

PENGOMPOSAN DENGAN MENGGUNAKAN LUMPUR DARI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI KERTAS DAN SAMPAH DOMESTIK ORGANIK

Badrus Zaman, Ika Bagus Priyambada *)

Abstract

Waste water treatment of paper industry yield side product in the form of sludge which have generated problem because there is no continuation processing. Composting sludge which come from waste water processing differ from other composting organic solid waste, which generally in the form of dry substance. In this research used additional substance in the form of organic domestic solid waste, with variation sludge : domestic solid waste (kg/kg) successively 1 : 1, 1 : 4, 1 7, 3 : 2, and 5 : 3. Composting method is done by open windrow, where the compost heaped longly and let to be opened (aerob). Result of research indicate that to the overall of variation of compost really have fulfilled standard of good ripeness compost according to SNI 19-7030-2003 and also according to other ripe compost standard. Besides, all variation of compost have yielded ripe compost with characteristic fulfilling hara required by crop. Variation Compost 1 : 1 representing the best compost with C-Organic content 41,507 %, N-Total content 3,008 %, ratio C/N 13,80, moisture rate 44,03 %, P-Total content 1,085 %, K-Total content 4,183 %, final temperature 30,3° C and pH 7,98.

Keywords : Composting, Sludge, Waste, Open Windrow

Pendahuluan

Pendayagunaan sumber-sumber alam akan menghasilkan produk samping berupa limbah yang akan dibuang ke lingkungan. Salah satunya adalah berupa limbah yang berwujud cair yang sering disebut sebagai limbah cair. Pada proses produksi industri seringkali limbah cair hadir dalam jumlah cukup besar yang bila pembuangannya melampaui daya dukung lingkungan akan menyebabkan terjadinya pencemaran.

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu industri penghasil limbah padat terbesar, dengan kontribusi tertingginya berasal dari pengolahan limbah cair (berupa lumpur) yang kemudian dibuang ke TPA (Soetopo,1992). Pembuangan lumpur dengan cara ini tentu saja memerlukan lahan yang cukup luas karena tidak ada pengolahan lanjutan untuk timbulan lumpur di TPA sehingga volumenya akan bertambah besar. Selain itu juga diperlukan biaya transportasi yang cukup besar untuk mengangkut lumpur ke TPA.

PT. Pura Barutama merupakan salah satu industri penghasil kertas yang terdapat di Kabupaten Kudus yang telah menerapkan sistem pengolahan limbah cair tetapi permasalahan yang dihadapi adalah dihasilkan lumpur yang volumenya cukup besar dan tidak adanya pengelolaan lanjutan bagi lumpur tersebut.

Berdasarkan hal tersebut perlu diterapkan suatu pengolahan lumpur lanjutan yaitu dengan pemanfaatan lumpur sebagai bahan dasar kompos yang dicampurkan

dengan sampah domestik organik karena lumpur dari IPAL yang mengandung kadar air dan rasio karbon per nitrogen (rasio C/N) yang cukup tinggi sehingga tidak optimal untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku tunggal kompos.

Limbah Lumpur (Sludge)

Lumpur (*Sludge*) adalah hasil proses instalasi pengolahan air buangan yang biasanya terdapat dalam bentuk cairan, semi padat cair, berisi 0,25% – 12% bahan padat tergantung dari jenis proses dan operasi yang digunakan (Tchobanoglous, 1991). Sumber *sludge* pada instalasi pengolahan air buangan berbeda-beda menurut tipe instalasi dan metode operasinya. Lumpur dari pengolahan air limbah konvensional adalah berupa:

1. Lumpur yang berasal dari tangki pengendapan primer.
2. Lumpur biologis yang diproduksi selama proses pengolahan dari sarana pengendapan sekunder.
3. Lumpur yang memerlukan pembuangan akhir dari sarana pengolahan Lumpur (Sasongko, 1991).

Menurut Degremont (1991) komposisi lumpur tergantung dari kandungan alaminya dan cemaran dari air ataupun proses pengolahannya baik secara fisik, kimia maupun biologi. Lumpur dapat dikelompokkan berdasarkan komposisinya sebagai berikut :

- Lumpur organik hidrofilik
Sulit dikurangi kandungan airnya karena kehadiran koloid hidrofilik yang cukup besar. Semua tipe lumpur ini berasal dari pengolahan biologis limbah cair dimana kandungan *volatile solid*-nya sebanyak 90% dari kandungan *solid* total. Contoh lumpur dalam kategori ini adalah lumpur dari industri

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

agrikultural, industri kimia organik, dan juga lumpur dari industri tekstil.

