

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil bahwa variasi antara kulit pisang : lumpur : kotoran sapi dengan variasi berat dapat mempengaruhi waktu kematangan kompos.

Berikut ini adalah merupakan hasil pengukuran pertama pada masing-masing reaktor, yaitu pengamatan yang dilakukan pada reaktor 1-5 dilakukan pada saat awal proses pengomposan mulai berjalan yang mana parameter yang diukur adalah % kadar air, pH, suhu, % N, % C, rasio C/N, % P, dan % K.

4.2. Penelitian Pendahuluan

Berikut ini adalah merupakan hasil pengukuran pertama pada masing-masing reaktor, yaitu pengamatan yang dilakukan pada reaktor 1-5 dilakukan pada saat awal proses pengomposan mulai berjalan yang mana parameter yang diukur adalah % kadar air, pH, suhu, % N, % C, rasio C/N, % P, dan % K.

4.3. Rasio C/N dan N, P, K

Adapun hasil pengukuran yang dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir untuk masing-masing reaktor, yaitu pengamatan pada reaktor 1-5 dilakukan pada saat hari pertama komposting berjalan yang meliputi % N, % P, % K, % C, C/N ditunjukkan pada tabel 4.1, 4.2, 4.3 di bawah ini :

Tabel 4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan Kualitas Kompos pada Awal Pengomposan

No	Jenis	C	BO	N total	P total	K total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	Lumpur	21,60	37.25	1.93	2.07	0.09	11.19
2	K.Sapi	16.11	27.77	1.00	1.31	0.93	16.11
3	15:50:35	22,62	38.99	1.72	1.92	0.79	13.15
4	35:50:15	22.27	38.40	1.96	2.21	1.07	11.36
5	25:50:25	21.55	37.16	2.08	1.99	0.62	10.36

Sumber : hasil analisa laboratorium fak.Pertanian UGM

Tabel 4.2. Hasil Penelitian Pendahuluan Kualitas Kompos pada Pertengahan Pengomposan

No	Jenis	C	BO	N total	P total	K total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	Lumpur	22.40	38.63	2.45	1.31	0.28	9.14
2	K.Sapi	17.24	29.72	1.43	0.82	0.58	12.06

3	15:50:35	21.86	37.68	2.23	1.05	0.97	9.80
4	35:50:15	23.74	40.92	2.54	1.17	1.26	9.35
5	25:50:25	21.92	37.79	2.39	1.27	0.95	9.17

Sumber : hasil analisa laboratorium fak.Pertanian UGM

Tabel 4.3. Hasil Penelitian Pendahuluan Kualitas Kompos pada akhir Pengomposan

No	Jenis	C	BO	N total	P total	K total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	Lumpur	22.52	38.84	2.63	2.21	0.70	8.56
2	K.Sapi	20.46	35.28	1.65	1.71	0.80	12.40
3	15:50:35	21.94	37.84	2.23	2.07	1.57	9.84
4	35:50:15	23.51	40.53	2.23	1.92	1.94	10.54
5	25:50:25	22.20	38.38	2.15	2.00	1.69	10.33

Sumber : hasil analisa laboratorium fak.Pertanian UGM

Pada masing-masing reaktor rasio C/N dari awal proses pengomposan sampai akhir pengamatan rata-rata cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan Nitrogen dalam bentuk organik didekomposisi oleh mikroorganisme menjadi NH_3 (proses amonifikasi). Setelah itu terjadi proses oksidasi NH_3 oleh bakteri membentuk nitrat (nitrifikasi). Proses terjadi dalam dalam dua tahap yaitu membentuk nitrit oleh nitrosomonas dan pembentukan nitrat oleh nitrobakter, kemudian sebagai nitrat akan diubah menjadi bentuk gas oleh N_2 oleh

mikroorganisme atau atau biasanya dikenal dengan proses denitrifikasi. Karena proses nitrifikasi membentuk O^2 sehingga jika O^2 tidak tersedia dalam jumlah yang cukup maka akan tercipta kondisi anaerob, sehingga proses amonifikasi tidak dapat berjalan sempurna (Rao.1994).

Kondisi anaerob juga disebabkan oleh kadar air yang tinggi, sehingga rongga udara diisi oleh air dan udara tidak dapat masuk dalam tumpukan. hal ini menyebabkan NH_3 tidak dapat dirubah menjadi nitrit, dan nitrat yang sudah terbentuk sebelumnya akan dirubah menjadi N^2 sehingga NH_3 dan N^2 yang terakumulasi akan terlepas saat pembalikan (Jongki,2001).

