

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN PEMADATAN SERASAH DAUN DAN
SAMPAH KERTAS TERHADAP PROSES DEKOMPOSISI SERASAH DAUN
DENGAN AKTIVATOR KOTORAN KAMBING
(Studi Kasus : TPST Universitas Diponegoro)**

Annisa Selfia Nugraheni^{*)}, Endro Sutrisno^{)}, M. Arief Budihardjo^{**)}**
Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email: annisaselfia.nugraheni@gmail.com

Abstrak

[Pengaruh Variasi Komposisi dan Pemadatan Serasah Daun dan Sampah Kertas terhadap Proses Dekomposisi Serasah Daun dengan Aktivator Kotoran Kambing Studi Kasus: TPST Universitas Diponegoro]. Sampah menjadi suatu permasalahan umum suatu perkotaan termasuk dalam sektor institusi pendidikan kampus Universitas Diponegoro Kota Semarang. Meningkatnya jumlah mahasiswa dan keragaman aktivitas di tiap – tiap kampus mengakibatkan munculnya persoalan dalam upaya pelayanan, penampungan, dan pengelolaan sampah di TPST Universitas Diponegoro. Sayangnya fasilitas kegiatan pemilahan TPST Universitas Diponegoro hanya difokuskan pada pemilahan sampah yang bernilai ekonomi seperti sampah botol plastik dan sampah kertas kardus. Sementara sisa sampah yang lain dibiarkan tercampur seperti sampah serasah daun dan sampah kertas. Secara tidak langsung campuran sampah tersebut mengalami pemadatan akibat sampah datang tiap harinya. Dengan kondisi tersebut sampah serasah daun dan kertas berpotensi menghasilkan proses dekomposisi sampah secara maksimal dengan adanya penambahan aktivator kotoran kambing. Variasi komposisi yang digunakan dengan penelitian ini adalah perbandingan serasah daun : kertas dengan variasi 100%, 80%:20%, 70%:30%, Sedangkan variasi pemadatan yang digunakan adalah dengan pemadatan 0 kg/m³, 27,7 kg/m³ dan 34,72 kg/m³. Variasi komposisi dan pemadatan tersebut kemudian dilakukan analisis terhadap parameter proses dekomposisi yaitu suhu, pH, kadar air, kadar C/N, dan reduksi volume. Proses dekomposisi ini diamati selama 30 hari. Dari hasil penelitian diperoleh tiap parameter mempunyai proses dekomposisi yang optimum. Parameter suhu optimum pada komposisi 80:20 dan pemadatan 0 kg/m³ (S4), pH dan kadar C/N optimum pada komposisi 100% dan pemadatan 27,7 kg/m³ (S2). Kadar air dan reduksi volume optimum pada komposisi 70:30 dan pemadatan 0kg/m³. Pada perbandingan antara aktivator (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9) dan tanpa aktivator (K1, K2, K3) memiliki selisih tiap parameter meliputi suhu (0-5⁰C), kadar air 10-15%, penurunan kadar C/N 17,45-36%, reduksi volume 6,01-10,69%. Reaktor S4 dengan komposisi 80:20 dan perlakuan tanpa pemadatan merupakan reaktor paling optimum diantara semua variasi.

Kata Kunci: Proses Dekomposisi, Variasi Komposisi dan Pemadatan , Sampah Serasah Daun dan Kertas

Abstract

[Effect of Composition and Compaction Variation of Leaf Litter and Paper Waste on Leaf Litter decomposition Process with Goat Dung Activator Case Study: TPST Universitas Diponegoro] Waste becomes a common problem of an urban sector including in the education institution of Universitas Diponegoro Kota Semarang. The increasing more students and the diversity of activities in each campus resulted in problems in service, shelter and waste management at TPST Universitas Diponegoro. Unfortunately, facility of TPST

Universitas Diponegoro is only focused on the segregation of waste of economic value such as plastic bottle waste and cardboard paper waste. While the rest of the waste is left mixed as leaf litter and paper waste. Indirectly the mixture of solid waste is compacted due to waste coming every day. With these conditions leaf litter and paper potentially produce the waste decomposition process optimally with the addition of activator. Variation of composition used with this research is leaf litter : paper with variation of 100%, 80%: 20%, 70%: 30%, While the compaction variation used is with the compaction 0 kg / m³, 27,7 kg / m³ and 34.72 kg / m³. Variations of composition and compaction were then analyzed to decomposition process parameters as temperature, pH, water content, C / N content, and volume reduction. This decomposition process was observed for 30 days. From the result of this research, each parameter has optimum decomposition process. The optimum temperature parameter on 80:20 composition and 0 kg / m³ compaction (S4), pH and C / N content is optimum at 100% composition and 27.7 kg / m³ compaction (S2). Water content and optimum volume reduction at composition 70:30 and compaction 0 kg / m³. In the comparison between the activators (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9) and without activators (K1, K2, K3) have the difference of each parameter include temperature (0-5⁰C), 10-15 %, Decrease of C / N level from 17,45 to 36%, volume reduction of 6.01-10.69%. S4 reactor with 80:20 composition and non-compaction treatment is the most optimum reactor among all variations.

Keywords: *Decomposition Process, Composition Variation and Compaction, Leaf Litter and Paper*

PENDAHULUAN

Sampah menjadi suatu permasalahan umum suatu perkotaan termasuk dalam sektor institusi pendidikan kampus Universitas Diponegoro Kota Semarang. Meningkatnya jumlah mahasiswa dan keragaman aktivitas di tiap – tiap kampus mengakibatkan munculnya persoalan dalam upaya pelayanan, penampungan, dan pengelolaan sampah. Pada tahun 2015, setiap harinya UNDIP menghasilkan sampah sebanyak 11,82 m³ dengan komposisi 43,68% sampah organik sebanyak 5,16 m³/hari dan 56,32% sampah anorganik sebanyak 6,66 m³/hari. Sehingga dalam 1 tahun, UNDIP dapat menghasilkan sampah sebanyak 4.307 m³.

Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Universitas Diponegoro merupakan sarana yang digunakan untuk menampung sampah. Sayangnya fasilitas kegiatan pemilahan TPST Universitas Diponegoro hanya difokuskan pada pemilahan sampah yang bernilai ekonomi seperti sampah botol plastik dan sampah kertas kardus. Hal ini dikarenakan

kurangnya lahan dan tenaga yang tersedia. Sementara sisa sampah yang lain dibiarkan tercampur seperti sampah serasah daun, sampah kertas, sampah plastik dan sampah ranting. Kondisi sampah yang tercampur menurut Darmasetiawan (2004) dapat menghambat proses dekomposisi. Hal tersebut dikarenakan sampah tercampur mengandung bahan – bahan berbahaya seperti obat – obatan kadaluarsa, bahan kimia, logam berat, dan sebagainya yang dapat memusnahkan jasad renik pengurai. Setiap harinya secara tidak langsung sampah terpadatkan dikarenakan timbunan sampah yang datang setiap harinya.

Menurut Anggarani (2015) komposisi sampah tertinggi di Universitas Diponegoro berupa sampah daun sejumlah 321,935kg/tahun (38,115%). Jumlah sampah daun lebih besar dibandingkan dengan sampah organik lainnya seperti sampah kertas sejumlah 208,508 kg/tahun (24,686%), sampah kayu 29,209 kg/tahun (3,458%) dan sampah sisa makanan sejumlah 172,945 kg/tahun (20,475%). Hal ini dikarenakan wilayah Universitas Diponegoro sebagian didominasi oleh lahan hijau.

Dengan tingginya komposisi daun yang berada di TPST berpotensi menghasilkan laju dekomposisi sampah secara maksimal dengan adanya penambahan aktivator. Daun yang merupakan sumber hara bagi tanah bila telah didekomposisi atau sudah berubah menjadi bahan organik sederhana seperti kompos (Sharma et al, 1997). Limbah daun secara umum tersusun atas *lignin, polifenol, karbon, fosfor, nitrogen* (Rindyastuti, 2010). Sedangkan kertas cetak dan karton berasal dari serat pulp kayu dan yang terutama terdiri dari *selulosa, hemiselulosa, lignin* (Wang, 2015). Sehingga diperlukan aktivator pengurai sampah campuran tersebut

Ternak ruminansia seperti kambing mempunyai sistem pencernaan khusus yang menggunakan mikroorganisme dalam sistem pencernaannya yang berfungsi untuk mencerna selulosa dan lignin dari rumput atau tumbuhan hijau lain yang memiliki serat yang tinggi. Karena itu kotoran kambing memiliki banyak kandungan mikroba yang ikut terbawa pada feses yang dihasilkan. Komposisi mikroba dari kotoran kambing spesies bakteri *Lactobacillus sp*, jamur, dan kelompok Bakteri *Selulitik*. Kandungan pada kotoran kambing menunjukkan bahwa bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos. Pada dasarnya pengomposan adalah dekomposisi dengan menggunakan aktivitas mikroba, oleh karena itu kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos tergantung pada keadaan dan jenis mikroba yang aktif selama proses pengomposan

Dengan merujuk pada kondisi TPST Universitas Diponegoro, sampah campuran berupa sampah daun serasah dan sampah kertas. Maka dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui laju dekomposisi daun serasah daun dengan variasi komposisi dan pemadatan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat

mengetahui pengaruh variasi komposisi dan pemadatan serasah daun dan kertas terhadap proses dekomposisi selama 30 hari dengan aktivator kotoran kambing pada TPST Universitas Diponegoro dengan pengukuran parameter suhu, pH, kadar air, kadar C/N dan reduksi volume

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental. Metode eksperimental merupakan suatu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap kondisi yang terkendali (Sugiyono, 2015). Pada penelitian eksperimental, dilakukan observasi dalam kondisi buatan (*artificial condition*) dimana kondisi tersebut diatur oleh sang peneliti. Penelitian eksperimental ini dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol (Nazir, 2005)

Penelitian dilaksanakan menggunakan reaktor berjumlah 12 reaktor dengan ukuran 60 cm x 60 cm x 70 cm. Reaktor yang digunakan terbuat dari kerangka kayu dan jaring kawat pada tiap sisinya dengan jarak antar kawat 0,25 cm. Penelitian proses dekomposisi diamati selama 30 hari. Masing – masing reaktor diisi dengan sampah serasah daun yang terdiri dari jenis daun angkana (*pterocarpus indicus willd*), mahoni (*swietenia macrophylla king*) dan glodokan (*polyalthia longifolia*) dengan massa total 5 kg. Tabel 1 berikut merupakan keterangan perbandingan perlakuan proses dekomposisi pada penelitian ini.