- Lumpur anorganik hidrofilik
Banyak mengandung logam-hidroksida yang terbentuk dari proses fisika-kimia sebagai hasil presipitasi ion logam yang muncul pada air mentah (Al, Fe, Zn, Cr) ataupun karena penggunaan flokulan anorganik (garam ferri, garam aluminium).
- Lumpur Berminyak
Contoh sumber lumpur ini adalah dari *cold rolling mills*, dari pekerjaan teknis, dan dari *refinery*.
- Lumpur anorganik hidrofobik
Lumpur ini dicirikan dengan kehadiran partikulat-partikulat yang lebih besar dengan sejumlah kecil air yang tertahan (pasir, silt, ampas, garam kristal, dsb). Sumber lumpur ini adalah dari air sumur, air sungai, industri besi dan baja, industri pengecoran logam, industri pencucian batubara, dan *scrubbing* corong gas.
- Lumpur anorganik hidrofilik – hidrofobik
Lumpur ini terutama meliputi substansi hidrofobik, akan tetapi mengandung sejumlah penting senyawa hidrofilik sehingga jika lumpur dihilangkan kandungan airnya akan menimbulkan dampak negatif yang besar. Senyawa hidrofilik ini biasanya dalam bentuk logam hidroksida (koagulan). Sumber lumpur ini biasanya berasal dari sungai, dari industri kimia organik, dari limbah cair dengan penamabahan pewarna (dan *dyeing*), industri pengalengan, dll.
- Lumpur berserat
Lumpur jenis ini mudah dihilangkan kandungan airnya, kecuali jika *recovery* fiber secara intensif membuatnya hidrofilik karena kehadiran hidroksida ataupun lumpur biologi. Contoh sumber lumpur ini adalah dari *paper mills*, *pulp paper mills* dan *cardboard mills*.

Lumpur dapat diubah menjadi kompos ataupun campuran dalam pembuatan kompos karena mempunyai beberapa sifat yaitu :

- Mengandung unsur hara seperti N, P dan K. Pada umumnya dapat mengandung nitrogen sebesar 2% dan asam fosforik 1% (Sasongko, 1991). Dengan adanya unsur ini lumpur dapat memperkaya atau menambah unsur hara dalam hasil pengomposan.
- Banyak mengandung bakteri perombak. Hal ini berhubungan erat dengan waktu adaptasi mikroba terutama bakteri. Semakin banyak bakteri pada awal proses, fase adaptasi akan semakin singkat (Hadiwiyoto, 1983).
- Sebagian besar kandungan lumpur berupa cairan (Sasongko, 1991) sehingga pengomposan lumpur tidak diperlukan lagi penyiraman.

Sampah

Sampah organik adalah sampah yang terdiri dari bahan – bahan yang dihasilkan dari kegiatan pertanian, peternakan, perikanan, atau yang lainnya, yang dengan mudah diuraikan dalam proses alami. Juga, sampah rumah tangga sebagian besar merupakan sampah organik, termasuk sampah organik, misalnya sampah dari dapur, sisa tepung, sayuran, kulit buah dan daun (Tehobanoglous, 1993; Apriadji, 2002). Lebih lanjut dijelaskan oleh Apriadji (2002) bahwa sampah (*refuse*) dapat dikelompokkan dalam istilah teknik sebagai berikut :

- Sampah Lapuk (*garbage*) adalah sampah yang merupakan sisa pengolahan atau sisa-sisa makanan dari rumahtangga atau merupakan hasil sampingan kegiatan pasar bahan makanan, seperti pasar sayur-mayur. Contoh sampah lapuk adalah potongan sayuran yang merupakan sisa-sisa sortasi sayuran di pasar, makanan sisa, kulit pisang, daun pembungkus, dan sebagainya.
- Sampah tak lapuk dan sampah tak mudah lapuk (*rubbish*) adalah sampah yang benar-benar tidak akan lapuk secara alami, sekalipun telah memakan waktu bertahun-tahun. Contohnya adalah plastik, kaca, dan mika. Sedangkan sampah tak mudah lapuk adalah sampah yang sekalipun sulit lapuk akan tetapi masih dapat lapuk perlahan-lahan secara alami. Sampah ini masih dapat dipisahkan lagi sebagai sampah tak mudah lapuk yang dapat dibakar, seperti kertas dan kayu, dan sampah tak mudah lapuk yang tidak dapat dibakar seperti kaleng dan kawat.

Kompos

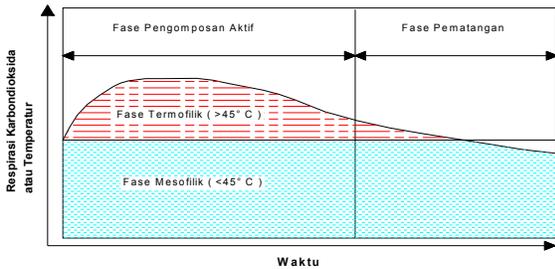
Dalam pengertian modern, pengomposan adalah proses penguraian limbah padat organik menjadi materi yang stabil oleh mikroorganisme dalam kondisi terkendali. Menurut pengertian tersebut limbah yang diuraikan adalah limbah padat organik yang berasal dari makhluk hidup menjadi materi yang relatif stabil seperti humus. Proses penguraian tersebut dilakukan oleh konsorsium mikroorganisme, jasad renik yang kasat mata.

