

Pengomposan Sludge Hasil Pengolahan Limbah Cair PT. Indofood CBP Dengan Penambahan Lumpur Aktif Dan EM4 Dengan Variasi Sampah Domestik Dan Bawang Goreng

Aisyah Azka Hidayati, Winardi D.N , Syafrudin

ABSTRACT

PT. Indofood an industry that produces liquid waste. The results form the side of the WWTP sludge that has not been managed well. This study used the results of WWTP sludge, domestic waste and waste from the fried onions PT. Indofood CBP as compost material. Aerobic compost processed within 50 liter plastic drum volume for 28 days with activators menambarkan EM4 and activated sludge. Comparison of sludge: domestic waste: used cooking onions row - helped the 6: 1: 1, 5: 2: 1, 4: 1.5: 1. The results showed that the mature compost variation with composition 6: 1: 1 is more optimal than the other variation with the ratio of C / N 12.99. The results of the majority of the variation in mature compost meets SNI 19-7030-2004, but to control the fried onions and domestic wastes do not meet these standards. EM4 compost activators have depreciation rate - the average is 59.44% greater than the activated sludge is 53.33%.

Keywords: sludge WWTP; domestic waste; waste fried onions; compost; ratio C/N.

ABSTRAK

PT. Indofood merupakan industri yang menghasilkan limbah cair. Hasil samping dari IPAL berupa lumpur yang belum dikelola dengan baik. Penelitian ini menggunakan lumpur hasil IPAL, sampah domestik dan limbah bawang goreng dari PT. Indofood CBP sebagai bahan baku kompos. Kompos diproses secara aerobik di dalam drum plastik volume 50 liter selama 28 hari dengan menambahkan aktivator EM4 serta lumpur aktif. Perbandingan lumpur : sampah domestik : bawang goreng yang digunakan berturut – turut yaitu 6 : 1 : 1 ; 5 : 2 : 1 ; 4 : 1,5 : 1 . Hasil kompos matang menunjukkan bahwa variasi dengan komposisi 6 : 1 : 1 lebih optimal dibandingkan variasi yang lain dengan rasio C/N 12,99. Hasil kompos matang mayoritas variasi telah memenuhi SNI 19-7030-2004, tetapi untuk kontrol bawang goreng dan sampah domestik belum memenuhi standar tersebut. Kompos dengan aktivator EM4 mempunyai penyusutan rata – rata yang lebih besar yaitu 59,44% dibandingkan kompos dengan aktivator lumpur aktif yaitu 53,33%.

Kata kunci : lumpur IPAL; sampah domestik; limbah bawang goreng; kompos; rasio C/N.

PENDAHULUAN

PT. Indofood CBP merupakan salah satu industri di bidang makanan yang memproduksi *ingredients* sebagai produk utamanya. Dalam proses pengolahannya, industri ini juga menghasilkan hasil samping dari proses pengolahan air limbahnya yakni berupa minyak dan lumpur (*sludge*) yang volumenya cukup besar dan tidak adanya pengelolaan lanjutan bagi lumpur tersebut. Menurut Soetopo (1992), industri mie merupakan salah satu industri penghasil limbah padat terbesar, dengan kontribusi tertingginya berasal dan pengolahan limbah cair (berupa lumpur).

Salah satu upaya penanganan jumlah lumpur yang semakin meningkat adalah dengan cara mengolah sampah menjadi kompos (Djuarnani dkk, 2008). Kompos merupakan pengolahan sampah yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme sehingga sampah-sampah tersebut jumlahnya menjadi lebih sedikit. Sampah yang digunakan adalah sampah organik. Lumpur dari PT. Indofood CBP memiliki kandungan organik yang tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai bahan kompos.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui komposisi variasi pengomposan limbah lumpur IPAL PT. Indofood CBP yang paling optimum dan memanfaatkan limbah lumpur

IPAL PT. Indofood CBP secara efektif sehingga menambah nilai ekonomi dan mengurangi pencemaran lingkungan.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan pengomposan yang digunakan adalah lumpur hasil IPAL, sampah domestik, dan limbah bawang goreng PT. Indofood CBP. Bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia untuk analisis kadar karbon (C-organik), kadar nitrogen (N-total), kadar fosfor (P-total), dan kadar kalium (K-total).

Alat yang digunakan yaitu bak pengomposan, sarung tangan, timbangan, sprayer, pHmeter, termometer, ayakan dan peralatan laboratorium.

