

## KAJIAN TINGKAT PENCEMARAN UDARA OLEH GAS NH<sub>3</sub> DAN H<sub>2</sub>S PADA PROSES PENGOMPOSAN SECARA AEROB

**Yohanes Setiyo**

Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

---

### ABSTRACT

---

This research objective was to know the level polutan of NH<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S from aerobic composting process. Modified Briski method was use to identification NH<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S. Pada metode Briski *et al.* (2003) tidak ada pengukuran gas NH<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S. Both polutan were colect at solvent BaCl<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 N along one week, than the level of concentration at air were identified by chromatography method.

The level concentration of NH<sub>3</sub> at the air was 0.092 ppm to 0.25 ppm, and the level polutan of H<sub>2</sub>S to the air was 0.3 ppm to 1.1 ppm. Both polutan were below from standard of SNI.

*Keyword* : polutan, indentification, aerobic composting

---

*incineration* (Marchettini *et al.*, 2006; Modles *et al.*, 2006).

Permasalahan yang dihadapi dalam proses pengomposan secara open windrow adalah penurunan kerapatan masa bahan organik yang mengakibatkan penurunan laju difusi oksigen ke masa bahan organik. Menurunnya laju difusi oksigen diduga berakibat pada titik tertentu reaksi pengomposan menjadi anaerob, sehingga akan muncul bau akibat gas sulfida dan amonia.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi munculnya gas H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub> pada proses pengomposan secara aerob pada bejana sederhana.

### PENDAHULUAN

Keterlambatan penanganan sampah menimbulkan pencemaran udara, pencemaran air dan pencemaran tanah. Pencemaran udara diakibatkan oleh bau terutama gas NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>3</sub>S, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> S<sub>2</sub>, asam-asam alifatik serta CO (Rosenfeld dan Henry, 2000 dan Martin,1998). Pencemaran air dan pencemaran tanah diakibatkan oleh air lindi (Vesilind *et al.* 1994).

Sampah kota-kota besar di Indonesia rata-rata mengandung 79.5% bahan organik, 4.1% kertas, plastik 3.7%, kaca 2.3%, logam 2.7%, kayu 2.79%, kain 1.1%, karet 0.8% lain-lain 2.9% dari survei Dinas Penyehatan Lingkungan Tahun 1994. Menurut Furedy (1994) sampah dari kota-kota di Asia mengandung 60 – 90% bahan organik dan debu. Sampah organik berpotensi dikomposkan dengan skala kecil atau dengan skala lebih besar yang dipusatkan di satu kota. Pengomposan dapat menurunkan jumlah sampah yang harus ditangani.

Pengomposan secara aerob menggunakan metode *open windrow* sangat sederhana dan tidak memerlukan investasi yang besar. Hasil kompos dapat dijadikan pupuk organik, sedangkan bau akibat proses pengomposan dapat dikendalikan dengan ketercukupan oksigen untuk pengomposan. Kelebihan pengomposan secara aerob adalah mikroorganisme patogen akan mati pada fase termofilik. Pengomposan merupakan strategi manajemen limbah organik padat paling ramah lingkungan dibandingkan *sanitary landfill* dan

### METODE PENELITIAN

#### **Bahan dan Alat**

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sampah organik perkotaan yang berumur 1 hari, larutan BaCl<sub>2</sub> 0.1 N, larutan H<sub>2</sub>S 0.1 N, air, plastik, KOH padat. Sedangkan alat yang digunakan adalah bejana pengomposan dan GC.

#### **Prosedur Penelitian**

Percobaan pengomposan skala laboratorium untuk mendapatkan gambaran dinamika produksi gas H<sub>2</sub>S dan gas NH<sub>3</sub>, dan neraca massa .Proses pengomposan dilakukan pada kolom bahan organik padat yang diletakan pada suatu tabung vertikal terbuat dari ember plastik, percobaan ini merupakan modifikasi dari metode Briski *et al.* (2003) yang diterapkan untuk pengomposan limbah industri rokok. Modifikasi dilakukan pada cara pengukuran gas NH<sub>3</sub> dan gas H<sub>2</sub>S. Pada metode Briski *et al.* (2003) tidak ada pengukuran gas NH<sub>3</sub> dan gas H<sub>2</sub>S yang merupakan gas berbau utama yang mungkin ada pada pengomposan bahan organik padat secara aerobik (Rosenfeld dan Henry, 2000 dan Martin,1998).