Secara umum proses pengomposan bahan organik menurut Soetopo (1999) terbagi dalam 4 (empat) fase yaitu fase mesofilik, fase termofilik, fase pendinginan, dan fase pemasakan. Hubungan diantara ke-4 fase tersebut adalah :

- Pada awal proses pengomposan mikroba yang aktif adalah mikroba dari kelompok mesofilik. Tumpukan bahan yang akan dikomposkan mempunyai nilai pH $\pm 6,0$ dan temperatur $\pm 18 - 22^{\circ}\text{C}$ sesuai dengan kondisi bahan dan lingkungannya.

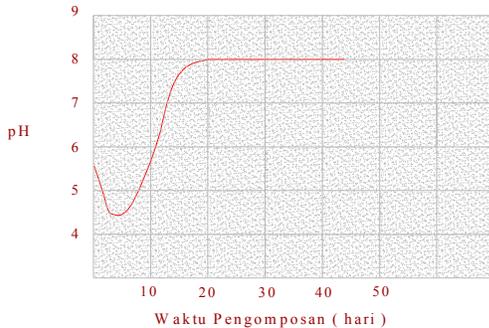
- Sejalan dengan adanya aktivitas mikroorganisme (terutama bakteri) di dalam tumpukan, maka temperatur akan naik. Pada kenaikan temperatur di atas 40°C, aktivitas bakteri mesofilik akan terhenti dan akan digantikan oleh kelompok jamur termofilik. Aktifitas jamur termofilik akan membentuk amoniak dan gas nitrogen, sehingga nilai pH akan berubah menjadi basa.
- Selama ada aktifitas mikroorganisme, temperatur tumpukan akan terus meningkat. Pada saat temperatur di atas 60°C, kelompok jamur termofilik akan mati dan selanjutnya kelompok bakteri dan *actinomyces* termofilik akan aktif mendegradasi.

Fase-fase perubahan temperatur selama proses pengomposan tersebut digambarkan oleh Wahyono *dkk* (2003), sebagai berikut :



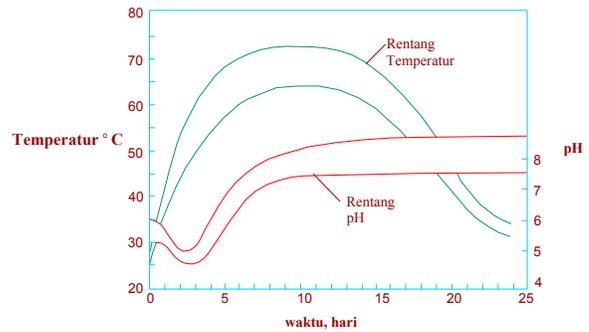
Gambar 1. Fase Proses Pengomposan
Sumber: Wahyono *dkk* (2003)

Sedangkan Perubahan pH dapat digambarkan sebagai berikut :



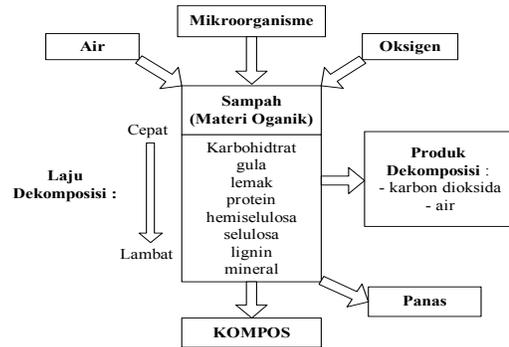
Gambar 2. Proses Perubahan pH dalam Pengomposan
Sumber : Mantell (1975), dalam Widadi (2001)

Perubahan temperatur dan pH selama proses pengomposan dapat ditampilkan dengan grafik berikut



Gambar 3. Kurva Perubahan pH vs Temperatur Selama Proses Pengomposan
Sumber : Tchobanoglous (1993)

Keberhasilan pengomposan dipengaruhi oleh faktor jenis dan kondisi bahan yang dikomposkan, kehadiran mikroorganisme pengurai, dan faktor-faktor lingkungan. Jenis bahan yang dikomposkan adalah bahan organik dengan ukuran ± 75 mm agar kontak dengan mikroba optimal dan sebaiknya mempunyai rasio karbon per nitrogen 30 – 50 (Tchobanoglous, 1993; Wahyono *dkk*, 2003). Faktor-faktor tersebut dapat digambarkan dalam skema berikut ini :



Gambar 4. Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengomposan
Sumber : Wahyono *dkk*, 2003

Kehadiran mikroorganisme pengurai dalam tumpukan merupakan faktor penting untuk mendegradasi zat organik yang akan menurunkan rasio C/N hingga 10 – 20 (yang mendekati rasio C/N tanah yaitu 10 – 12). Faktor lingkungan pendukung kehidupan mikroba merupakan kunci keberhasilan proses pengomposan, antara lain pH 6 – 8,5, kelembaban 50 – 70% (optimal 55 – 60%), suhu 40 – 60°C dan suplai oksigen cukup. Evaluasi terhadap kualitas kompos matang sangat penting karena kompos yang tidak memenuhi syarat akan merusak tanaman.