Penelitian berlangsung selama 28 hari dan terdiri dari tiga tahapan. Tahap I merupakan tahap pendahuluan yaitu uji pendahuluan dan penyiapan bahan. Tahap II merupakan tahap pengomposan yaitu pembuatan tumpukan kompos dan pengujian C,N,P,K dan kadar air setiap minggu. Tahap III merupakan tahapan analisis data yaitu pengolahan data dan pembuatan laporan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Pendahuluan

Tujuan dari uji pendahuluan yaitu untuk mengetahui karakteristik bahan-bahan kompos yang selanjutnya akan digunakan untuk mencari komposisi variasi agar proses pengomposan berjalan dengan optimal. Hasil uji pendahuluan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Pendahuluan Bahan Kompos

No	Parameter	Sludge	Sampah Domestik	Bawang Goreng
1	C-organik (%)	22,31	37,25	24,12
2	N-total (%)	0,66	0,91	0,40
3	C/N rasio	33,80	40,93	60,30
4	K-total (%)	0,21	0,91	0,27
5	P-total (%)	0,24	0,30	0,22
6	Kadar air (%)	55,62	45,36	3,2091
7	pH	6,87	7,10	6,98
8	Temperatur (°C)	26	28	27

Sumber ; Data Primer, 2012

Berdasarkan uji pendahuluan dapat ditentukan komposisi variasi yang dapat dikomposkan.

Tabel 2. Kandungan Awal Tiap Variasi

Variasi	Perbandingan komposisi			Rasio C/N (%)	Kadar air (%)
	Sludge	Sampah Domestik	Bawang Goreng		
1	6	1	1	38,113	46,08
2	5	2	1	38,330	46,28
3	4	1,5	1	39,591	44,12
Kontrol	K1	1	0	33,14	52,93
	K4	0	1	39,60	47,90
	K3	0	0	60,30	3,2091

Sumber: Hasil Perhitungan, 2012

Keterangan: K1: Kontrol Sludge

K4: Kontrol Sampah Domestik

K3: Kontrol Bawang Goreng

Hasil Kompos Matang

Kompos matang dapat diamati dari perubahan fisiknya yaitu warna dan bau. Warna kompos yang sudah matang adalah semakin coklat kehitaman – hitaman, yang terbentuk akibat pengaruh bahan organik yang sudah stabil. Sementara bau kompos seperti tanah karena materi yang dikandungnya sudah menyerupai materi tanah (Isroi,2008). Bentuk akhir sudah tidak menyerupai bentuk aslinya karena sudah hancur akibat penguraian alami oleh mikroorganisme yang hidup di dalam kompos. Warna kompos pada semua variasi sudah sesuai dengan kriteria kompos matang berdasarkan Isroi (2008).

Berat bahan kompos pada akhir pengomposan mengalami penurunan sangat signifikan. Reduksi bahan kompos disebabkan oleh perombakan bahan kompos. Menurut Isroi (2008) kompos yang sudah matang akan mengalami penyusutan berat/ volume berkisar antara 20-40%. Berat akhir kompos matang berkisar antara 36,67-63,33%.

Rekapitulasi Hasil Kompos

Kematangan kompos dapat dilihat dari kandungan karbon dan nitrogen melalui rasio C/N. Rasio C/N dan temperatur semua variasi pada akhir pengomposan telah memenuhi standar persyaratan kompos matang menurut SNI 19-7030-2004 (10-20), kecuali rasio C/N variasi K4 dan K3 belum memenuhi standar kompos matang. pH pada variasi K4A, K3A, K3B tidak memenuhi standar kompos matang (6,8-7,49).

Rekapitulasi Hasil kompos ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Kompos Matang Aktivator Lumpur Aktif