Lindi yang keluar pada masing-masing reactor sangat sedikit sekali dan bahkan ada yang tidak mengeluarkan lindi sama sekali dan tidak dilakukan pengembalian kedalam reactor, sehingga mempengaruhi kadar air pada tiap reactor yang semakin turun. Kematangan kompos ditunjukkan dengan rasio C/N yang < 20 .

Pada reactor 1 dan 2 yaitu 100 % Lumpur dan 100 % kotoran sapi juga mengalami penurunan nilai C/N pada pengamatan pertama, kedua, dan yang ketiga. Selain dilihat dari rasio C/N < 20 kematangan kompos dilihat dari beberapa pendekatan, yaitu :

- Penurunan temperatur diakhir proses.

- Penurunan kandungan organik kompos yang diukur sebagai kandungan volatile solid (VS), COD, persen karbon atau kandungan abu dan rasio C/N.
- Adanya nitrat yang hilang.
- Berkurangnya pertumbuhan larva dan serangga diakhir proses.
- Hilangnya bau busuk.
- Adanya warna putih atau abu-abu, karena adanya pertumbuhan mikroba.

Proses perubahan bahan organik menjadi kompos tergantung pada aktivitas mikroorganisme. Untuk aktivitasnya mikro organisme memerlukan sumber karbon untuk mendapatkan energi dan bahan bagi sel sel baru. Pasokan nitrogen diperlukan mikroorganisme untuk membentuk protein sel. pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai rerata ratio C/N untuk ke 3 variasi, yaitu perbandingan C/N antara 9 sampai 13, berdasarkan data dari nilai perbandingan C/N ke 3 variasi tersebut dapat dinyatakan sebagai kompos matang. Sedangkan lumpur (reaktor 1) setelah mengalami proses pengomposan memiliki kandungan nilai C/N kecil yaitu 8,56 karena berdasarkan pengecekan awal kandungan C/N lumpur juga kecil yaitu 11,19 . Prinsip pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N bahan organik mendekati rasio C/N tanah 10 – 12, hasil rasio C/N pengomposan yang memiliki C/N mendekati atau sama dengan tanah memungkinkan kompos tersebut dapat diserap oleh tanaman (Murbandono,1995)

Selain dilihat dari rasio $C/N < 20$ kematangan kompos juga dapat dilihat dari beberapa pendekatan, yaitu :

1. Penurunan temperatur diakhir proses
2. Penurunan kandungan organik kompos
3. Meningkatnya nilai pH kompos
4. Berkurangnya pertumbuhan larva dan serangga diakhir proses
5. Hilangnya bau busuk
6. Adanya warna putih atau abu-abu, karena adanya pertumbuhan mikroba.

Kualitas kompos yang dihasilkan memang lebih rendah dari pada pupuk kimia yang banyak dijual dipasaran yang sudah umum dikonsumsi oleh petani, ini yang menjadi perbedaan antara kompos dengan pupuk buatan sehingga tidak dapat juga dijadikan unsur utama bagi tanaman (Anonim, 1992). Kandungan N, P, K pada berbagai pupuk kimia dapat dilihat pada Tabel 4.4. Tetapi kompos mengandung unsur-unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang seimbang yang terkadang tidak terdapat pada pupuk buatan (Murbandono, 2000). Dan kompos ini telah memenuhi standar kualitas kompos, menurut SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4. Kandungan N, P, K Berbagai Pupuk Kimia

Nama Pupuk	% N	% P	% K
ZwavelvureAmoniak (ZA)	20-21	-	-
Uream	45-56	-	-
Chlispeter	14-16	-	-
Tripelfosfat	-	56	-
Kalkfosfat Kalniet (KN)	-	-	14-15
Zwafelvurekali (ZK)	-	-	48-52
Monoamonilum Fosfat	10-12	50-60	-
Kalium Nitrat	20-21	-	42-45

(Setyawati,2004)

Tabel 4.5. Standart Kualitas Kompos

Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
Ph	-	6,8	7,49
Bahan Organik	%	27	58
Nitrogen (N)	%	0,4	-

Karbon (C)	%	9,80	32
Pospor (P)	%	0,10	-
Rasio C/N	%	10	20
Kalium (K)	%	0,2	-

(SNI 19-7030-2004)

Dalam pengomposan ini, untuk unsur P (Fosfor) pada proses pembuatan berlangsung baik, maka 50 % -60 % Fosfor akan berubah bentuk larut sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman.

Nilai P terbesar terdapat pada reaktor variasi **0 : 100 : 0** yaitu **2,21 %** dan nilai P yang terkecil pada variasi **0 : 0 : 100** yaitu **1,71 %**.