Metodologi

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran lumpur sekunder IPAL Industri Kertas PT. Pura Barutama dan sampah organik domestik dengan perbandingan komposisi didapat dari hasil uji pendahuluan sebagai berikut:

1 : 1	15	15
1 : 4	6	24
1 : 7	3,8	26,2
3 : 2	18	12
5 : 5	18,75	11,25

Sumber : Data Primer, 2004

Tabel 1. Hasil Uji Pendahuluan Karakteristik Lumpur dan Sampah Domestik

No	Parameter	Lumpur	Sampah Domestik
1.	Kadar Air (%)	85	45
2.	Rasio C/N	147	40
3.	Nitrogen (%)	0,038	1
4.	Ph	7 – 8	7,28
5.	Temperatur (°C)	30	-

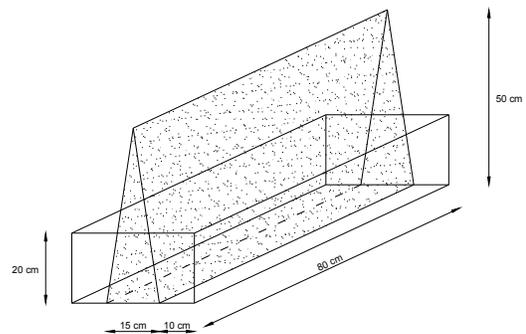
Sumber : Data Primer, 2004

Berdasarkan hasil tersebut maka disusun komposisi sebagai berikut :

Tabel 2. Bahan Dasar Kompos

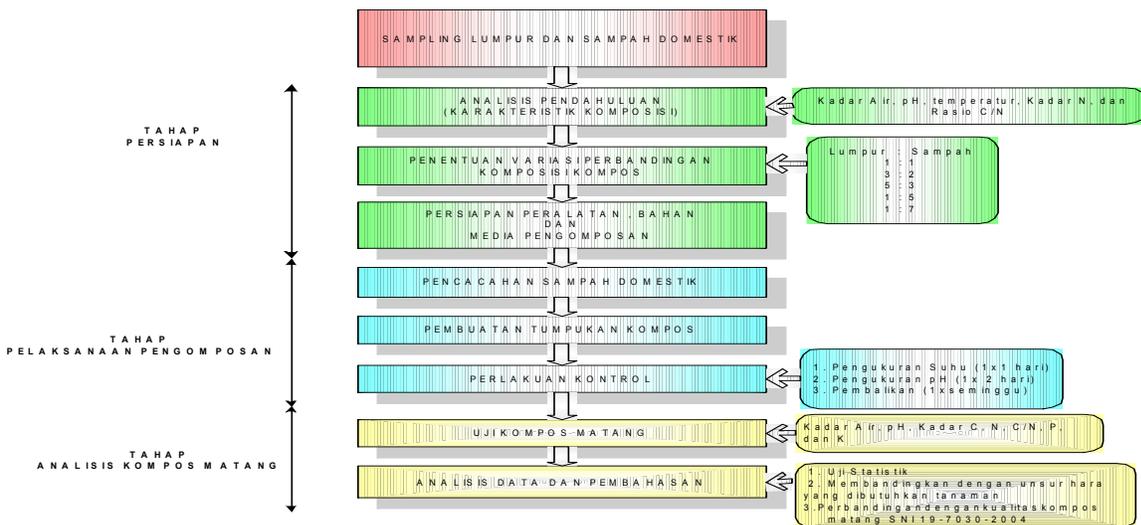
Lumpur : Sampah	Bahan Kompos (per tumpukan 30 kg)	
	Lumpur	Sampah Domestik

Pelaksanaan proses pengomposan berdasarkan metode open windrow dengan reaktor dibuat seperti gambar berikut :



Gambar 5. Reaktor Open Windrow

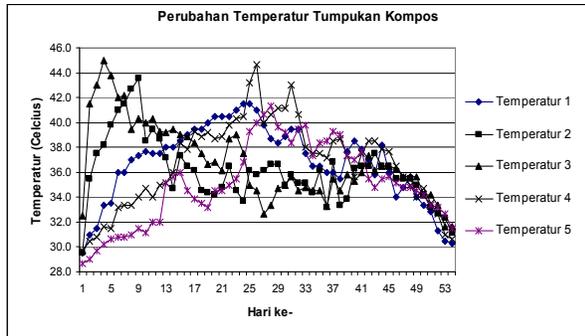
Tahapan penelitian secara keseluruhan adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Hasil pengukuran temperatur tumpukan selama pengomposan dapat ditampilkan dengan grafik berikut :



Gambar 7. Grafik Pengamatan Temperatur Harian
Sumber : Data Primer, 2004

Keterangan :

Temperatur 1 = variasi 1 : 1 Temperatur 2 = variasi 1 : 4
Temperatur 3 = variasi 1 : 7 Temperatur 4 = variasi 3 : 2
Temperatur 5 = variasi 5 : 3