Parameter	Aktivator Lumpur Aktif						Aktivator EM4						Tanpa Aktivator		SNI
	K1	K4	K3	1	2	3	K1	K4	K3	1	2	3	K1	1	
C-organik (%)	13,45	20,73	12,49	14,95	16,77	16,33	14,13	21,35	22,70	13,21	14,10	16,91	13,70	19,04	9.8 - 32
N-total (%)	0,78	0,82	0,43	1,01	0,98	0,96	0,96	0,95	0,78	1,02	0,92	1,01	0,79	0,78	> 0.4
Rasio C/N	17,14	25,16*	39,54*	14,81	17,17	17,09	14,77	22,50*	46,75*	12,99	15,32	16,75	17,37	24,41*	10 - 20
P-total (%)	0,30	0,40	0,28	0,47	0,48	0,46	0,44	0,62	0,31	0,54	0,55	0,52	0,29	0,4	> 0.1
K-total (%)	0,27	1,30	0,28	0,53	0,54	0,53	0,40	1,19	0,45	0,56	0,57	0,55	0,28	0,43	> 0.2
Kadar air (%)	34,39	44,11	32,66	43,91	44,70	35,61	45,76	43,10	38,86	43,91	41,81	46,54	39,30	51,84*	< 50
pH	7,04	7,74*	5,67*	7,12	7,2	6,97	6,87	7,3	5,73*	7,24	7,19	7,08	6,97	6,96	6.8 - 7.49
Temperatur matang minggu ke	26	28,20	31	29	28,50	29	27,10	27	32	28	29	28,5	25,70	29	suhu air tanah
	4	>4	>4	3	4	4	4	>4	>4	3	4	4	4	>4	-

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium, 2013

Keterangan: K1 : Kontrol *Sludge*

K4 : Kontrol Sampah Domestik

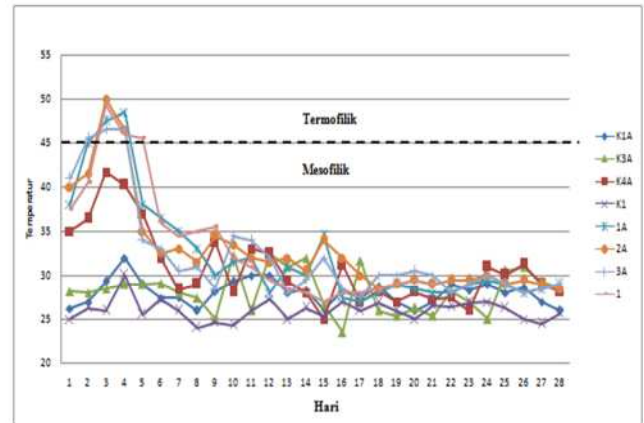
K3 : Kontrol Bawang Goreng

* : tidak memenuhi

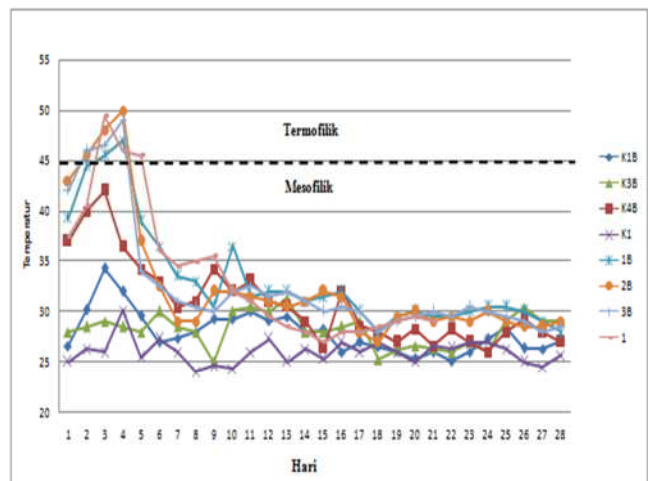
Analisa Temperatur Pengomposan

Perubahan temperatur dalam pembuatan kompos merupakan indikator apakah proses penguraian bahan organik berjalan dengan baik atau tidak. Pada hari ketiga temperatur akan naik pada fase termofilik. Kisaran temperatur tersebut merupakan yang terbaik bagi pertumbuhan mikroorganisme termofilik (Djuarnani *dkk*, 2005). Pada variasi 1,2,3 mengalami fase termofilik tetapi variasi K1,K4 dan K3 tidak mengalami fase termofilik. Kenaikan temperatur terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik dengan oksigen sehingga menghasilkan energi dalam bentuk panas, CO₂ dan uap air.