Tabel 1

Variasi Perbandingan Perlakuan

Perlakuan	Pemadatan (kg/m ³)	Komposisi massa (kg)	Aktivator
K1	0	100 %	Kotoran kambing 0 %
K2	27,7	Daun	
K3	34,72	kuning	
1	0	100 %	
2	27,7	Daun	

Perlakuan	Pemadatan (kg/m ³)	Komposisi massa (kg)	Aktivator
3	34,72	kuning	Kotoran kambing 20 %
4	0	20 % : 80% (kertas : daun)	
5	27,7		
6	34,72	30 % : 70 % (kertas : daun)	
7	0		
8	27,7		
9	34,72		

Penelitian dilaksanakan di TPST Universitas Diponegoro, sedangkan untuk analisis kadar C/N dan kadar air selam 10 hari sekali di Laboratorium Teknik Lingkungan. Untuk suhu menggunakan termometer alkohol dengan pengukuran bagian atas, tengah, bawah dan reduksi volume di ukur setiap 10 hari sekali

HASIL DAN PEMBAHASAN

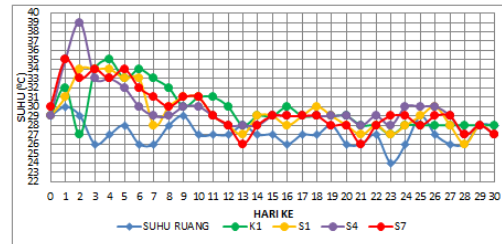
1. Analisis Variasi Komposisi Serasah Daun dan Sampah Kertas terhadap Proses Dekomposisi Serasah Daun

Perlakuan variasi komposisi digunakan untuk mengetahui proses dekomposisi yang optimum. Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sampah kertas kardus makanan. Perlakuan variasi komposisi komponen kertas didasarkan pada kondisi TPST Universitas Diponegoro. Proses penelitian dilakukan dengan mengukur parameter – parameter yang berkaitan dengan pengaruhnya dalam proses dekomposisi yaitu parameter suhu, pH, kadar air, kadar C/N dan reduksi volume.

a. Parameter Suhu

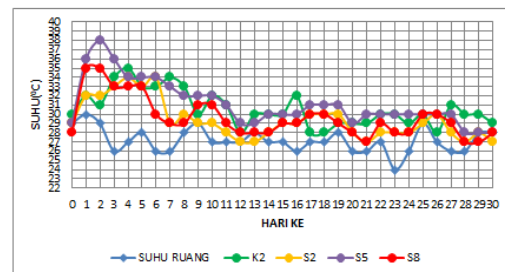
Penelitian pengukuran suhu dilakukan dengan termometer alkohol pada reaktor pada bagian atas, inti dan bawah. Pengukuran pada tiga titik bertujuan untuk mengetahui bagian dari suhu tertinggi selama proses dekomposisi berlangsung. Berdasarkan hasil pengukuran, suhu reaktor tertinggi dicapai pada bagian tengah reaktor. Berikut merupakan gambar 1 – 3 merupakan perbandingan variasi

komposisi menurut perlakuan pemadatan yang sama



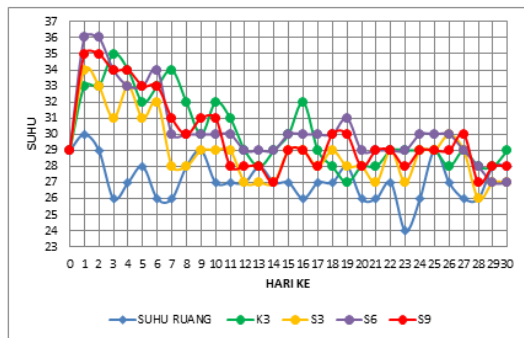
Gambar 1 Grafik Pengukuran Suhu pada Variasi Komposisi tanpa Pemadatan

Reaktor S1 tercapai dengan suhu 34⁰C pada hari ke 2 – 4. Pada reaktor S4 suhu tertinggi diperoleh pada suhu 39⁰C di hari ke-2. Pada reaktor S7 suhu tertinggi tercapai pada hari ke-1 dengan nilai suhu 35⁰C. sedangkan suhu tertinggi K1 dicapai pada suhu 35⁰C pada hari ke-4. Kemudian keempat reaktor mengalami perubahan suhu yang fluktuatif naik turun dalam rentang suhu 32-27⁰C.



Gambar 2 Grafik Pengukuran Suhu pada Variasi Komposisi dan Pemadatan 27,7 kg/m³

Pada reaktor S2 suhu tertinggi diperoleh pada 34⁰C di hari ke 4-6. Pada reaktor S5 suhu tertinggi dicapai pada hari ke -2 dengan nilai suhu 38⁰C Untuk reaktor S8 kenaikan suhu tertinggi terjadi pada hari ke 1-2 yaitu mencapai 35⁰C Pada reaktor kontrol K2 suhu tertinggi diperoleh pada hari ke-4 dengan nilai suhu 35⁰C dan pada hari selanjutnya keempat mengalami kenaikan yang cukup fluktuatif berkisar 34-28⁰C.



Gambar 3 Grafik Pengukuran Suhu pada Variasi Komposisi dan Pematatan 34,72 kg/m³

Reaktor S3 suhu tertinggi diperoleh pada nilai suhu 34⁰C pada hari ke 1, Pada reaktor S6 suhu tertinggi dicapai pada hari ke 1-2 dengan nilai suhu 36⁰C. Untuk reaktor S9 kenaikan suhu tertinggi terjadi pada hari ke 1-2 yaitu mencapai 35⁰C s. Pada reaktor kontrol K3 suhu tertinggi diperoleh pada hari ke 4 dengan nilai suhu 35⁰C. Pada hari selanjutnya keempat reaktor mengalami penurunan yang cukup fluktuatif berkisar antara 34-28⁰C.

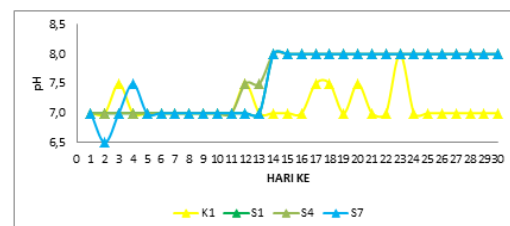
Rata – rata semua reaktor mencapai suhu puncak pada hari ke 1-6. Dimana masing masing reaktor memiliki suhu puncak dalam kisaran 34-39⁰C. Kisaran suhu puncak tersebut memenuhi berdasarkan Isroi (2008) menjelaskan bahwa temperatur tumpukan antara 30 – 60⁰C menunjukkan aktivitas proses dekomposisi. Pada saat suhu tertinggi, mikroba menggunakan oksigen untuk menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air, dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka temperatur akan berangsur-angsur mengalami penurunan (Cahaya & Nugroho, 2008). Dari kedua belas reaktor masing – masing mengalami penurunan fluktuatif naik turun dengan kisaran 34-27⁰C. Sedangkan pada hari ke 20 – 30 suhu keseluruhan reaktor memiliki nilai mendekati suhu ruang yang terjadi. Hal ini dikarenakan kondisi reaktor menjadi anaerob dimana kondisi anaerob tidak terjadi fluktuasi suhu yang signifikan seperti pada kondisi anaerobik (Djuarnani,

2005). Suhu puncak terjadi pada tahap mesofilik dengan kisaran 30-45⁰C dimana pada tahap mesofilik terjadi degradasi komponen sederhana seperti gula, asam amino, protein dan meningkatkan temperatur secara cepat (Bernal, 1998)

Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa reaktor yang mengalami dekomposisi optimum merupakan reaktor S4 dengan perbandingan serasah daun dan kertas sebesar 80:20 pada perlakuan tanpa pematatan. Komposisi kertas mengandung *selulosa, hemiselulosa, lignin*. (Zhou et al., 2013 dalam Rawoteea 2016). *Selulosa* merupakan biopolimer yang menjamin porositas yang tinggi dalam suatu material karena sifat sebagai serat alami salah satunya menjadi *bulking agent* dalam pengomposan (Asdrubali et al., 2016) Dengan adanya *bulking agent* dapat menyediakan proses aerasi pada reaktor serta menjaga kelembaban reaktor. Apabila kelembaban reaktor terjaga secara langsung akan menjaga nilai suhu dalam tumpukan sampah.

b. Parameter pH

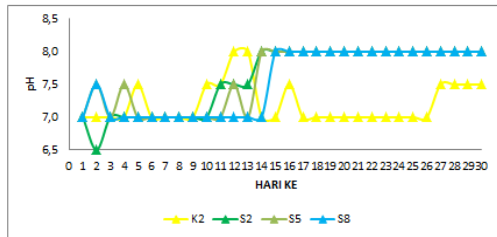
Pengukuran pH ditampilkan dalam bentuk grafik berikut merupakan gambar 4–6 merupakan perbandingan variasi komposisi menurut perlakuan pematatan yang sama.



Gambar 4 Grafik Pengukuran pH pada Variasi Komposisi Tanpa Pematatan.

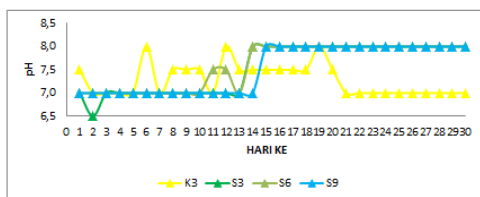
Pada reaktor K1 terjadi perubahan nilai pH yang fluktuatif naik turun selama 30 hari yang berkisar antara 7-8. Sedangkan pada reaktor S7 mengalami penurunan pH dengan nilai 6,5 pada hari

ke-2 dan berfluktuatif naik menjadi 7-8 Dimana kondisi ini berbeda dengan reaktor S1 dan S4 yang mengalami kenaikan nilai pH dengan stabil. Pada reaktor S1 kenaikan pH terjadi pada hari ke 14 menjadi 8, pada reaktor S4 terjadi kenaikan pH yang semula bernilai 7 menjadi 7,5 pada hari ke 12-13 kemudian meningkat menjadi 8 sampai pada hari ke 30.



Gambar 5 Grafik Pengukuran pH pada Variasi Komposisi dan Pematatan 27,7 kg/m³

Pada reaktor K2 terjadi perubahan nilai pH yang fluktuatif naik turun selama 30 hari yang berkisar antara 7-8. Sedangkan pada reaktor S2 mengalami penurunan pH menjadi 6,5 pada hari ke 2 kemudian terjadi kenaikan pH pada hari ke 11-13 menjadi 7,5 kemudian meningkat menjadi 8. Berbeda dengan reaktor S5 dan S8 yang mengalami kenaikan nilai pH dengan stabil. Pada reaktor S5 terjadi perubahan nilai pH fluktuatif naik turun berkisar 7- 7,5 dan kemudian meningkat menjadi 8 pada hari ke 14-30. Sedangkan pada S8 terjadi perubahan nilai pH yang fluktuatif naik turun dalam rentang nilai pH 7 dan naik ke nilai 8 pada hari ke 14.