Percobaan pengomposan skala laboratorium dilakukan 3 kali, percobaan dilakukan secara paralel pada bejana ember volume 60 liter. Sistem pemberian oksigen dengan udara yang dialirkan ke sampah yang dikomposkan akibat dorongan kipas lewat pipa pralon diameter 2 inchi. Udara yang mengandung uap air, gas CO<sub>2</sub>, gas NH<sub>3</sub> dan gas H<sub>2</sub>S

dilewatkan pipa plastik ukuran  $\frac{1}{2}$  cm dan uap air dikondensasi pada sistem pendinginan di bejana pengomposan.

### Prosedur Percobaan

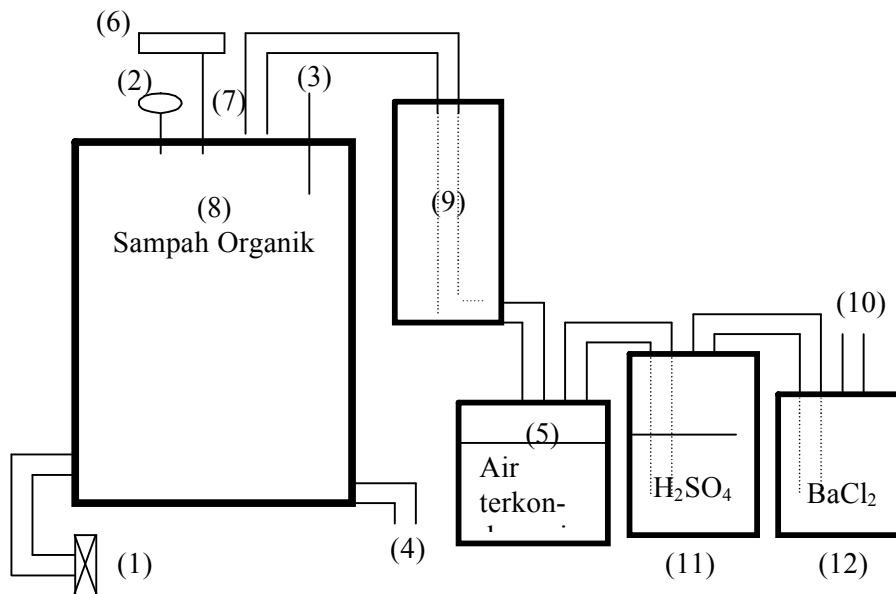
#### 1. Prosedur perhitungan laju produksi gas $NH_3$

- Gas  $NH_3$  hasil reaksi pengomposan diikat dengan larutan  $H_2SO_4$  0.1N. Penampungan gas selama satu minggu.
- Konsentrasi gas  $NH_3$  hasil pengomposan ( $C_{NH_3}$ ) diukur dengan spektrofotometer

berdasarkan  $NH_3$  yang tertangkap di larutan  $H_2SO_4$  0.1N.

#### 2. Prosedur perhitungan laju produksi gas $H_2S$

- Gas  $H_2S$  hasil reaksi pengomposan diikat dengan larutan  $BaCl_2$  0.1N. Penampungan gas selama satu minggu.
- Konsentrasi gas  $H_2S$  hasil pengomposan ( $C_{H_2S}$ ) diukur dengan spektrofotometer berdasarkan  $H_2S$  yang tertangkap di larutan  $BaCl_2$  0.1N.



Gambar 2 Metode pengomposan skal laboratorium

Keterangan gambar : (1) Kipas, (2) higrometer, (3) termometer, (4) air lindi keluar, (5) air terkondensasi, (6) Cosmotector untuk mengukur konsentrasi  $O_2$  dan  $CO_2$ , (7) udara keluar dari bioreaktor, (8) sampah, (9) sistem pendingin udara keluar, (10) udara keluar, (11) penangkap  $NH_3$ , dan (12) penangkap gas  $H_2S$

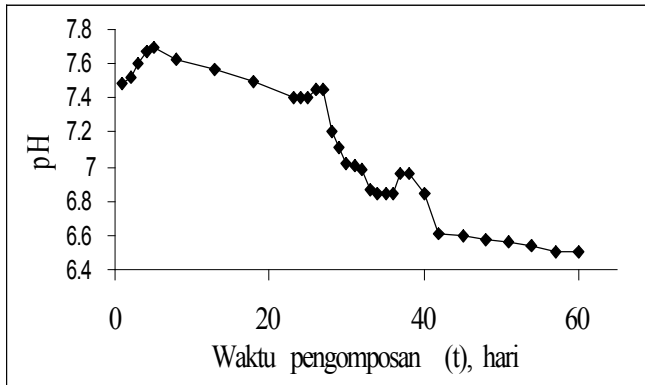
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat keasaman (pH) pengomposan antara 6.5 sampai 7.7 atau pada pH netral, hal ini juga dihasilkan pada penelitian McKinley *et al.* (1985); Nakamura *et al.* (1995), Nakasaki *et al.* (1987a); Raniwinati (1998) dan Sudiarjana (2003). Pada minggu pertama terjadi kenaikan pH dari pH awal sekitar 7.2 menjadi rata-rata sekitar 7.7, namun kemudian mengalami penurunan kembali sampai reaksi pada kondisi asam atau pH di bawah 7. Derajat keasaman terendah sekitar 6.5 dicapai pada minggu kedelapan. Reaksi pengomposan pada kondisi basa

dari hari pertama sampai hari ketigapuluhsatu, namun setelah itu reaksi kimia pengomposan pada kondisi asam.