Jumlah mikroorganisme patogen yang ada akan berkurang dan tidak aktif apabila suhu melebihi 57°C (Yenie, 2008). Oleh sebab itu suhu diatas 60°C mikroba tidak aktif dan kecepatan penguraian berkurang. Temperatur tertinggi pada variasi 1A,2A,3A,1B,2B, 3B dan 1 tanpa aktivator berturut-turut yaitu 48,5; 50; 46,5; 47; 50; 49 dan 49,5°C. Pada akhir pengomposan temperatur sudah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu berkisar antara 26-30°C. Temperatur kompos selama 28 hari adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Temperatur Aktivator Lumpur Aktif

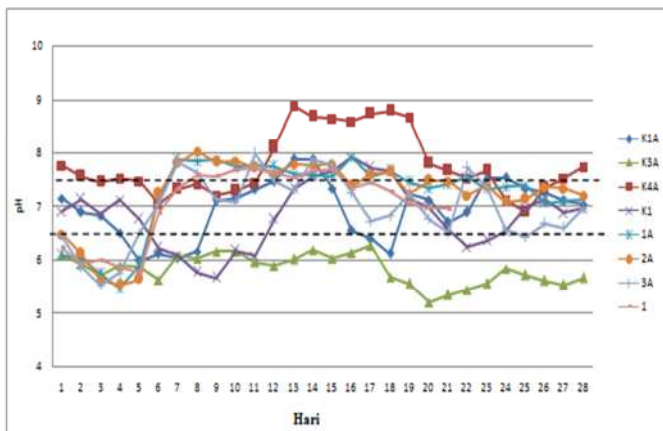


Gambar 2. Grafik Temperatur Aktivator EM4

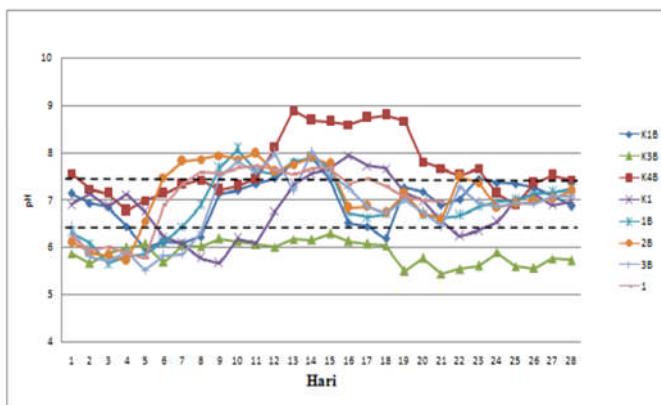
Analisa Derajat Keasaman (pH) Pengomposan

Pengamatan pH dilakukan setiap hari dengan mencapkan pH-meter pada tumpukan kompos. Mikroba kompos akan bekerja pada keadaan pH netral sampai sedikit masam, dengan kisaran pH antara 5,5 sampai 8. Pada awal pengomposan nilai pH kompos cenderung turun, hal ini menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dan telah terbentuknya asam – asam organik yang merupakan asam – asam lemah. Kemudian pH akan naik akibat perubahan asam – asam organik menjadi CO₂ (Noor dkk,2005) dan proses pembentukan amonia dari bahan yang mengandung nitrogen juga akan meningkatkan pH (Isroi,2008).

Pada awal pengomposan pH semua variasi mengalami penurunan kecuali variasi K3 tidak menunjukkan penurunan yang signifikan. Pada akhir pengomposan mayoritas variasi telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004(6,8-7,49) tetapi variasi K4A, K3A dan K3B tidak memenuhi standar.