Gambar 6 Grafik Pengukuran pH pada Variasi Komposisi dan Pematatan 34,72 kg/m³

Pada reaktor K3 terjadi perubahan nilai pH yang fluktuatif naik turun selama 30 hari yang berkisar antara 7-8 sedangkan reaktor S3 mengalami penurunan nilai pH menjadi 6,5 pada hari ke 2 kemudian naik menjadi netral dengan pH 7 sampai hari ke-14 kemudian terjadi kenaikan pH menjadi 8 pada hari ke 14. Sedangkan pada reaktor S6 dan S9 yang mengalami kenaikan nilai pH dengan stabil, pada reaktor S6 terjadi perubahan nilai pH fluktuatif naik turun berkisar 7- 7,5 dan kemudian meningkat menjadi 8 pada hari ke 14-30. Sedangkan pada S9 kenaikan pH terjadi pada hari ke 15-30 menjadi menjadi 8

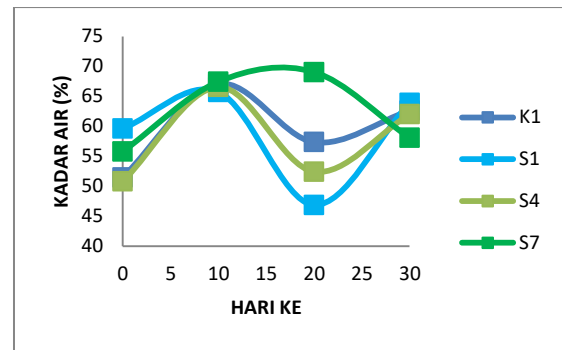
Dapat disimpulkan pH dari keseluruhan reaktor mengalami perubahan nilai pH dengan nilai 6,5 – 8. Nilai tersebut masih memenuhi menurut Sutanto (2002) bahwa pada prinsipnya bahan organik dengan nilai pH optimum untuk proses dekomposisi berkisar antara 5,5 – 8. Kedua belas reaktor mengalami perubahan nilai pH awal masih dalam kondisi netral yaitu 7. Kemudian reaktor S2, S3, dan S7 mengalami penurunan pH pada hari ke 2 dengan nilai pH 6,5 dan meningkat menjadi kondisi netral dan kembali mengalami kenaikan menjadi kondisi basa dalam nilai pH 8. Kenaikan pH dari kondisi netral menjadi basa terjadi pada kisaran hari ke 11-30. Menurut Wahyono (2003) pada awal proses dekomposisi ada kecenderungan penurunan pH karena pada awal proses terjadi proses dekomposisi bahan organik yang kompleks dan bersifat reaktif seperti gula, tepung, karbohidrat, lemak menjadi asam organik sederhana. Beberapa hari kemudian terjadi kenaikan pH sampai agak basa setelah terjadi penguraian protein dan pelepasan amonia. Meningkatnya pH disebabkan oleh deaminasi yaitu reaksi kimiawi metabolisme melepaskan gugus amina dari molekul senyawa asam amino (Nugroho, 2014).

Peningkatan pH sangat dipengaruhi oleh keberadaan nitrogen dan kondisi anaerobic. Pada kondisi anaerob. Bahan organik dienzimatik secara eksternal oleh enzim ekstraselular (selulose, amilase, protease dan lipase) mikroorganisme. Bakteri memutuskan rantai panjang karbohidrat kompleks, protein dan lipida menjadi senyawa rantai pendek. Sebagai contoh polisakarida diubah menjadi monosakarida sedangkan protein diubah menjadi peptida dan asam amino. Pada tahap ini bakteri menghasilkan asam, mengubah senyawa rantai pendek hasil proses pada tahap hidrolisis menjadi asam asetat, H₂ dan CO₂.

Reaktor S2, S3(komposisi daun 100%), S7 (komposisi daun 70 %) mengalami dekomposisi optimum karena terjadi penurunan pH pada hari ke 2 dengan nilai pH 6,5 bersifat asam yang menandakan bahwa aktivitas mikroorganisme yang sedang mengurai bahan organik pada daun. Dalam hal ini reaktor S2 juga mengalami kenaikan pH paling cepat yaitu pada hari ke-11. Hal ini disebabkan karena proses dekomposisi yang terjadi adalah fakultatif anaerob. Proses ini terdapat dua jenis mikroba yang bekerja pada proses dekomposisi. Ketika kondisi terdapat oksigen maka mikroba aerob akan bekerja pada hari ke 1- 10 kemudian pada saat terjadi peningkatan nilai pH yaitu hari ke 11-30 kondisi reaktor menjadi anaerob. Ketika oksigen habis secara spontan mikroba anaerob yang akan bekerja.

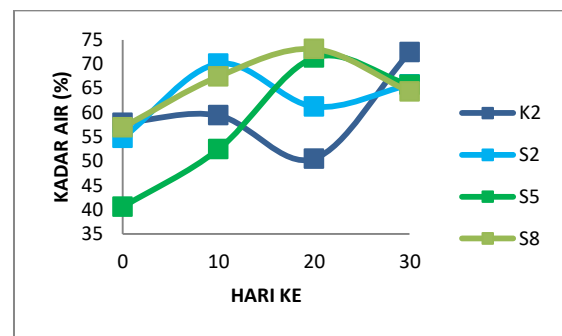
c. Parameter Kadar Air

Data pengukuran kadar air ditampilkan dalam bentuk grafik. Berikut merupakan gambar 7 – 9 merupakan perbandingan variasi komposisi menurut perlakuan pematatan yang sama



Gambar 7 Grafik Pengukuran Kadar Air pada Variasi Komposisi tanpa Pematatan

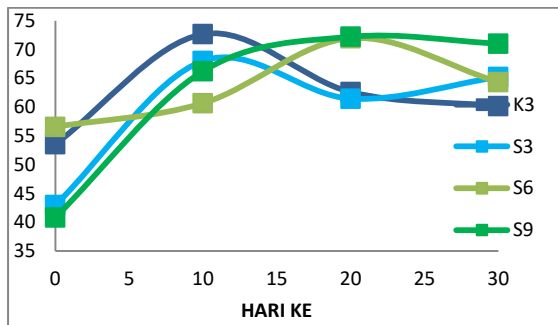
Gambar 7 menunjukkan nilai kadar air mengalami perubahan fluktuatif naik turun. Pada hari ke 20 reaktor K1, S1, S4 mengalami penurunan antara 45 – 60 %. Sedangkan untuk reaktor S7 mengalami kenaikan kadar air yang cukup stabil pada hari ke 0 reaktor S7 mempunyai nilai kadar air sebesar 55,77% sedangkan pada hari ke 10 – 20 kadar air reaktor S7 meningkat antara 67-69% kemudian pada hari ke- 30 mengalami penurunan kadar air sebesar 58,07 %.



Gambar 8 Grafik Pengukuran Kadar Air pada Variasi Komposisi dan Pematatan 27,7 kg/m³

Gambar 8 menunjukkan perubahan nilai kadar air pada reaktor K2, S2, S5 dan S8. Pada reaktor kontrol S2 dan K2 mengalami penurunan pada hari ke 20 pada kisaran kadar air 50-60 % dan pada hari ke 30 mengalami kenaikan kadar air berkisar 65-72%. Sedangkan untuk reaktor S5 dan S8 mengalami kenaikan yang cukup stabil

pada hari pertama berkisar antara 40-60% kemudian mencapai kadar air tertinggi pada hari ke 20 berkisar 70-75 % kemudian sampai pada hari ke 30 kadar air mengalami penurunan berkisar 64,52 – 65,71%.



Gambar 9 Grafik Pengukuran Kadar Air pada Variasi Komposisi dan Pematatan 34,72 kg/m³

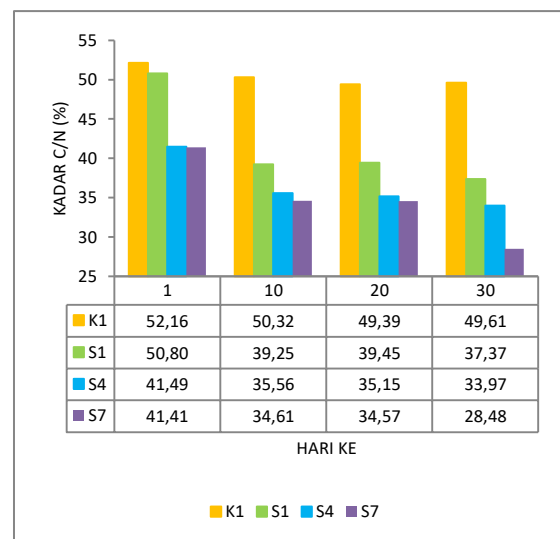
Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai kadar air dari reaktor K3, S3, S6 dan S9 mengalami kenaikan kadar air pada hari ke 10. Reaktor kontrol K3 dan S3 pada hari ke 20 mengalami penurunan berkisar 60-65 %. Kemudian pada hari ke 30 reaktor S3 mengalami kenaikan kadar air yaitu 65,22 % sedangkan pada reaktor K3 mengalami penurunan yaitu 60,16% .Sedangkan pada reaktor S6 mengalami kenaikan dengan nilai kadar air sebesar 72 % pada hari ke 10 kemudian menurun sampai pada hari ke 30 yaitu 64,34 %. Pada reaktor S9 mengalami kenaikan kadar air dan cukup stabil sampai pada hari ke 30. Kadar air awal yang dicapai pada reaktor S9 adalah 40,82% kemudian pada hari ke 10 sampai hari ke 20 mengalami peningkatan kadar air berkisar 66,23% - 72,21 % dan pada hari ke 30 mengalami penurunan kadar air yaitu 71,02%

Pada penelitian ini kadar air masih belum mencapai kadar optimum menurut *Agricultural Composting* yaitu pada kisaran 40-60%. Hal ini dikarenakan metode penambahan kadar air yang

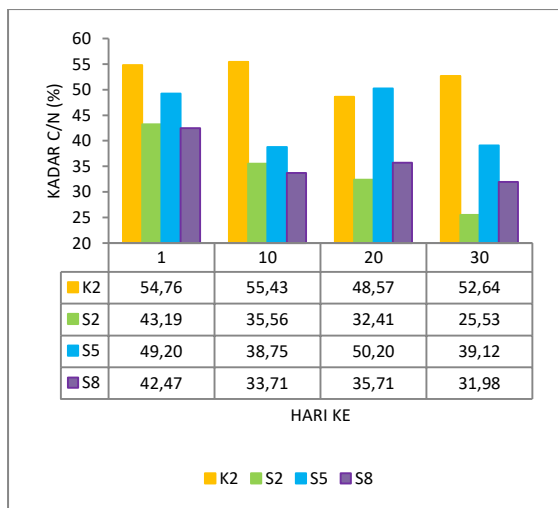
dilakukan secara eksperimental belum sesuai dengan komposisi sampah sehingga semua reaktor memiliki kadar air yang fluktuatif naik. Kadar air tertinggi dan bersifat stabil diperoleh pada reaktor S7(55,77-58,07) %, S8 (56,97-64,32)% dan S9 (40,82-71,02)% .Ketiga reaktor tersebut memiliki komposisi sampah daun : kertas yaitu 70 : 30. Dari ketiga reaktor tersebut reaktor S7 memiliki kandungan kadar air yang paling stabil. Komposisi kertas 30% dari sampah total dapat menyerap air cukup banyak daripada komposisi kertas 20%. Kandungan *selulosa* pada kertas sebagai serat alami dapat digunakan sebagai *bulking agent* dalam pengomposan sehingga dapat menjaga kelembaban (Asdrubali et al., 2016).

d. Parameter Kadar C/N

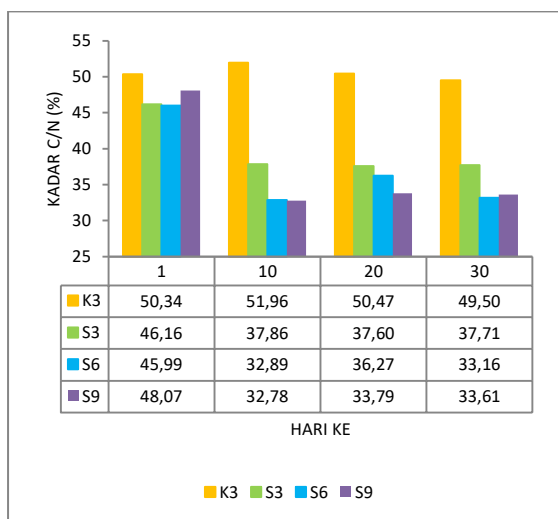
Data pengukuran kadar C/N ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 10 – 12 berikut merupakan grafik pengukuran komposisi pada perlakuan pematatan yang sama.