Gambar 3 menampilkan pola perubahan pH selama proses pengomposan. Pada minggu pertama pH di atas 7 sifat massa yang dikomposkan cenderung basa, sehingga kelebihan ion  $OH^-$  akan mengakibatkan kehilangan ammonium dalam bentuk  $NH_3$  dan hidrosilasi beberapa unsur biologis seperti Cu dan Mn membentuk campuran karbonat yang sulit terurai (Martin, 1998). Pada pH di bawah 7, sifat massa yang dikomposkan cenderung asam, sehingga

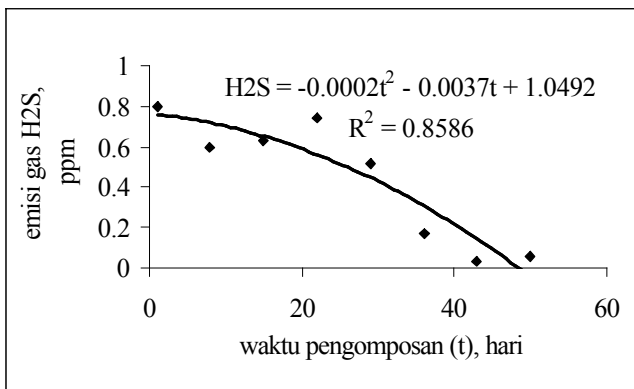
kelebihan ion H<sup>+</sup> dapat menyebabkan penguraian dan pelepasan ion Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> dari mikroorganisme, ion-ion metal dari mineral dan bahan organik (Martin, 1998)



Gambar 3 pH pengomposan

Kenaikan pH di minggu pertama, karena ada demineralisasi bahan organik terutama unsur mikro Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>. Kation-kation ini akan berikatan dengan asam-asam yang terbentuk selama proses pengomposan dan menyebabkan reaksi pengomposan pH naik. Selain itu ada pelepasan gas bau yang didominasi oleh H<sub>2</sub>S ke lingkungan yang bersifat asam.

Pelepasan ion gas S<sup>-</sup> pada proses pengomposan terutama saat pengadukan antara 0.3 ppm s/d 1.1 ppm, dan dinamika pelepasan ion gas S<sup>-</sup> pada proses pengomposan terutama saat tanpa pengadukan. persamaan matematik  $y = -0.0002t^2 - 0.0037t + 1.05$  adalah hubungan antara konsentrasi emisi gas NH<sub>3</sub><sup>-</sup> dengan waktu pengomposan secara, dengan r<sup>2</sup> = 0.86.

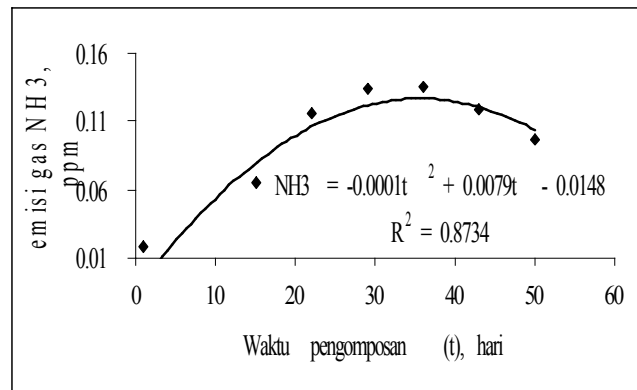


Gambar 4 Emisi gas H<sub>2</sub>S selama pegomposan sampah

Gas H<sub>2</sub>S yang terlepas saat tanpa pengadukan antara 0.028-0.8 ppm. Selisih gas H<sub>2</sub>S yang terlepas

saat tanpa pengadukan dan saat diaduk antara 0.28-0.3 ppm, hal ini menunjukkan bahwa saat tanpa pengadukan emisi gas H<sub>2</sub>S diuraikan oleh bakteri *Beggiatoa* menjadi sulfur dan air. Namun karena O<sub>2</sub> terbatas, gas H<sub>2</sub>S tidak dapat diurai secara sempurna dan masih ada emisi gas tersebut.