Gambar 3. Grafik pH aktivator Lumpur Aktif

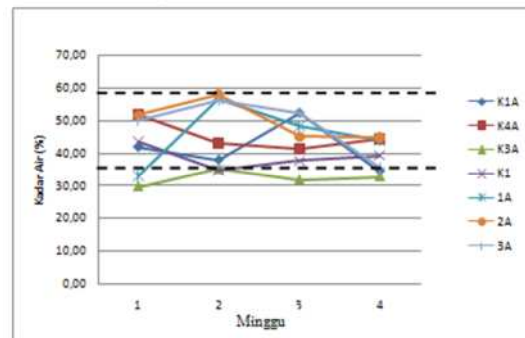


Gambar 4. Grafik pH aktivator EM4

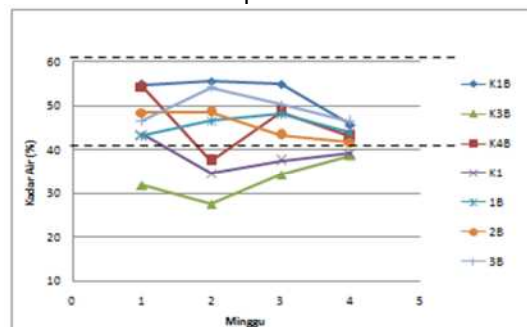
Analisa Kadar Air Pengomposan

Kadar air dalam proses pengomposan harus dijaga antara 40-60%. Kondisi kadar air dibawah 40% atau kering akan menyebabkan dekomposisi berjalan lambat bahkan akan terhenti, begitu pula sebaliknya jika kadar air diatas 60% atau terlalu basah maka akan terjadi proses anaerob karena kesulitan dalam aerasi dan akan menimbulkan bau (Reddy,2011)

Kadar air Variasi K1A, K3A, K4B dan K3B selama pengomposan kurang dari 40% sehingga harus dilakukan penyiraman agar kadar air mencapai 40-60%. Pada akhir pengomposan semua variasi telah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu kadar air >50%.



Gambar 5. Grafik Kadar Air Aktivator Lumpur Aktif



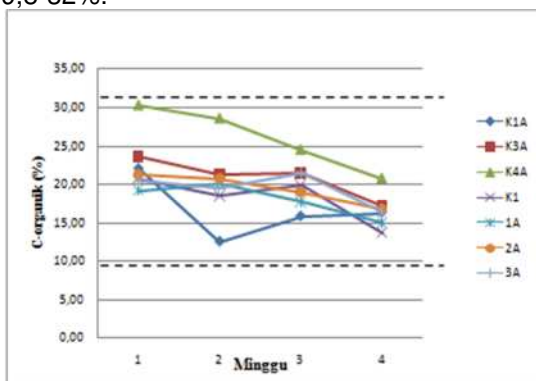
Gambar 6. Grafik Kadar Air Aktivator EM4

Analisa C-organik Pengomposan

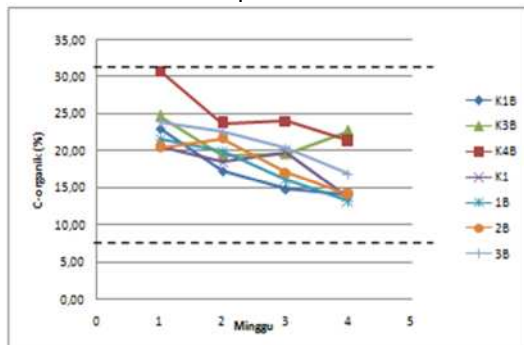
Nilai C-organik pada semua kontrol dan variasi mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme memanfaatkan unsur C (karbon) sebagai sumber energi dan membebaskan dalam bentuk CO₂ (S, Andika dan Dody, 2008). Selama proses dekomposisi karbon diperlukan mikroorganisme sebagai sumber

energi untuk membentuk sel – sel baru dan pertumbuhan (Sutanto,2002).

Kandungan C-organik dipengaruhi oleh nilai C-organik pada bahan dan jumlah mikroorganismenya yang hidup selama proses pengomposan. Semakin banyak mikroorganismenya maka bahan organik akan lebih cepat terdekomposisi dan penurunan C-organik juga semakin besar. Pada akhir pengomposan C-organik berkisar antara 12,35-21,35%. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan C-organik pada semua variasi telah memenuhi persyaratan kompos matang berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu 9,8-32%.



Gambar 7. Grafik C-organik Aktivator Lumpur Aktif



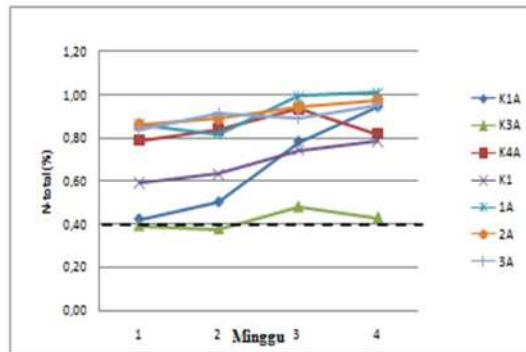
Gambar 8. Grafik C-organik Aktivator EM4