Gambar 10 Grafik Pengukuran Kadar C/N pada Variasi Komposisi tanpa Pematatan



Gambar 11 Grafik Pengukuran Kadar C/N pada Variasi Komposisi dan Pemadatan 27,7 kg/m³



Gambar 12 Grafik Pengukuran Kadar C/N pada Variasi Komposisi dan Pemadatan 34,72 kg/m³

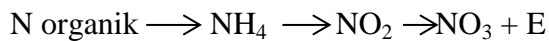
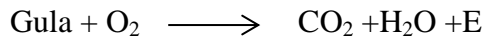
Dapat disimpulkan bahwa nilai keempat reaktor K1, S1, S4, S7 tersebut mengalami penurunan kadar C/N cukup stabil (gambar 10). Reaktor S7 mengalami reduksi C/N mencapai 45,41% dibandingkan dengan K1(5,13%), S1(35,92%) dan S4(22,13%). Pada perbandingan reaktor K2, S2, S5 dan S8 (gambar 11). Reaktor K2 mengalami kenaikan kadar C/N pada hari ke 30, sedangkan pada reaktor S2 mengalami penurunan kadar C/N yang cukup stabil. Reaktor S2 mengalami penurunan C/N

tertinggi mencapai 69,15%. Pada reaktor S5 dan S8 mengalami kenaikan kadar C/N pada hari ke 10 kemudian nilai kadar C/N turun pada hari ke 30 dengan reduksi C/N 25,77% dan 32,81%. Sedangkan pada perbandingan reaktor K3, S3, S6 dan S9 (gambar 12) dapat disimpulkan bahwa reaktor K3, S3 dan S9 mengalami penurunan kadar C/N dengan persentase 1,70%, 22,40%, 43,02%. Pada reaktor S6 mengalami kenaikan kadar C/N pada hari ke20 dan kembali turun pada hari ke 30 dengan reduksi C/N 38,67%.

Dari kedua belas reaktor yang diuji dapat disimpulkan bahwa reaktor S2 dengan komposisi 100% daun dan penambahan aktivator kotoran kambing mengalami penurunan kadar C/N signifikan sebesar 69,15% dengan perubahan kadar C/N awal 43,19 % dan akhir 25,53%. Perubahan kadar C/N tersebut memenuhi perbandingan C/N yang optimum menurut Tchonobaglou (1993) dimana kadar C/N optimum berkisar antara 25-50. Sedangkan proses dekomposisi dikatakan matang apabila rasio C/N < 20. Sehingga hasil kadar C/N dalam reaktor S2 dianggap belum matang karena rasio C/N belum mencapai 20 atau kurang dari 20. Reaktor S2 dengan komposisi daun 100% mempermudah mikroorganisme dalam mengurai bahan organik tanpa adanya gangguan komposisi kertas. Hal ini dikarenakan dengan variasi kertas dapat mengganggu kerja aktivator dalam mendegradasi kadar C/N. Rasio C/N yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan mikroba akan kekurangan N untuk mensintesis protein sehingga dekomposisi melambat, untuk menurunkan rasio C/N diperlukan perlakuan khusus misalnya dengan penambahan aktivator kotoran hewan Epstein (1997) dalam Afriadi (2017).

Kedua belas reaktor mengalami penurunan kadar C/N. Kadar C/N

mengalami penurunan proses dekomposisi karena bahan – bahan organik yang terdiri dari unsur C, H, O,N akan berubah menjadi CO₂ dan H₂O dan unsur N kan berubah menjadi Nitrit (NO₂) dan Nitrat (NO₃) yang dapat ditulis dalam rekasi sebagai berikut (Diyan, 2010) :



CO₂ dan H₂O akan menguap bersama udara akibat perubahan suhu yang terjadi selama pengomposan, sedangkan untuk nitrat akan tetap berada didalam tubuh bakteri dan akan dilepaskan jika bakteri tersebut mati. Dari reaksi tersebut maka dapat diketahui bahwa kandungan C akan menurun sedangkan kandungan N akan tetap sehingga C/N rasio setelah pengomposan akan menurun

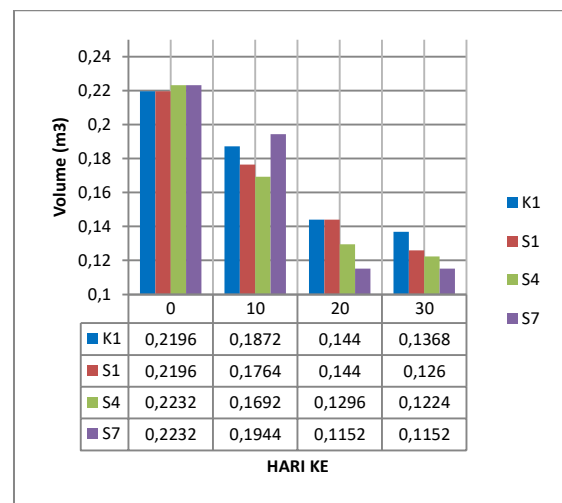
Akan tetapi pada beberapa reaktor mengalami kenaikan kadar C. Reaktor K1, K2, K3 mengalami kenaikan kadar C pada hari ke 10 sedangkan pada reaktor S5, S6, S8,S9 mengalami kenaikan kadar C pada hari ke 20. Selama proses dekomposisi berlangsung, kandungan C organik mengalami fluktuasi, hal ini disebabkan ada bakteri yang mengalami kematian. Bakteri yang mengalami kematian ini tidak mendegradasi senyawa organik, tetapi terukur sebagai organik sehingga kandungan senyawa organiknya tinggi (Winda, 2009). Menurut Jakobsen (1994) jika C dalam kompos semakin banyak maka kemungkinan besar juga terjadi karena akumulasi karbon dalam tumpukan sehingga mengakibatkan aktivitas mikroba terhenti. Jika diberikan air akan mengabsorpsi karbondioksida dan oksida menjadi berkurang yang menyebabkan kondisi anaerob.

Sedangkan pada kadar N rsemua reaktor mengalami penurunan nilai N pada hari ke 10 – 30. Hal ini dikarenakan kondisi reaktor mengalami kenaikan pH yang mencapai nilai 8. Hal ini

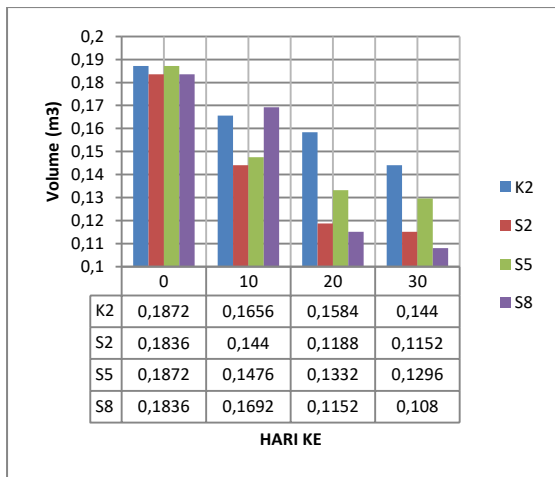
dikarenakan adanya perpindahan kondisi aerobik ke anaerobik terjadi pada hari ke 11-30. Pada peningkatan pH terjadi penguraian protein dan pelepasan amonia. Dengan adanya pelepasan amonia maka akan berdampak pada dekomposisi nilai N yang semakin kecil. Sehingga perubahan fluktuatif kadar C dan N tersebut mempengaruhi rasio C/N yang dihasilkan selama dekomposisi.

e. Parameter Reduksi Volume

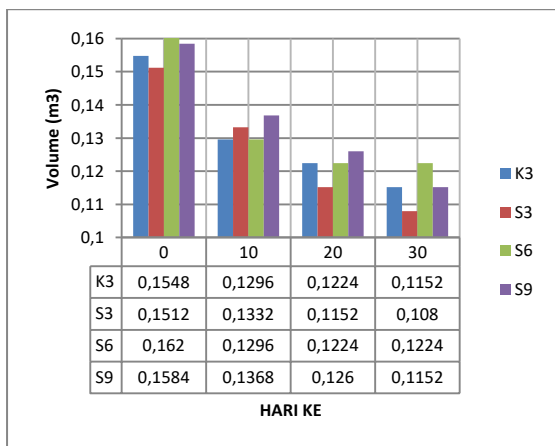
Berikut merupakan gambar 13–15 merupakan perbandingan variasi komposisi menurut perlakuan pematatan yang sama pada proses dekomposisi.



Gambar 13 Grafik Pengukuran Reduksi Volume pada Variasi Komposisi tanpa Pematatan



Gambar 14 Grafik Pengukuran Reduksi Volume pada Variasi Komposisi dan Pematatan 27,7 kg/m³



Gambar 15 Grafik Pengukuran Reduksi Volume pada Variasi Komposisi dan Pematatan 34,72 kg/m³

Pada keseluruhan reaktor mengalami penurunan volume berkisar 23,08-48,39%. Penurunan signifikan terjadi pada hari ke 0- 10 kemudian pada hari selanjutnya mengalami penurunan yang tidak begitu signifikan sampai akhir proses dekomposisi. Presentase reduksi terbesar terdapat pada reaktor S7 pada variasi komposisi serasah daun : kertas adalah 70:30 dengan reduksi volume sebesar 48,39%. Reduksi Volume tersebut memenuhi berdasarkan Sahwan (2010) bahwa reduksi volume proses dekomposisi berkisar antara 30-60%. Proses dekomposisi matang apabila mencapai penyusutan volume mencapai 60%.

Menurut Isroi (2008) terjadi penyusutan volume atau bobot kompos seiring dengan kematangan kompos. Besarnya penyusutan tergantung pada karakteristik bahan mentah dan tingkat kematangan kompos. Apabila penyusutannya masih kecil kemungkinan proses pengomposan belum selesai atau belum matang. Variasi komposisi kertas 30% memiliki massa kertas paling berat sehingga memiliki reduksi volume tinggi dibandingkan dengan komposisi kertas 20%. Hal ini disebabkan banyaknya ruang kosong akibat adanya komposisi kertas yang lebih banyak dibandingkan dengan komposisi lain dimana kertas mempunyai berat jenis lebih besar dari pada daun yang dapat mengakibatkan bahan memadat karena berat bahan itu sendiri (Setyorini dkk., 2006). Akan tetapi penyusutan volume yang terjadi pada reaktor S7 dianggap belum matang dikarenakan presentase reduksi volume belum mencapai 60%. Proses penurunan volume juga disebabkan juga oleh proses pengukuran termometer dan pH meter di tengah reaktor dan penguraian material limbah organik sehingga menyebabkan ukuran partikel semakin kecil dan semakin padat

2. Analisis Variasi Pematatan Serasah Daun dan Sampah Kertas terhadap Proses Dekomposisi Serasah Daun

Variasi pematatan digunakan untuk mengetahui proses dekomposisi yang optimum sehingga menghasilkan serasah daun dengan nilai C/N yang rendah. Variasi pematatan dilakukan dengan perlakuan variasi tanpa pematatan, ketinggian 50 cm, dan 40 cm. Berikut merupakan perhitungan pematatan dalam penelitian dalam satuan kg/m³ menggunakan rumus $\rho = \frac{m}{v}$

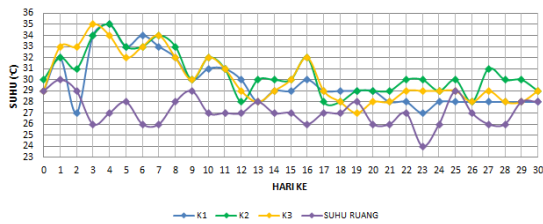
$$\rho_{50} = \frac{\text{masa}}{\text{volume}} = \frac{5000\text{gr}}{(60 \times 60 \times 50)\text{cm}^3} = 27,7 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{40} = \frac{\text{masa}}{\text{volume}} = \frac{5000\text{gr}}{(60 \times 60 \times 40)\text{cm}^3} = 34,72 \text{ kg/m}^3$$

Proses penelitian dilakukan dengan mengukur parameter – parameter yang berkaitan dengan pengaruhnya dalam proses dekomposisi yaitu parameter suhu, pH, kadar air, kadar C/N dan reduksi volume.