Pengaruh Fosfor terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

- Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai
- Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.
- Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah
- Dapat meningkatkan produksi biji-bijian

Fosfor (P) di dalam tanah berfungsi sebagai zat pembangun dan terikat dalam senyawa-senyawa organik. Bagian-bagian tubuh tanaman yang bersangkutan dengan pembiakan generatif seperti daun-daun bunga, tangkai-tangkai, sari kepala-

kepala sari, butir-butir tepung sari, daun buah, serta bakal biji ternyata mengandung P jadi bagi maksud mendorong pembentukan buah sangat banyak diperlukan unsur P. Sedangkan apabila kekurangan unsur fosfor (P) akan menimbulkan hambatan pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang, seperti misalnya pada tanaman sereal (padi-padian, rumput-rumputan penghasil biji yang dapat dimakan, gandum, jagung.) dapat merugikan hasil biji.

Untuk unsur K (kalium) pada proses pembuatan berlangsung baik, maka sebagian besar kalium dalam bentuk terlarut sekitar 90-100 % kalium itu mudah diserap oleh tanaman (Murbando, 2000).

Nilai K terbesar terdapat pada reaktor 4 pada variasi **35 : 50 : 15** yaitu **1,94 %** dan nilai K yang terkecil pada variasi **0 : 100 : 0** yaitu **0,70 %**.

Nilai kalium yang tertinggi terdapat variasi yang jumlah bahan tambahannya yang paling besar yaitu 35 % kulit pisang, yang mana kulit pisang terbukti memiliki nilai K (kalium) tinggi.

Pengaruh kalium terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

- Pembentukan protein dan karbohidrat
- Mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman
- Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit
- Meningkatkan kualitas biji (buah)

Kalium (K) banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang mengandung protein. Selain itu ion kalium mempunyai fungsi fisiologis yang khusus pada asimilasi zat arang yang berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberi kalium maka asimilasi akan terhenti.

Sumber-sumber kalium adalah :

1. Beberapa jenis mineral.
2. Sisa-sisa tanaman dan jasad renik.
3. Air irigasi dan larutan dalam tanah.
4. Abu tanaman dan pupuk buatan.

Sedangkan kekurangan kalium gejalanya jarang ditampakkan ketika tanaman masih muda. Gejala yang terdapat pada daun tampak agak mengkerut dan kadangkala mengkilat. Daun tampak bercak bercak kotor. Gejala yang terdapat pada batang yaitu batangnya lemah dan pendek-pendek sehingga tanaman tampak kerdil, gejala yang tampak pada buah, misalnya buah kelapa dan jeruk banyak yang berjatuh sebelum masak. Bagi tanaman yang berumbi yang menderita defisiensi K hasil umbinya sangat kurang dan kadar hidrat arangnya demikian rendah.

Nilai N total terbesar terdapat pada reaktor variasi **35 : 50 : 15** yaitu **2,23 %** dan nilai N yang terkecil pada variasi **0 : 0 : 100** yaitu **1,65 %**

Pengaruh Nitrogen terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

- Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman

- Untuk menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan N menyebabkan *klorosis* (pada daun muda berwarna kuning)
- Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman
- Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, yang ada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar, tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembungaan dan pembuahan pada tanamannya. Sedangkan apabila kekurangan unsur Nitrogen (N) maka akan terlihat gejala sehubungan dengan kekurangan unsur hara ini dapat terlihat dimulai dari daunnya, warnanya yang hijau agak kekuning-kuningan selanjutnya berubah menjadi kuning lengkap. Pada tanaman dewasa pertumbuhan yang terhambat ini akan berpengaruh pada pembuahan, yang dalam hal ini perkembangan buah tidak sempurna, umumnya kecil-kecil dan cepat matang. Kandungan unsur N yang rendah dapat menimbulkan daun penuh dengan serat, hal ini dikarenakan menebalnya membran-sel daun sedangkan selnya sendiri berukuran kecil-kecil.

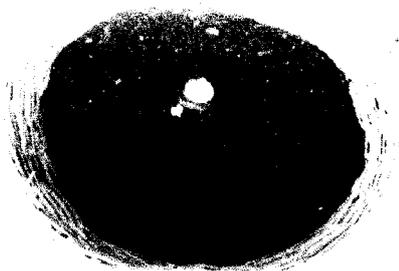
Kompos yang dihasilkan ini sangat baik digunakan sebagai pupuk organik karena daya penambahan pupuk organik ini tanah yang ringan strukturnya dapat ditingkatkan sedang tanah yang berat menjadi ringan serta meningkatkan kapasitas

ikat tanah. Disamping itu penambahan kompos pada tanah dapat mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dalam air.