Analisa N-total

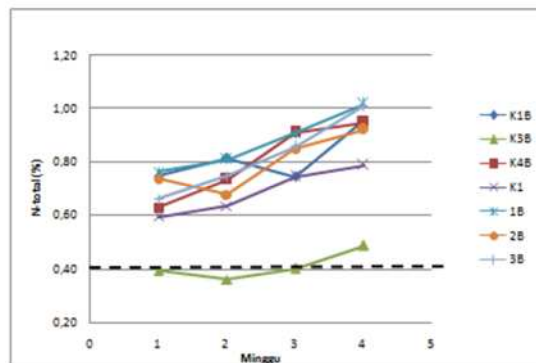
Pada proses pengomposan N-total akan mengalami peningkatan. Peningkatan N-total merupakan akibat penguraian protein menjadi asam amino oleh mikroorganismenya yang dikenal dengan proses amonifikasi. Asam amino mengalami amonifikasi menjadi ammonium yang selanjutnya dioksidasi menjadi nitrat (Atmojo,2003)

Pada proses pengomposan N-total semua variasi telah mengalami peningkatan. Pada

akhir pengomposan Variasi 1,2 dan 3 memiliki kadar N-total yang tidak jauh berbeda. Hal ini sesuai dengan penelitian Arlinda (2011) yaitu N-total menunjukkan peningkatan selama proses pengomposan dan pada akhir pengomposan nilai N-total pada masing-masing aktivator tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena jenis bahan yang digunakan sama walaupun komposisi jumlah masing-masing bahan berbeda.



Gambar 9. Grafik N-total Aktivator Lumpur Aktif



Gambar 10. Grafik N-total Aktivator EM4

Analisa C/N

Parameter utama dalam proses pengomposan adalah terjadi perubahan rasio C/N. Perubahan tersebut menunjukkan adanya dekomposisi bentuk struktur, komposisi karbon, dan nitrogen organik bahan yang dikomposkan (Indrasti dan Rio,2003). Pada akhir pengomposan mayoritas variasi sudah memenuhi standar kompos matang SNI 19-7030-2004 yaitu 10-20. Namun, variasi K4 dan K3 belum memenuhi standar karena rasio C/N melebihi 20. Rasio C/N pada akhir pengomposan ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Rasio C/N Kompos

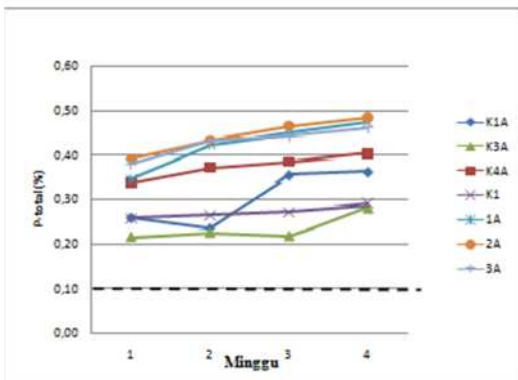
Variasi	Rasio C/N akhir		Keterangan
	Aktivator EM4	Aktivator Lumpur Aktif	
K1	14,77	17,14	memenuhi
K4	22,50	25,16	tidak memenuhi
K3	46,75	39,54	tidak memenuhi
1	12,99	14,47	memenuhi
2	15,32	15,87	memenuhi
3	16,75	17,09	memenuhi
1 tanpa aktivator	24,41		tidak memenuhi
K1 tanpa aktivator	17,37		memenuhi
Rata-rata	18,56	19,76	

Sumber : Data Primer, 2013

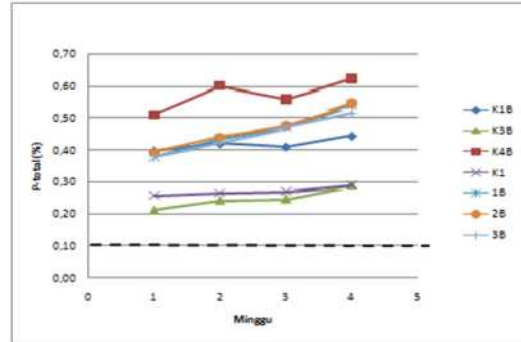
Keterangan: K1 : Kontrol *Sludge*
 K4 : Kontrol Sampah Domestik
 K3 : Kontrol Bawang Goreng
 * : tidak memenuhi