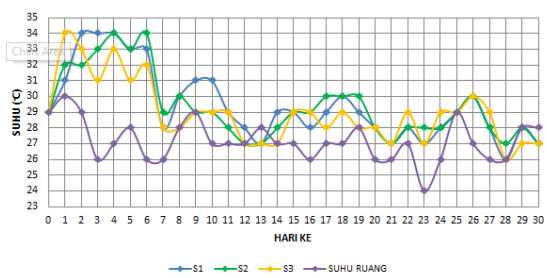
a. Parameter Suhu

Berikut merupakan gambar 16 – 19 proses dekomposisi dengan variasi komposisi yang sama dengan variasi pemadatan yang berbeda



Gambar 16 Grafik Pengukuran Suhu pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%

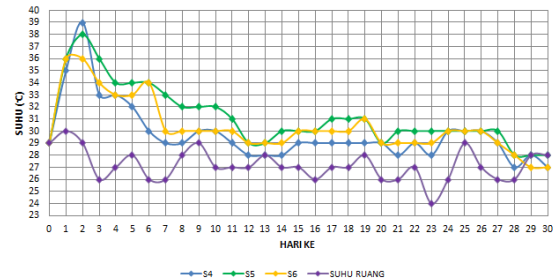
Suhu tertinggi reaktor K1 dan K2 dicapai pada hari ke 4 dengan nilai suhu 35⁰C Sedangkan pada reaktor K3 suhu puncak diperoleh pada hari ke 3 dengan nilai suhu sebesar 35⁰C. Dapat disimpulkan pada pemadatan yang berbeda sampah daun reaktor K1 (0kg/m³), K2 (27,7 kg/m³), dan K3 (34,72 kg/m³) memiliki nilai puncak suhu yang sama.



Gambar 17 Grafik Pengukuran Suhu pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%

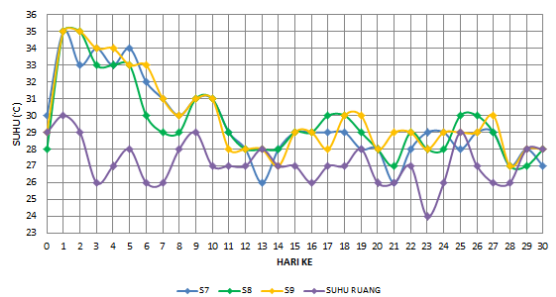
Suhu tertinggi pada reaktor S1 tercapai pada suhu 34⁰C di hari ke 2 – 4. Sedangkan pada reaktor S2 suhu tertinggi diperoleh pada 34⁰C pada hari ke 4-6.

Pada reaktor S3 suhu tertinggi diperoleh pada nilai suhu 34⁰C pada hari ke 1 Dapat disimpulkan pada variasi pemadatan sampah dengan penambahan aktivator daun reaktor S1(0kg/m³), S2 (27,7 kg/m³)dan S3 (34,72 kg/m³)memiliki nilai puncak suhu yang sama.



Gambar 18 Grafik Pengukuran Suhu pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (80:20)%

Pada reaktor S4 suhu tercapai pada nilai suhu 39⁰C pada hari ke-2 sedangkan Pada reaktor S5 suhu tertinggi dicapai pada hari ke -2 dengan nilai suhu 38⁰C. Pada reaktor S6 suhu tertinggi dicapai pada hari ke 1-2 dengan nilai suhu 36⁰C. Dapat disimpulkan reaktor S4 memiliki suhu tertinggi dengan perlakuan pemadatan (0 kg/m³) dibandingkan dengan S5 (27,7 kg/m³)dan S6 (34,72 kg/m³).



Gambar 4.19 Grafik Pengukuran Suhu pada Variasi Pemadatan danKomposisi daun : kertas (70:30)%

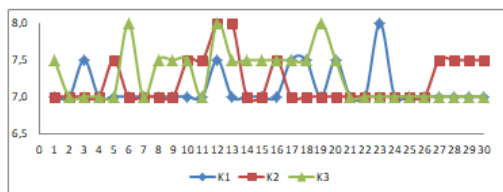
Pada reaktor S7 suhu tertinggi tercapai pada hari ke-1 dengan nilai suhu 35⁰C. Untuk reaktor S8 kenaikan suhu tertinggi terjadi pada hari ke 1-2 yaitu mencapai 35⁰C Untuk reaktor S9 kenaikan suhu tertinggi terjadi pada hari ke 1-2 yaitu

mencapai 35⁰C Dapat disimpulkan pada variasi pemadatan sampah dengan penambahan aktivator daun reaktor S7(0kg/m³), S8 (27,7 kg/m³)dan S9 (34,72 kg/m³)memiliki nilai puncak suhu yang sama.

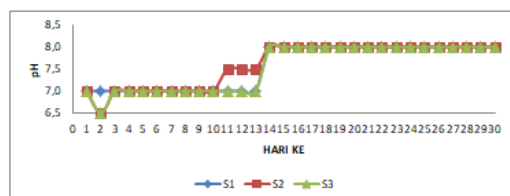
Dari keduabelas reaktor. Reaktor S4 memiliki nilai suhu tertinggi pada perlakuan tanpa pemadatan (0 kg/m³). Hal ini dikarenakan tanpa pemadatan memiliki nilai porositas yang cukup besar. Porositas mengacu pada ruang antara partikel di tumpukan kompos, dan dihitung dengan mengambil volume ruang atau pori-pori, dan membaginya dengan jumlah total tumpukan. Jika bahannya tidak jenuh dengan air, ruang ini sebagian terisi dengan udara yang bisa memasok oksigen ke dekomposer dan menyediakan jalur sirkulasi udara. kecil. (*Agricultural Composting* ,1998)

b. pH

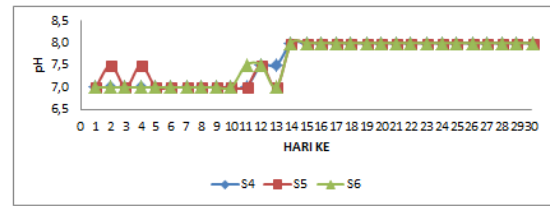
Berikut merupakan gambar 20 – 23 proses dekomposisi dengan variasi komposisi yang sama dengan variasi pemadatan yang berbeda.



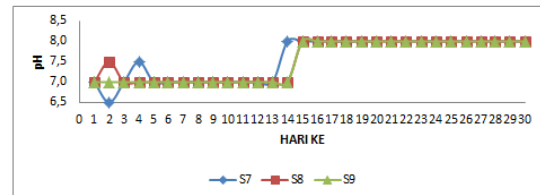
Gambar 20 Grafik Pengukuran pH pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%



Gambar 21 Grafik Pengukuran pH pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%



Gambar 22 Grafik Pengukuran pH pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (80:20)%



Gambar 23 Grafik Pengukuran pH pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (70:30)%

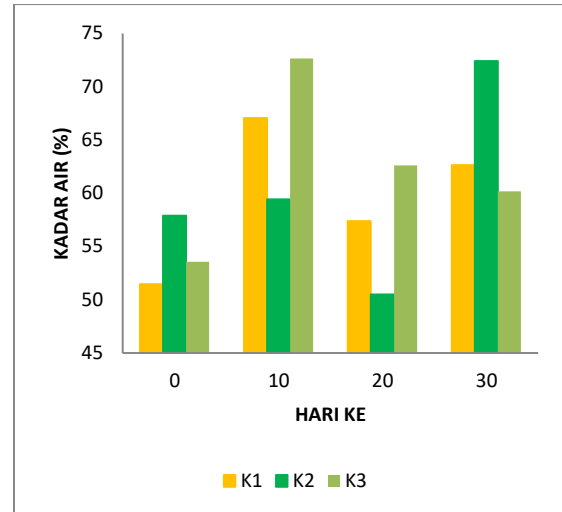
Berdasarkan gambar 20 pada reaktor K1, K2 dan K3 terjadi perubahan nilai pH yang fluktuatif naik turun selama 30 hari yang berkisar antara 7-8. Pada perbandingan reaktor S1, S2, dan S3 (gambar 21) Brady dan Weil (2002) menyatakan bahwa naik turunnya pH merupakan fungsi ion H⁺ dan OH⁻, jika konsentrasi ion H⁺ dalam naik, maka pH akan turun dan jika konsentrasi ion OH⁻ naik maka pH akan naik, lebih lanjut dijelaskan pula bahwa bahan organik yang telah terdekomposisi akan dapat menghasilkan ion OH⁻ yang dapat menetralkan aktivitas ion H⁺. pH awal reaktor S1 bersifat netral dengan nilai pH 7 kemudian pada hari ke 14 terjadi kenaikan pH menjadi 8. Sedangkan pada reaktor S2 dan S3 pH awal reaktor bersifat netral dengan nilai pH 7 kemudian mengalami penurunan suhu menjadi asam pada hari ke 2 dengan nilai pH 6,5 kemudian naik kembali menjadi netral. Pada reaktor S2 terjadi perubahan pH menjadi basa pada hari ke- 11 sedangkan pada reaktor S3 terjadi kenaikan pH pada hari ke 14. Sedangkan pada perbandingan reaktor S4, S5 dan S6 (gambar 4.22) mengalami kenaikan nilai pH. Pada reaktor S4 terjadi

kenaikan pH dari 7 kemudian menjadi 7,5 pada hari ke 12 kemudian meningkat kembali menjadi 8 pada hari ke 14. Pada reaktor S% dan S6 terjadi peningkatan pH secara fluktuatif menjadi 7,5 kemudian kembali menjadi 7 pada hari ke 13 dan naik menjadi 8 pada hari ke 14. Sedangkan dilakukan perbandingan pada reaktor S7, S8 dan S9 (gambar 23). Pada reaktor S7 terjadi penurunan nilai suhu pada hari ke 2 dengan nilai pH 6,5 kemudian menjadi netral dan terjadi kenaikan pH menjadi 8 pada hari ke 13. Pada reaktor S8 terjadi perubahan nilai menjadi basa pada hari ke 14 dan pada reaktor 9 terjadi perubahan nilai pH menjadi 8 pada hari ke 15

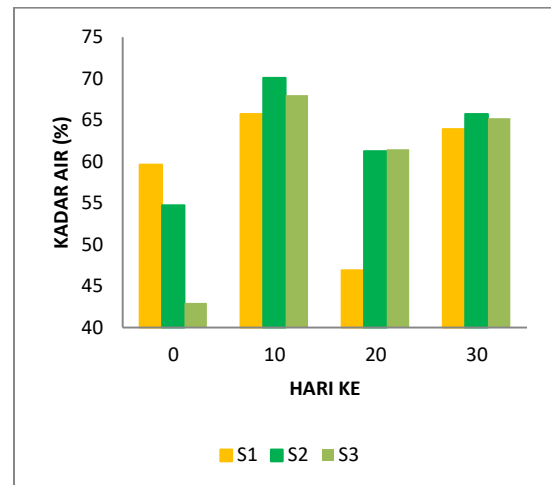
Hal ini dapat disimpulkan bahwa reaktor mengalami perubahan dari kondisi aerob menjadi anaerob sehingga pH berubah menjadi basa. Kondisi anaerob ini disebabkan karena kurangnya kadar O₂ yang masuk ke dalam reaktor karena tidak dilakukannya perlakuan pembalikan. Menurut Dewallemand (1978) dalam Ningtyas (2011) menunjukkan bahwa pematatan mempengaruhi dekomposisi anaerob secara langsung semakin besar pematatannya semakin tinggi pula proses dekomposisinya. Reaktor S2 dengan pematatan 27,7 kg/m³ memiliki kondisi anaerob yang lebih awal dari reaktor lainnya.

c. Kadar Air

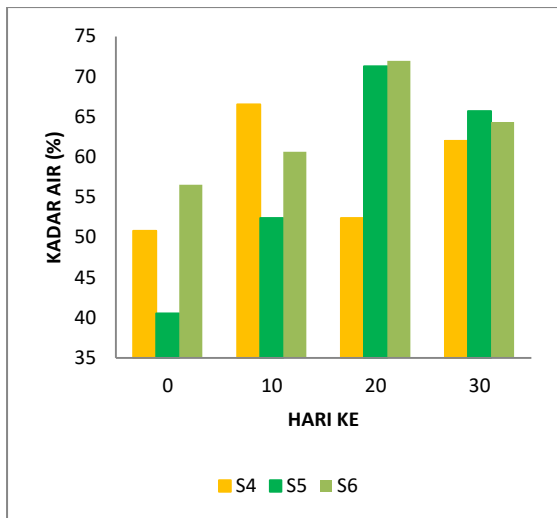
Berikut merupakan gambar 24 – 27 proses dekomposisi dengan variasi komposisi yang sama dengan variasi pematatan yang berbeda.