Kompos sendiri memiliki kandungan unsur hara dalam jumlah yang seimbang karena merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik. Apabila diinginkan peningkatan unsur N, P, K untuk pemakaian pertanian, kompos dapat dicampurkan dengan bahan kimia atau pupuk tertentu.

4.4. Pengukuran pH

Seperti faktor lainnya, derajat keasaman perlu dikontrol selama proses pengomposan berlangsung, karena pH juga merupakan faktor lingkungan yang penting bagi pertumbuhan mikroorganisme. Melalui pengamatan pH yang telah diamati pada saat terjadinya proses komposting dapat dilihat dari grafik sehingga memudahkan pengamatan proses dekomposisi. Gambar alat pengukur pH dapat dilihat pada Gambar 4.1, dan tabel hasil pengukuran pH pada setiap reaktor dapat dilihat pada tabel 4.6.



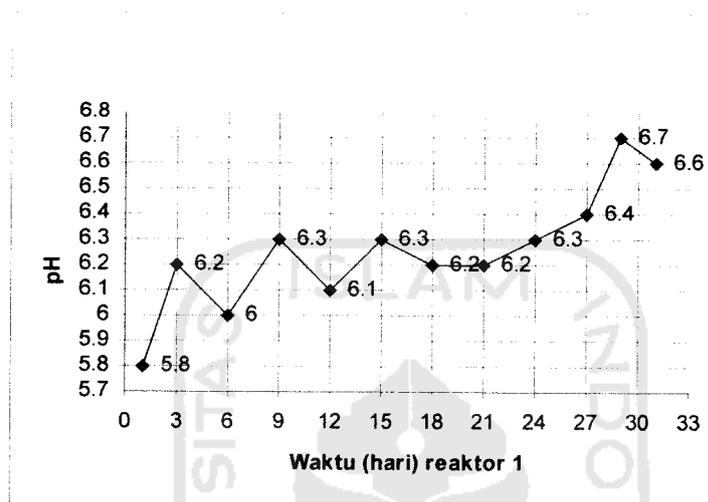
Gambar 4.1. Pengukuran pH pada Reaktor dengan Menggunakan pH meter

Tabel 4.6. Hasil Pengukuran pH Masing-masing Reaktor

Tanggal	R1 100 % (lumpur)	R2 100 % (Kotoran sapi)	R3 15:50:35	R4 35:50:15	R5 25:50:25
22/8/2005	5.8	6.1	6.2	5.9	6
25/8/2005	6.2	6	6.1	6.2	6
28/8/2005	6.0	6.3	6.1	6.1	6.3
31/8/2005	6.3	6.2	5.9	6	5.8
3/9/2005	6.1	6.4	5.9	5.9	6
6/9/2005	6.3	6.2	6	5.6	6
9/9/2005	6.2	6.2	6.2	6	5.8
12/9/2005	6.2	6.4	6.4	6.2	6.4
15/9/2005	6.3	6.6	6.4	6.1	6.4
18/9/2005	6.4	6.5	6.6	6.6	6.4
20/9/2005	6.7	6.6	6.4	6.6	6.6
22/9/2005	6.6	6.7	6.6	6.8	6.8

Sumber : Hasil Analisa lab. Kualitas air Jurusan Teknik Lingkungan UII

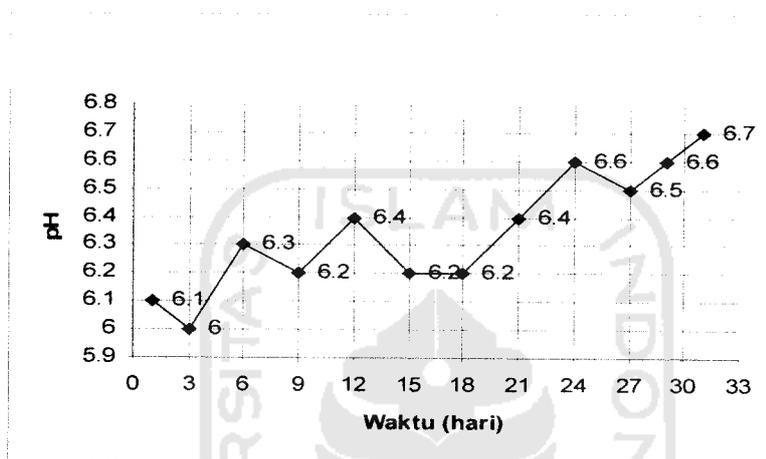
Grafik dari pengecekan pH pada reaktor 1,2,3,4 dan 5 dapat dilihat pada Gambar 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, dan 4.6.