Analisa P-total Pengomposan

Hasil penelitian telah sesuai dengan Komarayati (2004) yaitu P-total mengalami peningkatan selama proses pengomposan namun tidak terlalu signifikan. Peningkatan P-total terjadi karena aktivitas mikroba yang mendekomposisi bahan-bahan organik. Rata – rata peningkatan P-total aktivator EM4 lebih besar yaitu 46,31% dibanding peningkatan aktivator lumpur aktif 13, 17%. P-total tertinggi terdapat pada variasi 1B(0,68) dan terendah pada variasi K3A(0,29). Pada akhir pengomposan nilai P-total semua variasi telah memenuhi standar kompos matang berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu >0,1



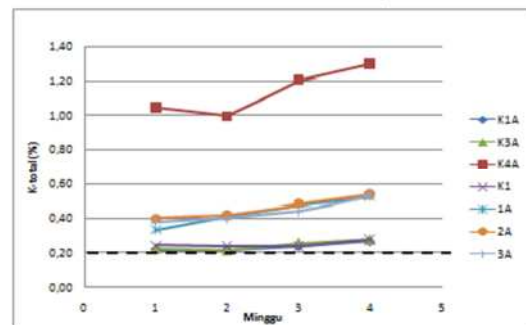
Gambar 11. Grafik P-total Aktivator Lumpur Aktif



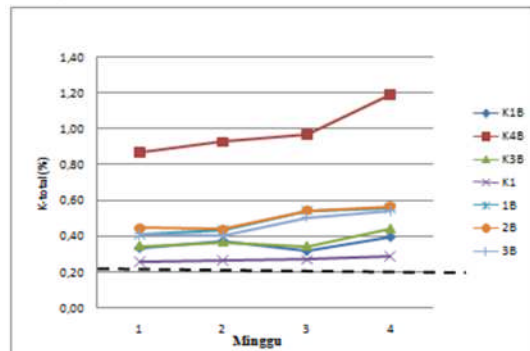
Gambar 12. Grafik P-total Aktivator EM4

Analisa K-total Pengomposan

Kalium diserap dalam bentuk K^+ (terutama pada tanaman muda). Zat kalium mempunyai sifat mudah larut dan hanyut, selain itu mudah difiksasi (diserap) dalam tanah (Nasrul,2009). Peningkatan K-total selama proses pengomposan disebabkan oleh aktivitas mikroba yang mendekomposisi bahan-bahan organik. Rata – rata kenaikan K-total pada aktivator EM4 lebih besar dari pada lumpur aktif. Pada akhir pengomposan nilai K-total tertinggi pada K4A(1,3%) dan terendah pada K1A(0,27%). Pada akhir pengomposan nilai K-total semua variasi telah memenuhi standar kompos matang berdasarkan SNI 19-7030-2004 yaitu >0,2.



Gambar 13. Grafik K-total Aktivator Lumpur Aktif



Gambar 14. Grafik K-total Aktivator EM4

Rekapitulasi Kinerja Pengomposan

Berdasarkan analisa kinetika pengomposan baik dengan aktivator lumpur aktif maupun EM4 selama 28 hari, dapat disimpulkan bahwa proses pengomposan berjalan dengan baik dan hasil kompos matang sudah memenuhi standar persyaratan. Namun rasio C/N pada variasi K4A(25,16), K4B(22,50) , K3A (39,54) dan K3B(46,75) dan pH akhir pengomposan pada variasi K4A(7,74), K3A(5,67) dan K3B(5,73) belum memenuhi standar kompos matang.

Kualitas kompos matang dengan aktivator EM4 lebih bagus dibandingkan dengan aktivator lumpur aktif. Rasio C/N kompos dengan aktivator EM4 lebih rendah dari aktivator lumpur aktif. P-total dan K-total kompos dengan aktivator EM4 lebih tinggi dibandingkan dengan aktivator lumpur aktif. Namun penyusutan kompos matang aktivator lumpur aktif (61,67%) lebih sedikit dibandingkan dengan aktivator EM4 (63,33%). Hasil kompos matang dengan aktivator lumpur aktif akan lebih banyak daripada aktivator EM4. Namun perbedaan berat kompos matang tidak berbeda jauh, hanya terpaut 1,67%. Oleh karena itu dipilih variasi yang paling optimum pada proses pengomposan yaitu variasi 1 dengan aktivator EM4 (Variasi 1B).