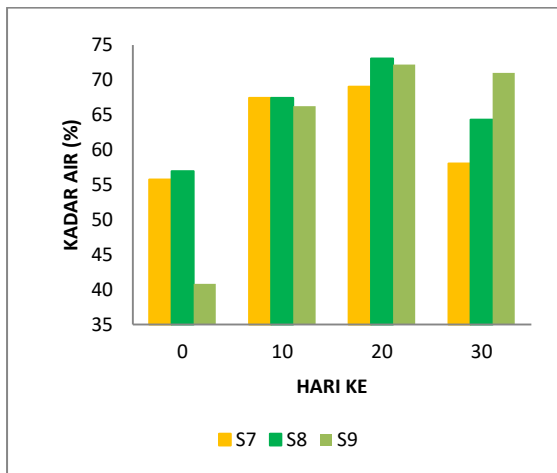
Gambar 24 Grafik Pengukuran Kadar Air pada Variasi Pematatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%



Gambar 25 Grafik Pengukuran Kadar Air pada Variasi Pematatan dan Komposisi daun : kertas (100:20)%



Gambar 4.26 Grafik Pengukuran Kadar Air pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (70:30)%



Gambar 27 Grafik Pengukuran Kadar Air pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (70:30)%

Pada perbandingan kadar air K1, K2, dan K3 (gambar 24) menunjukkan bahwa masing – masing reaktor mengalami peningkatan nilai kadar air pada hari ke 10 dengan kisaran 67,05-72,66 %. Kemudian terjadi penurunan kadar air dengan kisaran 50,50-62,62% dan terjadi kenaikan kembali pada hari ke 30 dengan kisaran 60,16-72,42%. Pada perbandingan kadar air S1, S2, S3 (gambar 25) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar air pada hari ke 10 dengan kisaran 65,74-70,08% dan terjadi penuruna kadar air pada hari ke

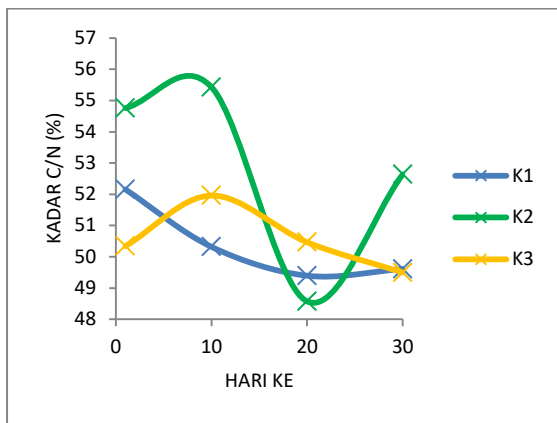
20 dengan kisaran 46,89-61,47% dan kembali meningkat pada hari ke 30 dengan kisaran 63,91-65,75%. Pada perbandingan S4, S5, S6 (gambar 26) terjadi kenaikan kadar air pada hari ke 10 dengan kisaran 40,57-56,57 %. Pada hari ke 20 reaktor S4 mengalami penurunan kadar air sebesar 52,43% dan naik kembali pada hari ke 30 dengan kadar air 62,02%.Sedangkan untuk reaktor S5 dan S6 mengalami kenaikan kadar air pada hari ke 20 dengan kisaran 71,29-71,96% dan mengalami penuruna pada hari ke 30 dengan kisaran 64,34-65,71. Pada perbandingan reaktor S7, S8, dan S9 terjadi kenaikan kadar air secara stabil kemudian menurun pada hari ke 30 dengan kisaran 58,07-71,02%.

Dapat disimpulkan kadar air tertinggi dan bersifat stabil diperoleh pada reaktor S7(55,77-58,07) %, S8 (56,97-64,32)% dan S9 (40,82-71,02)%. Reaktor S7 dianggap reaktor paling stabil karena memenuhi kadar air optimum menurut *Agricultural Composting* dengan kisaran 40-60%. Reaktor S7 merupakan reaktor dengan perlakuan tanpa pemadatan. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan tanpa pemadatan menghasilkan porositas yang tinggi. Porositas sangat dipengaruhi oleh kandungan air (kelembaban bahan campuran). Porositas yang optimum sangat tergantung dari kemampuan menahan air.Porositas optimum terjadi apabila kadar air yang diperoleh berkisar 60%. Porositas yang terlalu kecil akan semakin kecil dalam meloloskan air sehingga kadar air cenderung tinggi. (Yulipriyanto, 2009). Seperti pada reaktor diatas reaktor S9 yang memiliki perlakuan pemadatan paling tinggi yaitu 34,72 kg/m³ memiliki porositas yang kecil sehingga kadar air yang dicapai tinggi yaitu 71,02%. Menurut Dewalland (1978) dalam Ningtyas (2011) pada sampah yang relative kering dengan meningkatkan tingkat kepadatan akan mempercepat proses dekomposisi. Karena sampah yang semakin dipadatkan kelembabannya semakin tinggi yang membantu dalam pendistribusian nutrient

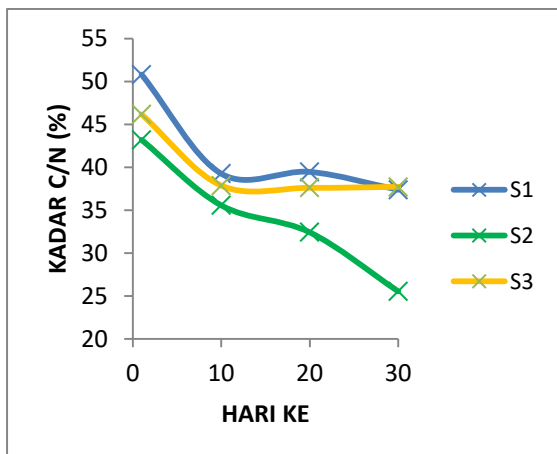
dan aktivitas substrat dan bakteri. Namun kelembaban yang berlebihan juga menurunkan proses dekomposisi dalam tumpukan sampah organik dan menimbulkan bau, oleh karena itu diperlukan perlakuan pembalikan..

d. Kadar C/N

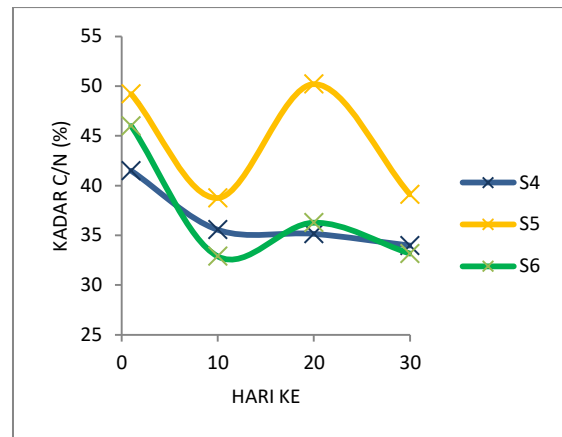
Berikut merupakan gambar 28-31 perbandingan kadar C/N dengan variasi pemadatan dengan komposisi yang sama.



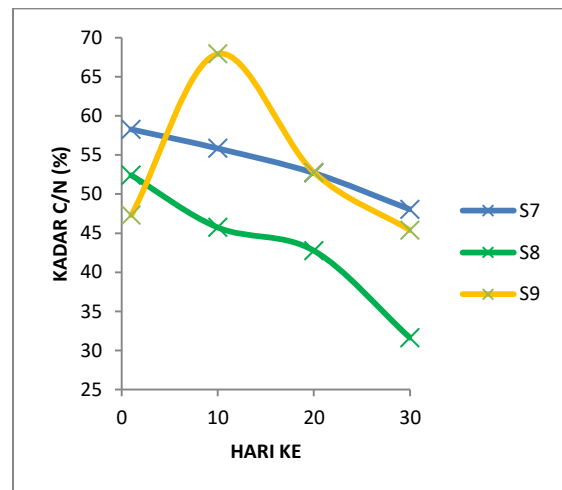
Gambar 28 Grafik Pengukuran Kadar C/N pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%



Gambar 29 Grafik Pengukuran Kadar C/N pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%



Gambar 30 Grafik Pengukuran Kadar C/N pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (80:20)%



Gambar 31 Grafik Pengukuran Kadar C/N pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (70:30)%

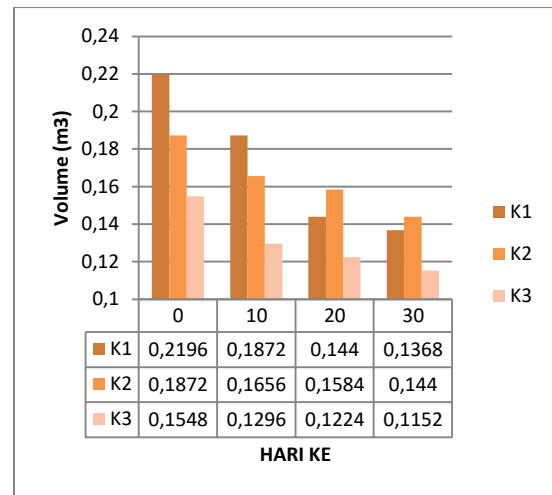
Pada perbandingan reaktor K1, K2 dan K3 (gambar 28). Reaktor K1 lebih bersifat fluktuatif naik turun. Pada hari ke 20 kadar C/N cenderung turun dan pada hari ke 30 kadar C/N akan naik kembali. Sedangkan pada reaktor K2 terjadi kenaikan pada hari ke 10 dan menurun sampai hari ke 30. Pada reaktor K3 terjadi penurunan yang cukup stabil. Pada reaktor S1, S2 dan S3 (gambar 29) terjadi penurunan cukup stabil sampai pada hari ke 30. Pada reaktor S4, S5 dan S6 (gambar 30), reaktor S4 mengalami penurunan yang cukup stabil dan pada reaktor S5 dan S6 mengalami kenaikan C/N pada hari ke 20. Pada perbandingan