Gambar 4.2. Grafik Nilai pH Pada Reaktor 1 = 100 % Lumpur

Pada reaktor 1 yaitu 100 % lumpur tanpa variasi dapat dilihat dari tabel bahwa pH lumpur yang berasal dari SDB cenderung bersifat asam dan mengalami kenaikan pada hari ke-3, sebaiknya derajat keasaman pada awal pengomposan akan mengalami penurunan tetapi pada reaktor 1 pH cenderung mengalami kenaikan dan berapa pada angka kisaran pH kompos yang optimal yaitu 6,0-8,0. Hal ini disebabkan karena pada reaktor 1 tidak terdapat campuran material organik yang berfungsi mendekomposisi unsur organik. Keasaman harus masuk dalam kriteria kualitas pupuk organik, berkisar netral. Dalam kondisi normal tidak akan

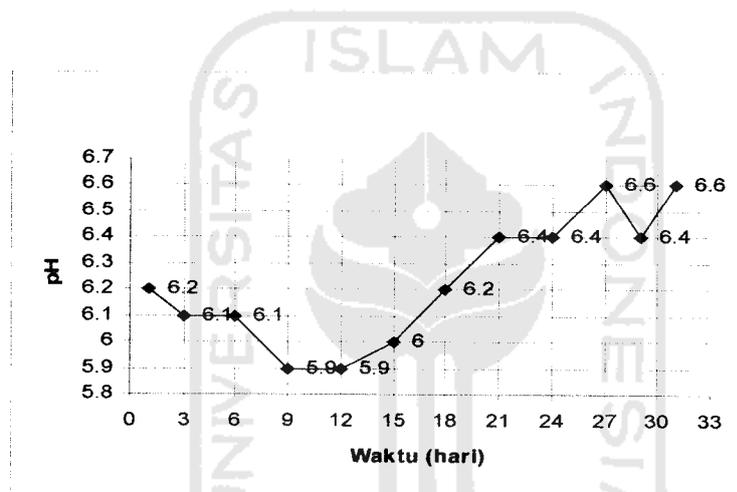
menimbulkan masalah, sejauh proses pengomposan yang dilakukan dapat mempertahankan pH pada kisaran netral.



Gambar 4.3. Grafik Nilai pH Pada Reaktor 2 = 100 % Kotoran Sapi

Pada Reaktor 2 yaitu 100 % Kotoran sapi dapat dilihat pada awal proses terjadi penurunan pH, dan mengalami kenaikan pada hari ke-6. Kenaikan pH pada reaktor 2 ini tidak begitu besar dan mencolok, peningkatan pH secara berangsur-angsur disebabkan hasil dekomposisi bahan organik pada tahap sebelumnya seperti asam-asam organik dikonversikan sebagai metan dan CO₂ (Polprasert,1989) berlangsung lebih lama. Seperti halnya kotoran sapi yang memiliki gas metan yang tinggi dari amoniak hingga berubah menjadi gas metan, pada prinsipnya bahan organik dengan nilai pH antara 3 – 11 dapat dikomposkan, Bakteri lebih

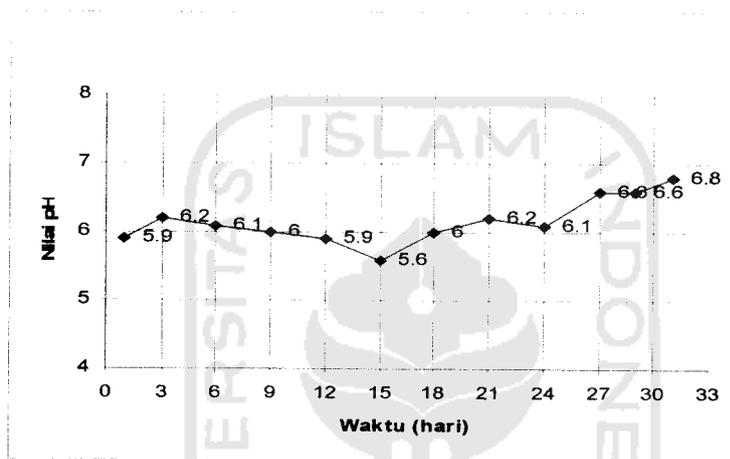
senang pada pH netral, fungi berkembang lebih baik pada kondisi pH agak asam. Biasanya pH agak turun pada awal proses pengomposan karena aktivitas bakteri yang menghasilkan asam pada kotoran sapi. Dengan munculnya mikroorganisme lain dari kotoran sapi yang didekomposisi maka pH kotoran sapi kembali naik setelah hari ke-6 dan berada pada kondisi netral.