Pada minggu ketiga pH menurun diakibatkan karena aktivitas mikroba berkurang karena berkurangnya bahan makanan dan mikroba yang bertahan hanya mikroba yang benar-benar terseleksi karena suhu pengomposan pada fase thermophilik dan pada pH bersifat asam lemah. Penyebab lain adalah kation-kation yang dilepas berkurang, sedangkan asam yang terbentuk meningkat dan terjadi pelepasan gas NH<sub>3</sub> yang bersifat basa. Gas NH<sub>3</sub> yang dilepas terutama saat pengadukan pada proses pengomposan bervariasi dari 1.4 ppm s/d 2.3 ppm, dinamika pelepasan gas NH<sub>3</sub> saat tanpa pengadukan seperti Gambar 5.



Gambar 5 Emisi gas NH<sub>3</sub><sup>-</sup> selama pengompoan sampah

Hasil identifikasi pelepasan gas NH<sub>3</sub> saat tidak diaduk rata-rata 0.018 ppm s/d 0.135 ppm atau di bawah baku tingkat kebauan, sehingga secara indrawi pengomposan tidak menimbulkan bau. Hubungan antara konsentrasi emisi gas NH<sub>3</sub><sup>-</sup> dengan waktu pengomposan secara matematik  $NH_3 = -0.0001t^2 + 0.0079t - 0.0148$ , dengan nilai r<sup>2</sup> = 0.87.

Emisi gas NH<sub>3</sub> yang ke luar sistem pengomposan menunjukkan bahwa O<sub>2</sub> menjadi substrat pembatas, sehingga NH<sub>3</sub> tidak semuanya digunakan bersamaan dengan glukosa dan piruvat untuk menyusun sel mikroorganisme. Selisih emisi gas NH<sub>3</sub> saat pengomposan dilakukan pengadukan dan tanpa pengadukan antara 1.39-2.17 ppm menunjukkan bahwa, emisi gas NH<sub>3</sub> saat pengomposan tidak diaduk digunakan oleh mikroorganisme untuk menyusun selnya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil identifikasi bau pada proses pengomposan secara *aerob* lebih didominasi pelepasan S<sup>-</sup> dibandingkan dengan gas NH<sub>3</sub>. Tingkat polusi udara oleh kedua gas tersebut masih dibawah standar kebauan yang ditetapkan SNI.

### Saran

Masih diperlukan upaya penelitian pada ketinggian tumpukan berapa proses pengomposan secara aerob benar-benar terjadi secara sempurna, sehingga pencemaran udara oleh gas polutan tidak terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bach PD, Nakasaki K, Shoda M, and Kubota H. 1987. Thermal balance in composting operation. *J Fermentation Technology*. 65(2): 199 – 209.
- Briski F, Corgas N, Vukonic M, and Gomzi Z. 2003. Aerobic composting of tobacco industry solid waste-simulation of the process. *J. Clean Techn. Environ. Policy* 5: 295 - 301.
- Furedy C. 1994. Decentralized composting : An emergencing technique of solid waste management. *ASEP Newsleter* 10(1): 1-12.
- Marchettini n., Ridolfi R., and Rustici M. 2007. An environmental analysis for comparing waste management options and strategies. *J. Waste Management* 27: 562-571.
- McKinley, V.L., Vestal, J.R., and Eralp, A.E. 1985. Microbial activity in composting. *Biocycle*. 26, 47 – 50.
- Moldes A., Cendón Y., and Barral, MT. 2006. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. *Bioresource Technology*, Article in Press.
- Nakamura K, Ishikawa S, and Kawaharasaki M. 1995. Phosphate uptake and release activity in immobilized polyphosphate accumulating bacterium *Microtholunatus phosphovorus*. *J Fermentation and Bioengineering* 80(4): 377 – 382.
- Nakasaki K, Nakano Y, Akiyama T, Shoda M, and Kubota H. 1987a. Oxygen diffusion and microbial activity in the composting of dehydrated sewage sludge cake. *J Fermentation Technology* 65(1): 43-48.
- Rawiniwati W. 1998. Peran beberapa fungi selulolitik pada laju pengomposan limbah tanaman dan aplikasinya pada jagung. [Thesis]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor
- Rosenfeld, P.E., and Henry, C.L. 2000. Wood and ash control of odor from biosolids application. *J. Environ. Qual.* 29 :1662 – 1668.
- Sudiarjana IM. 2003. Isolasi dan karakteristik mikroorganisme asal sampah pasar dan isi rumen serta aplikasinya sebagai starter dalam pengomposan sampah. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Vesilind AP, Peirce JJ, dan Weiner RF. 1994. *Environmental engineering*. Butterworth-Heinemann Inc. Boston.