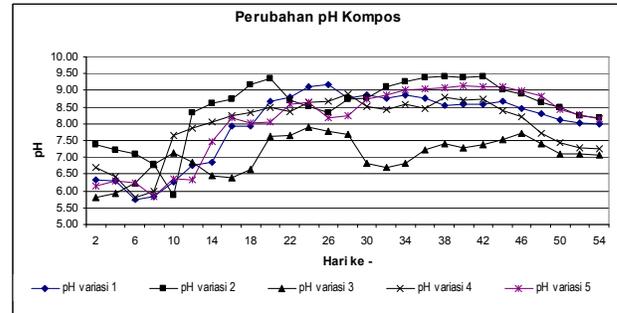
Seluruh tumpukan kompos menunjukkan pola perubahan temperatur yang sama yaitu pada tahap awal pengomposan temperatur meningkat karena adanya aktifitas bakteri mesofilik dan jamur mesofilik yang menghasilkan asam organik yang juga menyebabkan kompos menjadi asam. Pada saat temperatur terus meningkat maka aktivitas bakteri digantikan oleh bakteri termofilik, jamur termofilik dan aktinomisetes hingga mencapai temperatur puncak.

Bakteri termofilik ini bekerja menghasilkan amonia dan gas nitrogen yang akan menyebabkan pH kompos ikut naik. Jika temperatur maksimum sudah tercapai dan seluruh kehidupan di dalam tumpukan mati, maka temperatur akan turun kembali dan menuju ke tahap pematangan yang ditandai dengan temperatur yang mendekati temperatur ruangan dan cukup stabil.

Kondisi temperatur pada kompos 2 dan kompos 3 dimana sampah organik lebih besar dibandingkan lumpur, temperatur mengalami peningkatan yang sangat cepat pada minggu awal pengomposan. Hal ini dapat terjadi karena sampah domestik mengandung zat organik yang melimpah dan mudah terdegradasi oleh mikroorganisme yang ada tanpa memerlukan adaptasi yang lama (sampah domestik ditambahkan sebagai inokulum mikroorganisme). Kondisi ini juga disebabkan oleh kelimpahan kandungan C-organik dalam tumpukan. Hal ini sesuai dengan pendapat Soetopo (1992) bahwa dalam suatu proses dekomposisi aerobik sebagian besar energi yang dihasilkan dari oksidasi karbon menjadi CO_2 dilepas dalam bentuk panas.

Tumpukan kompos 1, 4 dan 5 dengan jumlah lumpur yang lebih banyak temperatur puncaknya dicapai dalam waktu yang lama. Semakin banyak lumpur, semakin lama waktu yang diperlukan untuk terjadi peningkatan temperatur. Semua tumpukan kompos pada hari ke-54 temperaturnya memenuhi standar temperatur kompos matang menurut SNI No. 19-7030-2004 ($\pm 30^\circ C$) maupun menurut Wahyono, (2003).

Hasil pengukuran pH tumpukan selama pengomposan dapat ditampilkan pada grafik berikut:



Gambar 8. Grafik Pengamatan pH

Keterangan :

variasi 1 = variasi 1 : 1 variasi 2 = variasi 1 : 4
variasi 3 = variasi 1 : 7 variasi 4 = variasi 3 : 2
variasi 5 = variasi 5 : 3

Pada semua tumpukan kompos bila dilihat dari grafik diatas menunjukkan kecenderungan yang hampir sama dimana tahap awal pengomposan terjadi penurunan pH, kemudian pH berangsur-angsur naik ketika temperatur puncak dicapai dan turun kembali hingga mendekati netral pada akhir proses pengomposan.

Pada tumpukan kompos 1, 3, dan 4 perilaku perubahan pHnya cukup normal yaitu pH asam untuk hari awal pengomposan dan kemudian menjadi basa (\pm hari ke-20) dan selanjutnya pH turun hingga menjadi netral pada akhir pengomposan meskipun kenaikan pH untuk tumpukan 1 (variasi 1 : 1) tinggi yaitu 9,17.

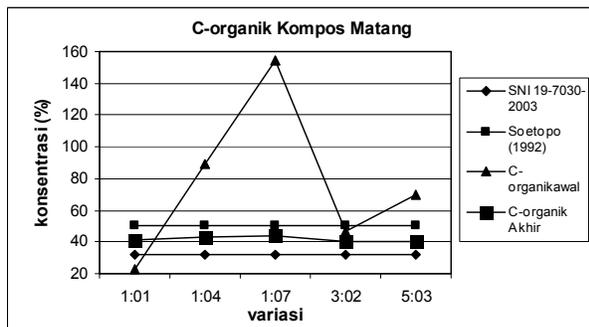
Kenaikan pH yang tinggi disebabkan adanya kandungan nitrogen yang besar. Nitrogen tersebut berasal dari kandungan asli lumpur dan proses dekomposisi oleh bakteri termofilik. Pada tumpukan 2 dan 5, sudah mengikuti kecenderungan perilaku perubahan pH yang sama dengan Mantell (1975), dalam Widadi (2001) tetapi terdapat sedikit penyimpangan pada minggu-minggu akhir proses pengomposan.