Gambar 4.4. Grafik Nilai pH Pada Reaktor 3 = 15 : 50 : 35

Berdasarkan gambar 4.5 pH pada awal proses turun dan akan mengalami kenaikan. Akan tetapi pada hari ke-12 pH mengalami kenaikan berangsur-angsur mendekati pH netral, kenaikan pH yang berangsur-angsur terjadi oleh hasil dekomposisi bahan, pada awal pengomposan pH cenderung basa dan dibantu dengan adanya organisme yang hidup untuk menguraikan partikel, menjadi partikel yang lebih sederhana. Pada reaktor 3 memiliki campuran material kulit pisang :

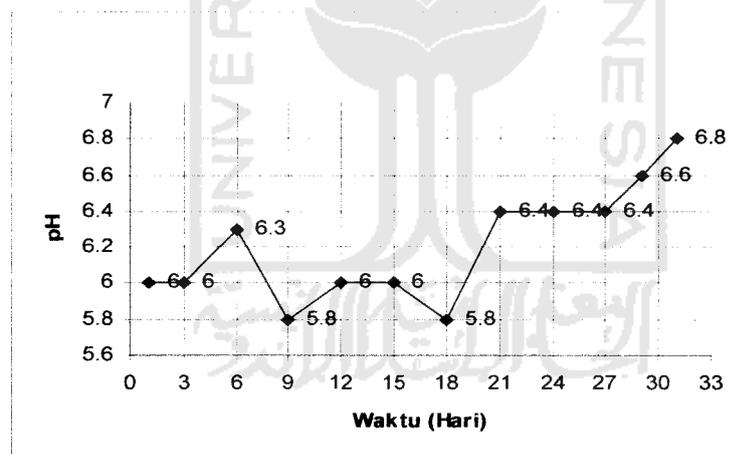
lumpur : kotoran sapi dengan perbandingan 15 : 50 : 35 sehingga pada hari ke-12 mengalami kenaikan pH secara perlahan karena pada reaktor memiliki cukup campuran material yang berfungsi mendekomposisi unsur organik.



Gambar 4.5. Grafik Nilai pH Pada Reaktor 4 = 35 : 50 : 15

Pada reaktor 4 dapat dilihat pada grafik juga mengalami kenaikan pH pada hari ke-3, kemudian mengalami penurunan yang tidak terlalu jauh pada hari ke-6, 9, 12 dan 15, kemudian pH berangsur-angsur mengalami kenaikan pH dan menjadi netral. Pada reaktor 3, pH pada awal pengomposan cenderung masih dalam keadaan asam tetapi pada akhir pengomposan menjadi pH netral. Hal ini juga adalah pengaruh dari bahan organik yaitu kulit pisang, pada reaktor 3 ini perbandingan bahan untuk kulit pisang adalah yang paling banyak komposisinya

yaitu sebesar 35 %, maka derajat keasaman pada awal proses pengomposan mengubah bahan organik menjadi asam organik. Pada proses selanjutnya, mikroorganismenya dengan jenis lain akan mengkonversi asam organik yang telah terbentuk sehingga kulit pisang yang memiliki derajat keasaman yang tinggi dan mendekati netral. pH yang awalnya asam akan naik dan cenderung basa dengan besarnya komposisi bahan organik pada reaktor 3 dengan cepat mendekati derajat keasaman yang netral karena karakteristik bahan yang mudah diuraikan oleh mikroorganismenya partikelnya, menjadi partikel yang lebih sederhana.



Gambar 4.6. Grafik Nilai pH Pada Reaktor 5 = 25 : 50 : 25

Dari pengamatan pH pada reaktor 5 selama proses komposting berlangsung, pada hari ke-3, 6 dan 9 pH naik turun berkisar dari 6,0 pada hari ke-3, dan naik lagi pada hari ke-6 menjadi 6,3 dan pada hari ke-9 turun menjadi 5,8, karena pada

penguraian bahan menjadi kompos terjadi pola perubahan nilai pH sejalan dengan waktu pengamatan. Nilai pH pada minggu pertama yaitu pada awal penguraian bahan organik adalah asam organik sederhana. Pada minggu kedua terjadi penurunan yang tidak terlalu mencolok akibat penurunan aktifitas mikroorganisme pengurai dan pada minggu ketiga nilai pH kembali meningkat.