S7, S8 dan S9 (gambar 31). Reaktor S9 mengalami kenaikan yang cukup tinggi pada hari ke ke 10 . Pada reaktor S7 dan S8 terjadi penurunan kadar C/N yang cukup stabil

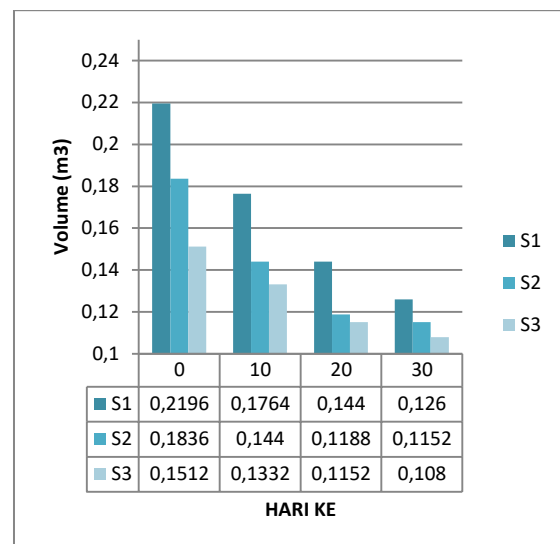
Dapat disimpulkan pada reaktor S2 mengalami perlakuan pemadatan 27,7 kg/m³ mengalami penurunan kadar C/N paling optimum dibandingkan dengan reaktor lainnya. Pada pemadatan 27,7 kg/m³ porositas yang didapat tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah. Apabila porositas terlalu rendah pada pemadatan 34,72 kg/m³ maka rongga dijenuhi dengan oleh air sehingga pasokan oksigen berkurang dan proses dekomposisi juga terganggu (Jeris dan Regan,1993). Sedangkan apabila porositas terlalu tinggi dengan perlakuan tanpa pemadatan berpotensi bahan sampah akan mengering akibat pasokan oksigan yang ada sehingga pengukuran kadar C/N kurang optimal.

e. Reduksi Volume

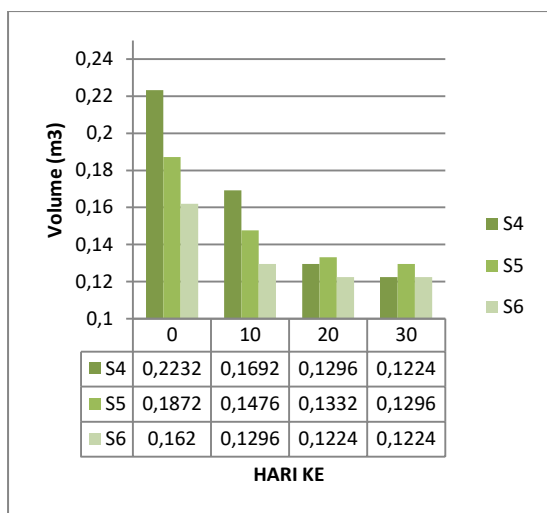
Dalam analisis reduksi volume dilakukan perbandingan variasi komposisi dengan variasi pemadatan yang berbeda untuk mengetahui reaktor mana yang paling berpengaruh dalam perlakuan pemadatan. Berikut merupakan gambar 32-35 perbandingan reduksi volume dengan variasi pemadatan dengan komposisi yang sama.



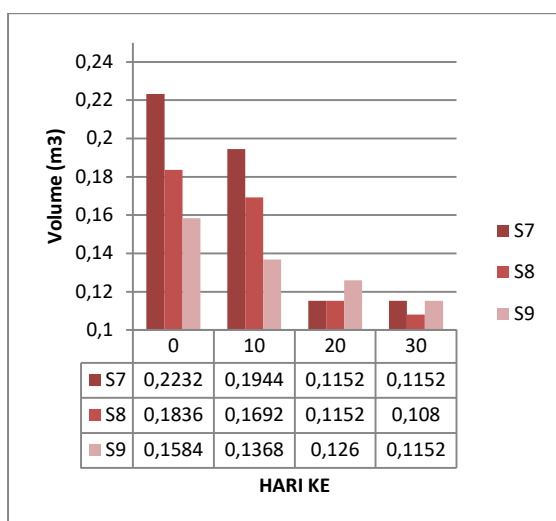
Gambar 32 Grafik Pengukuran Reduksi Volume pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%



Gambar 33 Grafik Pengukuran Reduksi Volume pada Variasi Pemadatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%



Gambar 34 Grafik Pengukuran Reduksi Volume pada Variasi Pematatan dan Komposisi daun : kertas (80:20)%



Gambar 4.35 Grafik Pengukuran Reduksi Volume pada Variasi Pematatan dan Komposisi daun : kertas (100:0)%

Dari perbandingan terhadap keseluruhan pada 12 reaktor dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan volume pada semua reaktor dengan presentase reduksi terbesar terdapat pada reaktor S7 dengan presentase penurunan reduksi volume sebesar 48,39%. Reaktor S7 merupakan reaktor dengan perlakuan pematatan. Hal ini dikarenakan masih banyaknya ruang kosong antar partikel akibat timbunan yang terlalu tinggi yang dapat mengakibatkan bahan memadat karena berat sampah itu sendiri (Setyorini

dkk., 2006). Penyusutan volume juga disebabkan karena pengaruh penambahan kadar air yang menyebabkan bahan menjadi basah dan terjadi penambahan massa sehingga terjadi penyusutan volume. Sedangkan pada perlakuan pematatan 27,7 kg/m³ dan 34,72 kg/m³ ruang kosong antar partikel dalam reaktor kecil sehingga bahan akan memadat akan tetapi tidak signifikan karena ruang kosong yang ada kecil.

3. Pengaruh Aktivator Kotoran Kambing terhadap Perlakuan Variasi Komposisi dan Pematatan Serasah Daun dan Kertas

Ternak ruminansia seperti kambing mempunyai sistem pencernaan khusus yang menggunakan mikroorganisme dalam sistem pencernaannya yang berfungsi untuk mencerna selulosa dan lignin dari rumput atau tumbuhan hijau lain yang memiliki serat yang tinggi. Hasil analisis yang dilakukan oleh Hidayati dkk (2013), menyatakan bahwa total jumlah bakteri yang terdapat pada kotoran kambing adalah 52 x10⁶ cfu/gr, sedangkan total koliform mencapai 27,8 x 15 10⁶ cfu/gr. Komposisi mikroba dari kotoran kambing spesies bakteri (*Bacillus sp.*, *Vigna sinensis*, *Corynebacterium sp.*, dan *Lactobacillus sp.*), jamur (*Aspergillus dan Trichoderma*), dan kelompok Bakteri *Selulitik*. Kandungan pada kotoran kambing menunjukkan bahwa bahan tersebut dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos. Pada dasarnya pengomposan adalah dekomposisi dengan menggunakan aktivitas mikroba, oleh karena itu kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos tergantung pada keadaan dan jenis mikroba yang aktif selama proses pengomposan.(Hermawan 2011 dalam Putri 2015). Dimana dalam penelitian ini penambahan aktivator kotoran kambing sebanyak 1 kg yaitu 20% dari massa total tumpukan. Pemberian aktivator kotoran kambing ini diharapkan dapat mengurangi materi organik pada serasah daun

a. Parameter Suhu

Reaktor dengan penambahan aktivator kotoran kambing mengalami kenaikan suhu antara 34-39⁰C. Berbeda dengan reaktor yang tidak menggunakan aktivator kotoran kambing berkisar 34-35⁰C. Dalam hal ini penambahan reaktor dapat meningkatkan parameter suhu sehingga tumpukan sampah menjadi panas. Berbeda dengan kotoran sapi, kotoran kambing merupakan jenis pupuk panas dimana perubahan-perubahan dalam menyediakan unsur hara tersedia bagi tanaman berlangsung cepat. Jasad renik melakukan perubahan-perubahan aktif disertai pembentukan panas (Lingga,1991).

b. Parameter pH

Pada parameter pH dari kedua belas pada reaktor kontrol tanpa aktivator cenderung bersifat fluktuatif naik turun dalam rentang 7- 8 .Brady dan Weil (2002) menyatakan bahwa naik turunnya pH merupakan fungsi ion H⁺ dan OH⁻, jika konsentrasi ion H⁺ dalam naik, maka pH akan turun dan jika konsentrasi ion OH⁻ naik maka pH akan naik. Sedangkan pada reaktor dengan penambahan aktivator mengalami penurunan nilai pH taitu menjadi 6,5 pada hari ke 2 hal ini menandakan terjadi perombakan senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dan disertai peningkatan menjadi basa dengan nilai 8 pada hari ke 11-30.

c. Parameter Kadar Air

Pada parameter kadar air, reaktor tanpa aktivator mengalami perubahan kadar air yang cukup fluktuatif berkisar antara 50- 75%. Sedangkan reaktor dengan penambahan aktivator, kadar air mengalami kenaikan yang cukup stabil pada hari ke 10 kemudian menurun kembali fluktuatif naik turun berkisar 40-70%. Hal ini dapat disimpulkan bahawa dengan penambahan aktivator tidak

menghasilkan nilai kadar air yang cukup tinggi.

d. Parameter kadar C/N

Reaktor kontrol tanpa penambahan aktivator mengalami perubahan kadar C/N dengan kisaran penurunan 1,67-4,88 %. Berbeda dengan reaktor penambahan aktivator pada kadar C/N mengalami penurunan yang cukup stabil pada hari ke 10 kemudian menurun kembali fluktuatif naik turun berkisar dengan kisaran penurunan 18,12- 40,88%. Hal ini dikarenakan kandungan kotoran kambing yang mengandung *Lactobacillus* Bakteri *Lactobacillus* pada proses dekomposisi berfungsi untuk fermentasi bahan organik jadi asam laktat, percepat perombakan bahan organik, lignin dan selulosa dan menekan pathogen dengan asam laktat yang dihasilkan (Nugroho, 2014). Selain itu juga terdapat bakteri *Selulolitik*. Bakteri *selulolitik* adalah kelompok jasad renik yang memiliki kemampuan mendegradasikan selulosa menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih kecil seperti glukosa. Bakteri selulosa meg hasilkan enzim selulosa yaitu bakteri mesofilik dan termofilik aerobik (*Cellumonas sp, celvibrio sp, Microspora bispora, Thermonospora sp*), bakteri termofilik dan mesofilik anaerobik (*Acentivibrio cellulolyticus, Bacteriodes cellulosolvent, Becteriodes succinogenes, Ruminococcus albus, Ruminococcus flavefaciens dan Clostridium termocellum*)

4. Reduksi Volume

Pada reduksi volume tanpa aktivator mengalami perubahan volume dengan penurunan reduksi 23,08-37,7 %. Berbeda dengan reaktor menggunakan aktivator terjadi penurunan reduksi volume berkisar 24,44-48,39%. Hal ini dikarenakan penguraian material limbah organik dengan bakteri yang terdapat pada aktivator kotoran kambing sehingga menyebabkan ukuran partikel semakin kecil dan semakin padat

5. Penentuan Variasi Komposisi dan Pematatan Sampah Serasah Daun dan Kertas yang Optimum pada Proses Dekomposisi Serasah Daun (Skoring)

Proses dekomposisi serasah merupakan proses yang sangat penting dalam dinamika hara pada suatu ekosistem. Kecepatan kematangan dalam proses dekomposisi bervariasi. Secara umum kematangan dalam proses dekomposisi mengacu pada sedikit banyaknya bakteri, jamur, air, dan kelembaban serasah. Beberapa karakteristik yang digunakan untuk menilai kematangan dan kualitas proses dekomposisi meliputi suhu, pH, kadar air, reduksi volume dan aktivitas biologis dengan kadar C/N

Pada parameter suhu, menurut Isroi (2008) menjelaskan bahwa temperatur tumpukan antara 30 – 60°C menunjukkan aktivitas proses dekomposisi dengan kisaran suhu 30 - 45 °C merupakan jenis bakteri mesofilik yang mendegradasi bahan organik. Pada pengukuran suhu semua reaktor mencapai suhu puncak pada hari ke 1-6. Dimana masing masing reaktor memiliki suhu puncak dalam kisaran 34-39°C Hal tersebut membuktikan bahwa keseluruhan reaktor mengalami proses dekomposisi pada tahap mesofilik.