Tumpukan kompos 5 (variasi 5 : 3) kenaikan pH berlangsung cukup lama bahkan pH puncak tercapai pada hari ke-40. Pada tumpukan kompos 2 (variasi 1 : 4) pH tertinggi bersifat basa yaitu 9,34. Kedua hal tersebut menyebabkan pH akhir proses pengomposan sedikit

basa yaitu 8,15 pada tumpukan 5 dan 8,19 pada tumpukan 2. Penyimpangan ini dapat menyebabkan kondisi pertumbuhan mikroba menjadi terganggu.

Menurut SNI No.19-7030-2004 mengenai spesifikasi kompos dari sampah organik domestik pH kompos matang adalah 6,8 – 7,49, sedangkan menurut Soetopo, 1997, pH kompos matang adalah 6,5 – 7,5. Sehingga pada tumpukan kompos 1 (variasi 1 : 1), tumpukan kompos 2 (variasi 1 : 4), dan tumpukan kompos 5 (variasi 5 : 3) pH pada hari akhir pengomposan masih melebihi pH maksimum untuk kompos matang. Sedangkan pada tumpukan kompos 3 (variasi 1 : 7), dan tumpukan kompos 4 (variasi 3 : 2) sudah memenuhi persyaratan kompos matang yaitu < 7,5.

Kandungan C-organik bahan kompos pada akhir proses pengomposan dapat ditampilkan pada grafik berikut :



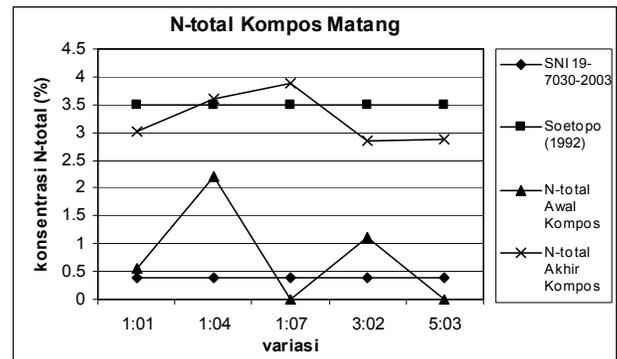
Gambar 9. Grafik Kandungan C-organik Kompos

Dari grafik di atas tampak konsentrasi C-organik menurun pada akhir pengomposan karena C-organik dipakai oleh mikroba sebagai sumber energi untuk menyusun bahan sel dan merubah C-organik menjadi CO₂ dan H₂O untuk proses aerobik.

Pada tumpukan kompos 1, kandungan C-organiknya meningkat pada akhir proses pengomposan. Hal ini menunjukkan terjadinya penumpukan C-organik sederhana dalam tumpukan yang kemungkinan disebabkan tidak meratanya kandungan C-organik pada seluruh tumpukan (sampel yang diambil mengandung C-organik yang lebih tinggi) atau tidak terjadi proses degradasi C-organik yang signifikan oleh mikroorganisme.

Kandungan C-organik pada keseluruhan tumpukan kompos diatas masih memenuhi persyaratan kompos matang berdasarkan Soetopo (1992) yaitu 8 – 50 %. Sedangkan bila berdasarkan SNI No. 19-7030-2004 C-organiknya melebihi standar kompos matang yaitu 9,3 – 32 %.

Kandungan N-total pada proses pengomposan dapat ditampilkan dengan grafik berikut:

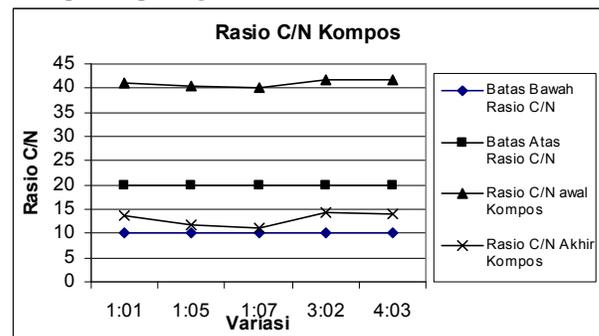


Gambar 10. Grafik N-total Kompos

Pada keseluruhan tumpukan kompos terjadi penambahan kandungan N-total dalam tumpukan selama proses pengomposan. Proses perubahan nitrogen dalam pengomposan terjadi karena adanya proses dekomposisi oleh mikroorganisme menghasilkan amonia dan nitrogen yang berlebihan dan terperangkap didalam tumpukan kompos. Selain itu pada fase pendinginan menuju fase pematangan bakteri nitrifikasi mengubah timbunan amonia menjadi nitrat sehingga konsentrasi nitrogen meningkat dalam tumpukan kompos.

Adanya lumpur limbah dalam tumpukan akan memberikan kontribusi penambahan unsur N yang signifikan yang berasal dari proses pengolahan limbah cair pada pengolahan biologis yang menggunakan penambahan urea dan TSP sehingga akan meningkatkan kandungan nitrogen dalam lumpurnya. Kandungan N-total pada tumpukan kompos memenuhi persyaratan kompos matang menurut Soetopo (1992) yaitu 0.4 – 3.5 % kecuali untuk tumpukan kompos 2 dan 3 maupun menurut SNI No. 19-7030-2004 yaitu ≤ 0.4.