Kenaikan pH yang berangsur-angsur disebabkan hasil dekomposisi bahan organik pada tahap sebelumnya seperti asam-asam organik dikonversikan sebagai metan dan CO_2 (Polprasert, 1989) berlangsung lebih lama. Selain itu peningkatan pH juga disebabkan oleh protein dan nitrogen organik yang menghasilkan *ammonium* yang dapat menaikkan pH. Selanjutnya akan terjadi tahap nitrifikasi, yaitu *nitrosomonas* dan *nitrobacter* tumbuh secara optimal dalam range ini. Proses nitrifikasi ini ditunjukkan dengan penurunan nilai rasio C/N, karena bahan karbon berkurang dengan pelepasan CO_2 dilain sisi ada peningkatan N-organik dalam bentuk yang lebih sederhana. Selanjutnya pada akhir proses setelah tercapai fase pendinginan, nilai pH bersifat netral dan nilai rasio C/N turun. Dengan perbandingan antara kulit pisang, sludge, dan kotoran sapi masing-masing reaktor 3 dan 4 adalah 15 : 50 : 35 dan 35 : 50 : 15, yang mana pada reaktor 3 yang memiliki bobot variasi kotoran sapi lebih banyak dan kulit pisang yang lebih sedikit lebih cepat mengalami penurunan pH pada awalnya asam akan naik dan cenderung basa,

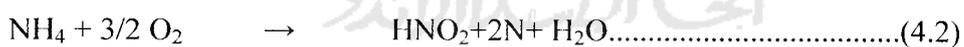
hal ini karena pengaruh dari kotoran sapi yang biasanya cenderung basa. Reaksi dapat dilihat dibawah ini :



Selain itu peningkatan pH juga disebabkan oleh protein dan nitrogen organik yang menghasilkan *ammonium* yang dapat menaikkan pH. Selanjutnya akan terjadi tahap nitrifikasi, yaitu *nitrosomonas* dan *nitrobacter* tumbuh secara optimal dalam range ini. Proses nitrifikasi ini ditunjukkan dengan penurunan nilai rasio C/N, karena bahan karbon berkurang dengan pelepasan CO₂ dilain sisi ada peningkatan N-organik dalam bentuk yang lebih sederhana. Selanjutnya pada akhir proses setelah tercapai fase pendinginan, nilai pH bersifat netral dan nilai rasio C/N turun. Untuk reaksi biokimia untuk pengomposan aerobik dapat dilihat pada persamaaan 4.2, 4.3, 4.3, 4.5 dibawah ini :

Reaksi biokimia untuk pengomposan aerobik

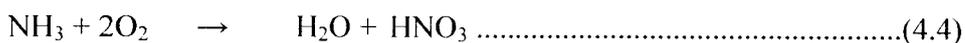
Nitrosomonas



Nitrobacter



Dengan persamaan reaksi biokimia diatas maka didapatkan hasil reaksi :



Transformasi aerobik

CHON + O₂ + Nutrien → sel-sel baru + CO₂ + H₂O + NH₃ + SO₄⁻² + panas + kompos.....(4.5)

4.4.1 Pengolahan Data Nilai pH Dengan Metode Statistik One Way ANOVA

Analisis data dengan metode ANOVA ini digunakan untuk menguji apakah nilai pH pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan. Pada Tabel 4.7 dapat dilihat ringkasan statistika dari data nilai pH.

Tabel 4.7. Descriptive untuk nilai pH

Descriptives

pH	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	12	6.258	.2429	.0701	6.104	6.413	5.8	6.7
2	12	6.350	.2195	.0634	6.211	6.489	6.0	6.7
3	12	6.233	.2462	.0711	6.077	6.390	5.9	6.6
4	12	6.167	.3447	.0995	5.948	6.386	5.6	6.8
5	12	6.208	.3204	.0925	6.005	6.412	5.8	6.8
Total	60	6.243	.2784	.0357	6.172	6.315	5.6	6.8

Hipotesis :

H₀ : Kelima varians populasinya identik

H₁ : Kelima varians populasinya tidak identik

Pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas > 0,05 ,maka H₀ diterima
- Jika probabilitas < 0,05, maka H₀ ditolak

Hasil perhitungan probabilitas dengan tes homogenitas variansi dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini :

Tabel 4.8. Homogenitas variansi untuk nilai pH

Test of Homogeneity of Variances

pH

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.071	4	55	.380

Analisis dengan tes homogenitas variansi bertujuan untuk menguji berlaku tidaknya asumsi untuk ANOVA, yaitu apakah kelima sampel memiliki varian yang sama, sebab salah satu asumsi dasar ANOVA adalah bahwa variannya haruslah sama.