Pada parameter pH, Sutanto (2002), menjelaskan bahwa pada prinsipnya bahan organik dengan nilai pH antara 3-11 merupakan bahan yang dapat dikomposkan dengan pH optimum berkisar antara 5,5 – 8. Pada pengukuran pH kedua belas reaktor mengalami perubahan nilai pH menjadi 8 yang bersifat basa pada kisaran hari ke 11-30, Hal tersebut membuktikan bahwa keseluruhan reaktor masih memiliki nilai pH yang optimum pada proses dekomposisi.

Pada parameter kadar air, kadar optimum untuk proses dekomposisi adalah

40–60% (*Agricultur Composting*,1998). Pada pengukuran kadar air tiap reaktor terjadi penurunan dan kenaikan kadar air yang cukup fluktuatif sehingga dapat disimpulkan reaktor S7 memiliki kadar air yang stabil yaitu berkisar 55,77% - 58,07 %. Sedangkan pada reaktor lain memiliki kadar air akhir yang cukup tinggi dengan kisaran 40-75 %.

Pada parameter C/N, perbandingan C/N yang optimum menurut Tchonobaglou (1993) dimana kadar C/N optimum berkisar antara 25-50. Dari keseluruhan reaktor dengan penambahan aktivator yaitu reaktor S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8 dan S9 memenuhi dalam kadar C/N optimum dengan kisaran 25,53%-50,80%. Sedangkan pada reaktor kontrol K1, K2, K3 dianggap belum memenuhi dikarenakan kadar C/N lebih dari 50% dengan kisaran 49,39%-55,43%

Pada reduksi volume, Menurut Sahwan (2010) terjadi proses dekomposisi apabila reduksi volumenya melampaui 30 - 60% .Pada pengukuran reduksi volume reaktor K1 memenuhi dengan reduksi volume 37,70 %, Reaktor S1 (42,62 %), reaktor S4 (45,16 %), reaktor S5 (30,77 %), reaktor S7 (48,39 %) dan S8 (41,18 %) Sedangkan reaktor K2, K3, S2, S3, S6, S9 belum memenuhi kriteria dikarenakan reduksi volume yang belum mencapai 30%.

Dari beberapa parameter diatas dapat disimpulkan bahwa tiap reaktor memiliki nilai parameter yang berbeda – beda tergantung dari variasi komposisi dan pematatan yang dilakukan, sehingga diperlukan skoring untuk mengetahui variasi komposisi dan pematatan yang optimum. Skoring digunakan untuk mengetahui poin masing-masing variabel (variasi komposisi dan variasi pematatan) berdasarkan total nilai parameter yaitu suhu, pH, kadar air, kadar C/N dan reduksi volume. Rentang skor pada tiap parameter didapatkan dari selisih nilai tertinggi dan nilai terendah kemudian dibagi empat. Penentuan variabel optimum ini dilakukan

dengan metode statistik deskriptif yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang akan diteliti melalui data populasi. Statistik deskriptif ini disajikan lewat tabel skoring atau pembobotan (Sya'ban, 2005). Berikut merupakan tabel rekapitulasi data dari tiap parameter:

Tabel 2
Hasil Perhitungan Skoring

No	Suhu	Kadar Air (%)	pH (%)	C/N (%)	Reduksi Volume	Skoring
K1	1	2	1	2	3	9
K2	1	2	2	4	1	10
K3	2	1	2	1	2	8
S1	1	1	4	2	4	12
S2	2	1	4	3	3	13
S3	3	3	4	1	2	13
S4	4	2	4	2	4	16
S5	4	4	4	1	2	15
S6	4	1	4	2	1	12
S7	4	1	4	2	4	15
S8	4	1	4	3	3	15
S9	4	4	4	1	1	14

Dapat dilihat pada tabel di atas, hasil skoring tertinggi (16) terdapat pada reaktor S4 yaitu reaktor dengan perlakuan variasi serasah : kertas adalah 80:20 dan dengan perlakuan variasi tanpa pemadatan. Hal ini menunjukkan bahwa S4 merupakan perlakuan yang menghasilkan proses dekomposisi paling baik dibandingkan yang lain.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan :

1. Terdapat pengaruh variasi komposisi serasah daun dan kertas terhadap proses dekomposisi serasah daun dengan parameter suhu mengalami

kenaikan tertinggi pada komposisi kertas 20%, pH optimum pada komposisi kertas 0%, kadar air mendekati optimum pada komposisi kertas 0%, kadar C/N optimum pada komposisi kertas 0% dan reduksi volume pada komposisi kertas 30%.

2. Terdapat pengaruh variasi pemadatan serasah daun dan kertas terhadap proses dekomposisi serasah daun dengan parameter suhu mengalami kenaikan pada perlakuan tanpa pemadatan (0 kg/m^3), pH optimum pada pemadatan $27,7 \text{ kg/m}^3$, kadar air mendekati optimum pada pemadatan $34,7 \text{ kg/m}^3$, kadar C/N dan reduksi volume pada perlakuan tanpa pemadatan (0 kg/m^3), dan reduksi volume
3. Penambahan aktivator kotoran kambing berpengaruh terhadap proses dekomposisi optimum. Apabila dibandingkan dengan reaktor kontrol tanpa penambahan aktivator mengalami kenaikan pada parameter suhu, pH mencapai asam, penurunan kadar air, kenaikan kadar C/N dan kenaikan reduksi volume
4. Dari hasil skoring dengan semua parameter yang ada diperoleh reaktor yang mempunyai proses dekomposisi yang optimum pada reaktor S4 yaitu pada komposisi 80% serasah daun : 20% sampah kertas dan perlakuan tanpa pemadatan

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian proses dekomposisi selama lebih dari 30 hari untuk mencapai proses dekomposisi yang optimum
2. Penggunaan bahan penelitian dengan tumpukan sampah reaktor yang mencapai 2,5 m agar mencapai suhu yang diinginkan
3. Perlu dilakukan proses dekomposisi dengan aktivator lain untuk mencapai proses dekomposisi yang lebih

optimum sebagai perbandingan dengan aktivator kotoran kambing.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriadi, Trisna. 2017. Pengaruh Penambahan Pupuk Kotoran Kambing terhadap Hasil Pengomposan Daun Kering TPST Undip. Departemen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro
- Anggarini, 2015. *Perencanaan Pemindahan dan Pengangkutan Sampah Kampus Universitas Diponegoro Tembalang*. Universitas Diponegoro : Semarang.
- BC Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 1998. *Agricultural Composting Handbook*. Angus Campbell Road Abbotsford, BC V3G 2M3
- Bernal, M.P J.A et al. 1998. *Maturity and Stability Parameters of Compost Prepared with a wide range of organic wastes*. Science Direct
- Brady, N.C. and Weil.2002. *The Nature and Properties of Soils*. 13th ed. Pearson Education, Inc., New Jersey, USA
- Cahaya, T. S. A. Dan Nugroho, D, A. 2009. *Pembuatan Kompos Dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran Dan Ampas Tebu)*. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang
- Darmasetiawan, Martin. 2004. *Sampah dan Sistem Pengelolaannya*. Jakarta: Ekamitra Engineering
- Djuarnani, Nan. dkk. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Jakarta : AgromediaPustaka,
- Isroi, 2008. *Kompos*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor
- Hidayati, E. 2013. *Kandungan Fosfor, C/N, dan pH Pupuk Cair Hasil Fermentasi Kotoran Berbagai Ternak dengan Starter Stardec*. Skripsi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Studi Pendidikan Biologi IKIP PGRI Semarang.
- Jakobsen R.1994. *Aerobic decomposition of organic wastes I. Stoichiometric calculation of air change*. November 1994, Pages 165-175. Science Direct
- Lingga, P. 1991. *Jenis Dan Kandungan Hara Pada Beberapa Kotoran Ternak*. Pusat Pelatihan Pertanian Dan Pedesaan Swadaya (P4S) ANTANAN. Bogor.
- Nazir, Moh. 2005. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ningtyas, Dwi Ratuih. 2011. *Pengaruh pemadatan terhadap Proses Dekomposisi pada Sampah Perkotaan*. Skripsi Departemen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro
- Nugroho,Setyo Adi.2014. *Produktivitas Serasah Dan Dekomposisi Semi Aerobik Daun Mahoni (Swietenia Macrophylla King)*. Skripsi.Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Putri,Harmin Adijaya.2015.*Pengaruh Bioaktivator Kotoran Sapi Pada Laju Dekomposisi Berbagai Jenis Sampah Daun Di Sekitar Kampus Universitas Hasanuddin*.Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin
- Rawoteea,Soonita. 2016.*Co-Composting Of Vegetable Wastes And Carton: Effect Of Carton Composition And Parameter Variations* .Bioresource Technology
- Regan, E.S. 1993. *Forage Conservation in the Wet/Dry Tropics for Small Landholder Farmers*. Thesis. Faculty of Science Northern Territory University, Darwin, Australia.
- Rindyastuti,Ridesti. *Komposisi Kimia dan Estimasi Proses Dekomposisi Serasah 3 Spesies Familia Fabaceae di Kebun Raya Purwodadi*.Seminar Nasional Biologi SB/P/BF/02

- Sahwan, Firman L. 2010. *Kualitas Produk Kompos Dan Karakteristik Proses Pengomposan Sampah Kota Tanpa Pemilahan Awal*. J. Tek. Ling Vol.11 No.1 Hal. 79 - 85 Jakarta, Januari 2010 ISSN 1441-318X
- Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
- Sharma, V.K.1997. *Processing of urban and agroindustrial residues by Aerobic Composting*. Energy Concers.
- Sugiyono.2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif R&B*. Alfabeta : Bandung
- Sutanto, Rachman.2002.*Pertanian organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Jakarta:Kanisius.
- Sya'ban, Ali. 2005. *Teknik Analisis Data Penelitian*. Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka (UHAMKA)
- Tchobanoglous, George, Theisen, Hilary, Vigil. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. Singapura : Mc Graw Hill
- Wahyono, Sri, Firman L dan Feddy Suryanto.2003. *Mengolah sampah menjadi bahan kompos Sistem Open windrow Bergulir Skala Kawasan*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi : pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Jakarta
- Wang, X., Cui, H., Shi, J., Zhao, X., Zhao, Y., Wei, Z., 2015. *Relationship between bacterial diversity and environmental parameters during composting of fferent raw materials*. Bioresour. Technol. Vol. 198
- Winda, L. 2009. *Penyisihan Senyawa Organik pada Biowaste Fasa Padat Menggunakan Reaktor Batch Anaer*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Lingkungan. ITB. Bandung.
- Yulipriyanto.__.*Laju Dekomposisi Pengomposan Sampah Daun Dalam Sistem Tertutup*. Skripsi Jurusan