Rasio C/N pada akhir proses pengimposan dapat ditampilkan pada grafik berikut:

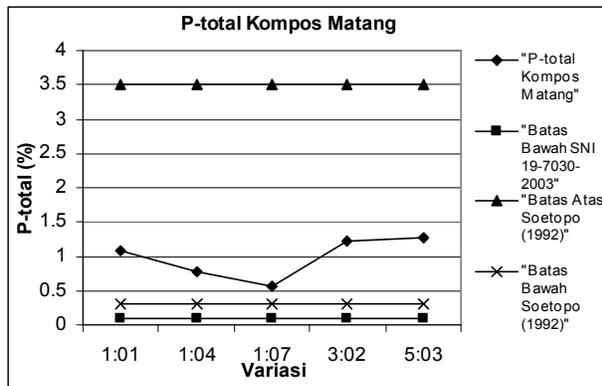


Gambar 11. Grafik Rasio C/N Kompos

Keseluruhan tumpukan pada akhir pengomposan terjadi pengurangan rasio C/N dari bahan dasar awal kompos. Hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroba yang mengonsumsi C-organik dan mengubahnya menjadi CO₂ dan H₂O. Sedangkan konsentrasi nitrogen cenderung bertambah dengan diubahnya senyawa amonia menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi.

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai rasio C/N pada tumpukan kompos matang memenuhi persyaratan baik menurut Soetopo (1992) maupun SNI No. 19-7030-2004 yaitu 10 – 20.

Konsentrasi P-total kompos matang dapat ditampilkan dengan grafik berikut :

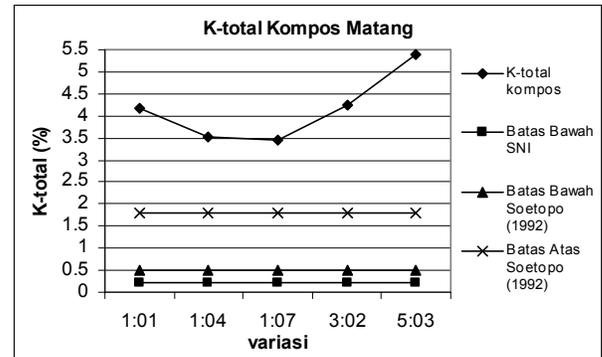


Gambar 12. Grafik P-total Kompos

Kandungan nitrogen yang ada dalam bahan kompos biasanya akan diikuti dengan munculnya kandungan fosfor dan kalium. Kandungan lumpur yang tinggi seperti kompos 1, 4 dan 5 cenderung mempunyai kandungan P-total yang lebih tinggi dibandingkan dengan kompos 2 dan 3 yang mempunyai kandungan lumpur yang lebih rendah.

Kandungan fosfor dalam lumpur disebabkan oleh penambahan pupuk TSP selama proses pengolahan biologis limbah cair. Kandungan P-total pada keseluruhan tumpukan kompos memenuhi persyaratan kompos matang menurut Soetopo (1992) yaitu 0.3 – 3.5 % dan menurut SNI No.19-7030-2004 ≤ 0.1%.

Konsentrasi K-total dalam kompos matang dapat ditampilkan pada grafik berikut:



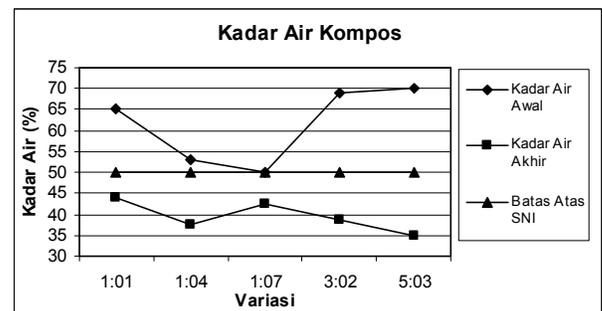
Gambar 13. Grafik K-total Kompos

Konsentrasi K-total yang paling tinggi pada tumpukan kompos 5 dengan variasi 5 : 3, yaitu dengan kandungan lumpur dalam tumpukan sebesar 18,75 kg dan kandungan sampah domestik sebesar 11,25 kg. Sedangkan nilai kandungan K-total yang paling rendah dicapai tumpukan kompos 3 dengan variasi 1 : 7 dimana kandungan lumpur dalam komposnya sebesar 3,8 kg dan kandungan sampah domestik sebesar 26,2 kg.

Seperti kandungan N-total dan P-total, kandungan, K-total yang besar pada tumpukan kompos 5, sebagian besar juga diperoleh dari kandungan kalium lumpur asli. Sehingga ketika perbandingan lumpur semakin besar dibandingkan dengan sampah domestik maka kandungan kaliumnya akan semakin besar sehingga terdapat hubungan yang berbanding lurus antara kandungan lumpur dalam kompos dengan nilai kandungan K-totalnya

Kandungan K-total pada keseluruhan tumpukan kompos melebihi persyaratan kompos matang menurut Soetopo (1992) 0.5 – 1.8 % dan menurut SNI No. 19-7030-2004 kandungan K-total kompos matang ≤ 0.2%. Konsentrasi K-total yang berlebihan tidak membahayakan bagi tanaman karena kalium berfungsi sebagai pembantu fotosintesis tanaman.

