagung, gandum, atau kacang kedelai) dapat mencapai 28 juta CO₂ per tahunnya. Perlu Anda ketahui, setidaknya 80% panen kacang kedelai dan 50% panen jagung di dunia digunakan sebagai makanan ternak.⁷

- e. Karbon yang terlepas dari padang rumput karena terkikis menjadi gurun menyumbang 100 juta ton CO₂ per tahunnya
2. Emisi karbon dari sistem pencernaan hewan
 - a. Metana yang dilepaskan dalam proses pencernaan hewan dapat mencapai 86 juta ton per tahunnya.
 - b. Metana yang terlepas dari pupuk kotoran hewan dapat mencapai 18 juta ton per tahunnya.
 3. Emisi karbon dari pengolahan dan pengangkutan daging hewan ternak ke konsumen
 - a. Emisi CO₂ dari pengolahan daging dapat mencapai puluhan juta ton per tahun.
 - b. Emisi CO₂ dari pengangkutan produk hewan ternak dapat mencapai lebih dari 0,8 juta ton per tahun.

Dari uraian di atas dapat melihat besaran sumbangan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari tiap komponen sektor peternakan. Secara diagramatik dapat digambarkan sebagai berikut.

Relative Greenhouse Gas Contributions Along the Food Chain



Prepared by Bonneau, 2008

III. KESIMPULAN

Beberapa industri yang berbasis sistem fermentasi dalam kategori ini adalah bioetanol, amoniak, asam asetat dan industri peternakan menghasilkan gas buang terutama yang berupa CO₂, NH₃, CH₄. Emisi gas rumah kaca sebagian besar berasal dari kegiatan dunia industri terutama sekali industri dengan yang menggunakan bahan bakar untuk sistem pembakaran. Proses produksi dalam industri sistem fermentasi juga tidak lepas dari sistem pembakaran untuk sistem boiler, dengan demikian perlu diperhitungkan emisi yang dihasilkan oleh sistem pembakaran tersebut.

IV. REFERENSI

- Bonneau, 2008. Contribution livestock sector to *GHG* emissions (Source: FAO, 2006).
- Pochat-Bohatier and Ghommidh, C. 1999. Environmental Technology, Volume 20, Issue 9 September 1999.
- Schutyser, MAI, 2003, Solid state fermentation, PhD Thesis, Wageningen UR.
- Starmans, AJ and Van Der Houl, KW. (2007). Ammonia – The case of the Netherlands.
- Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007. Bahan Bakar Nabati. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Whitaker, A. and Hall, SJ. 1997. Principles of fermentation technology by Stansbury, PF.
- Wiwoho, Dj. 2001. Emisi Gas Rumah kaca Pabrik Amoniak. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.3, No.5, (Agustus 2001), hal. 110-115 Humas-BPPT. http://walkingonthemoon.multiply.com/journal/item/2/APA_PENYEBAB_PERUBAHAN_IKLIM.