Penerapan Variasi Optimum Pengomposan

Berdasarkan rekapitulasi kinerja pengomposan, Variasi optimum yang dapat diterapkan di PT. Indofood CBP yaitu Variasi 1 dengan aktivator EM4, karena kompos dapat matang pada minggu ke-3. Variasi 1 dapat mengurangi timbulan *sludge* (16%) , sampah domestik (100%) dan bawang Goreng (10%). Sampah domestik dan bawang goreng sebanyak 188,67 kg/hari dibutuhkan untuk mencapai pemanfaatan *sludge* 100% dengan berat akhir kompos matang 553,47 kg/hari.

Penerapan Hasil Kompos

Kandungan unsur-unsur hara makro dalam kompos Variasi 1 menunjukkan nilai yang cukup tersedia. Unsur-unsur dalam kompos Variasi 1 yaitu karbon(13,21%) dan

nitrogen(1,02%) , kalium(0,57%) dan fosfat(0,54%). Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan bahwa kandungan N-total tergolong sedang, P-total tergolong rendah dan K-total tergolong kualitas kompos tinggi karena melebihi 0,3% (Miftahul 2003). Kalium berperan membantu pembentukan protein dan karbohidrat serta meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit meningkatkan kualitas biji/buah. Kompos dengan kandungan K-total yang tinggi cocok digunakan untuk perkebunan dan pertanian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil kompos yang paling optimal yaitu Variasi 1 dengan perbandingan K1 : K4 : K3 sebesar 6 : 1: 1 dan dengan aktivator EM4. Karakteristik kompos matang variasi 1 yaitu C-organik 13,21%, N-total 1,02, Rasio C/N 12,99 , P-total 0,54%, K-total 0,56% dan Kadar Air 43,91%, pH 7,24 , dan temperatur 28°C.
2. Jumlah *sludge* yang dapat dikomposkan dengan Variasi 1B yaitu 180 kg/hari, sedangkan sampah domestik dan bawang goreng masing-masing 30 kg/hari. Pemanfaatan timbulan *sludge* 100% (1132kg/hari) dapat dilakukan dengan menambahkan sampah domestik dan bawang goreng masing – masing 188,67 kg/hari. Jumlah kompos yang dihasilkan dari Variasi 1B dari berat campuran bahan 1509,3 kg/hari yaitu sebanyak 553,47 kg/hari dengan penyusutan sebesar 63,33%.

Saran

Tinggi tumpukan kompos pada penerapan lapangan minimal 1,2 meter agar mencapai tahap termofilik, sehingga proses dekomposisi berjalan lebih maksimal. Selain itu perlu adanya uji kompos terhadap tanaman hidup untuk mengetahui kandungan hara yang dominan dalam kompos pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlinda. 2011. Study Of Comparative Chemical Quality Of Compost Made From Oil Palm Bunches With Activator Of Activated Sludge Coca Cola

- Cocomas and Bokashi Compost.
<http://pasca.unand.ac.id>
- Atmojo, Suntoro W. 2003. *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta : Sebelas Maret University Press.
- Djuarnani, nan., Kristian, dan Budi Susilo Setiawan. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Isroi. 2008. *Kompos. Peneliti pada Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia*. Dari <http://isroi.files.wordpress.com/2008/02/kompos.pdf> . Bogor. (diakses 12 November 2012).
- Komarayati, Sri dan Gusmailina. 2004. *Pemanfaatan Limbah Padat pada Industri Pulp untuk Pupuk Organik*. <http://www.forda-mof.org>
- Nasrul, Teuku Maimun. 2009. Pengaruh Penambahan Jamur Pelapuk Putih (White Rot Fungi) pada Proses Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 7, No. 2, hal 194 – 199.
- Noor, Aliza, MS. Rusli, M.Yani, A. Halim dan N. Reza. 2005. *Pemanfaatan Sludge Limbah Kertas Untuk Pembuatan Kompos dengan Metode Windrow dan Cina*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* Vol,15(2). IPB
- Reddy, P. Jayarama. 2011. *Municipal Solid Waste Management*. BS Publication : India.
- Soetopo S, Rina.1992. *Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pulp dan Kertas Sebagai Kompos*”. *Berita Selulosa* No. 2 volume XXVIII . Bandung: Balai Besar Selulosa.
- Sutanto, Rachman. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Yogyakarta : Kanisius.
- Yenie, Elvi. 2008. *Kelembabam Bahan dan Suhu Kompos Sebagai Parameter yang Mempengaruhi Proses Pengomposan pada Unit Pengomposan Rumbai*. *Jurnal Sains dan Teknologi* 7. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.