Kadar Air dalam kompos matang dapat ditampilkan dengan grafik berikut:



Gambar 14. Grafik Kadar Air Kompos

Berdasarkan grafik tampak bahwa secara umum kadar air kompos matang jauh menurun dibandingkan dengan kandungan air pada kompos sebelum proses pengomposan. Setelah proses pengomposan (masing-masing tumpukan mendapat perlakuan yang sama yaitu pembalikan kompos 10 hari sekali) kadar air kompos tidak menunjukkan pola yang nyata berdasarkan kandungan lumpur maupun sampah domestik. Kadar air tertinggi terdapat pada kompos 1, disusul dengan kompos 3, kompos 5, kompos 2 dan kadar air terendah adalah kompos 4.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kandungan lumpur dan sampah organik tidak membawa pengaruh yang signifikan terhadap kadar air kompos. Adanya kadar air yang tersisa dalam kompos matang tersebut disebabkan terjadinya perubahan C-organik bahan kompos menjadi H₂O dan CO₂.

Wujud fisik kompos yang telah matang adalah mempunyai bau seperti tanah. Hal ini dibuktikan dengan mengenggam kompos kemudian didekatkan di hidung. Warna kompos akhir kehitaman dengan wujud yang berupa remah-remah. Berdasarkan ciri fisik tersebut maka kompos pada hari ke-54 sudah dikategorikan sebagai kompos matang (Wahyono, dkk 2003).

Berat akhir bahan yang dikomposkan mengalami penyusutan yang cukup signifikan seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. Reduksi Berat Bahan yang Dikomposkan

Variasi	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Reduksi Berat (%)
1 : 1	30000	2500	91.67
1 : 4	30000	2750	90.83
1 : 7	30000	4500	85.00
3 : 2	30000	3000	90.00
5 : 3	30000	5500	81.67

Reduksi berat bahan kompos awal keseluruhan cukup besar yaitu berkisar antara 80 – 90 % dimana reduksi yang terbesar pada tumpukan kompos 1 dengan variasi 1 : 1 (15 kg lumpur : 15 kg sampah domestik), dan reduksi bahan kompos yang terendah pada tumpukan kompos 5 dengan variasi 5 : 3 (18,75 kg lumpur : 11,25 kg sampah domestik). Reduksi berat tersebut sesuai dengan pendapat Wahyono dkk (2003) bahwa kompos yang telah matang mengalami reduksi berat lebih dari 65 % dari berat bahan dasar awal.

Kesimpulan

Perbandingan komposisi antara lumpur dan sampah domestik yang paling optimal berdasarkan parameter fisik-kimianya adalah kompos dengan perbandingan kandungan lumpur sebesar 15 kg dan sampah domestik 15 kg (1 : 1), dimana kandungan C-organiknya adalah 41,507 %, kandungan N-total 3,008 %, rasio C/N 13,80, kadar air 44,03 %, kandungan P-total 1,085 %, dan kandungan K-total 4,183 % tetapi jika tujuan pengomposan adalah untuk penyelesaian masalah timbulan sampah domestik, maka perbandingan komposisi yang optimal antara lumpur dengan sampah domestik dapat mempergunakan perbandingan 1 : 7 (kg/kg) Sebagian besar karakteristik kompos matang telah memenuhi standar kompos matang menurut SNI No. 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik, dan menurut Soetopo (1997), dan Wahyono (2003).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Ana Amalia atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik

Daftar Pustaka

1. Anonim. 2003. *Standar Nasional Indonesia 19-7030-2003: Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*. www.deptan.com.
2. Murbandono HS, L .1993. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya, Jakarta.
3. Setiaji .1998. *Karakteristik Limbah Padat Pabrik Kertas*. Balai Besar dan Pengembangan Industri Selulosa, Bandung.
4. Setyamidjaja, Djoehana .1986. *Pupuk dan Pemupukan* . CV. Suplex,; Jakarta.
5. Soetopo S, Rina.1992. *Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pulp dan Kertas Sebagai Kompos*”. Berita Selulosa No. 2 volume XXVIII . Balai Besar Selulosa,; Bandung.
6. Soetopo S, Rina.1999. *Pemanfaatan Limbah Padat untuk Kompos, Jamur dan Cacing*”. Pelatihan Production Supervisor dalam Implementasi Teknologi Lingkungan Lanjut pada Industri Pulp dan Kertas,; Bandung.
7. Sugiharto.1987. *Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta
8. Tchobanoglous, George.1993. *Integrated Solid Waste Management*. McGraw-Hill Book Co, Singapore.
9. Wahyono, Sri; Firman L. Sahwan; Feddy Suryanto.2003. *Mengolah Sampah Menjadi Kompos Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi: Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.

10. Warmadewanthi, I.D.A.A Dan Bieby Voijant T.,2001.*Penambahan Innovated Microorganism Fertilizer (IMF) dalam Proses Komposting Aerobic*. Jurnal Purifikasi No.6, Vol II, ITS Surabaya.