Dari Tabel 4.8 diatas dapat terlihat bahwa *Lavene Test* hitung adalah 1,071 dengan nilai probabilitas 0,380. Oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, atau kelima varian adalah sama. Dibawah ini merupakan analisis data dengan metode ANOVA yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Hipotesis :

H_0 : Kelima rata-rata populasinya identik

H_1 : Kelima rata-rata populasinya tidak identik

Pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas $> 0,05$,maka H_0 diterima

- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Tabel 4.9. Analysis of Variances (ANOVA) untuk nilai pH

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.226	4	.056	.725	.579
Within Groups	4.282	55	.078		
Total	4.507	59			

Dari Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa F hitung adalah 0.725 dengan nilai probabilitas 0.579. Oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, maka tidak ada perbedaan yang signifikan dari ke-5 variasi bahan. Berarti variasi komposisi kulit pisang dan kotoran sapi untuk bahan tambahan pengomposan lumpur limbah tidak terlalu berpengaruh terhadap besarnya nilai pH pada proses pengomposan.

Untuk memperjelas perbedaan diantara ke-5 variasi, maka di gunakan tes post Hoc

Setelah diketahui bahwa kelima variasi adalah identik, kemudian dapat ditentukan perbedaan diantara kelima variasi dengan tes *Post Hoc*, hasil perhitungan dengan tes *Post Hoc* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 *Post Hoc Test*

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

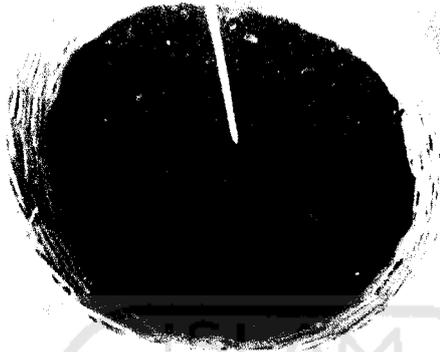
	(I) Variasi	(J) Variasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1	2	-.0917	.1139	.928	-.413	.230
		3	.0250	.1139	.999	-.296	.346
		4	.0917	.1139	.928	-.230	.413
		5	.0500	.1139	.992	-.271	.371
	2	1	.0917	.1139	.928	-.230	.413
		3	.1167	.1139	.843	-.205	.438
		4	.1833	.1139	.498	-.138	.505
		5	.1417	.1139	.726	-.180	.463
	3	1	-.0250	.1139	.999	-.346	.296
		2	-.1167	.1139	.843	-.438	.205
		4	.0667	.1139	.977	-.255	.388
		5	.0250	.1139	.999	-.296	.346
	4	1	-.0917	.1139	.928	-.413	.230
		2	-.1833	.1139	.498	-.505	.138
		3	-.0667	.1139	.977	-.388	.255
		5	-.0417	.1139	.996	-.363	.280
	5	1	-.0500	.1139	.992	-.371	.271
		2	-.1417	.1139	.726	-.463	.180
		3	-.0250	.1139	.999	-.346	.296
		4	.0417	.1139	.996	-.280	.363
Bonferroni	1	2	-.0917	.1139	1.000	-.425	.241
		3	.0250	.1139	1.000	-.308	.358
		4	.0917	.1139	1.000	-.241	.425
		5	.0500	.1139	1.000	-.283	.383
	2	1	.0917	.1139	1.000	-.241	.425
		3	.1167	.1139	1.000	-.216	.450
		4	.1833	.1139	1.000	-.150	.516
		5	.1417	.1139	1.000	-.191	.475
	3	1	-.0250	.1139	1.000	-.358	.308
		2	-.1167	.1139	1.000	-.450	.216
		4	.0667	.1139	1.000	-.266	.400
		5	.0250	.1139	1.000	-.308	.358
	4	1	-.0917	.1139	1.000	-.425	.241
		2	-.1833	.1139	1.000	-.516	.150
		3	-.0667	.1139	1.000	-.400	.266
		5	-.0417	.1139	1.000	-.375	.291
	5	1	-.0500	.1139	1.000	-.383	.283
		2	-.1417	.1139	1.000	-.475	.191
		3	-.0250	.1139	1.000	-.358	.308
		4	.0417	.1139	1.000	-.291	.375

Masalah perbedaan nilai pH pada kelima variasi bahan dibahas pada analisis Bonferroni dan Tukey dalam *Post Hoc Test*. Pada hasil uji Tukey HSD dapat dilihat bahwa antara semua reaktor tidak memiliki perbedaan yang signifikan, karena nilai probabilitasnya $> 0,05$ sehingga H_0 diterima. Bahwa post Hoc Holic tidak memberikan perbedaan hasil uji yang signifikan sehingga H_0 diterima.

4.5. Pengukuran Suhu

Selama proses pengomposan secara aerob, populasi mikroorganisme terus berubah, maka suhu adalah indikator proses yang berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme. Suhu optimal yang dibutuhkan dalam keadaan termofilik berkisar antara $55 - 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan sedapat mungkin dipertahankan sekurang-kurangnya 3 hari agar mikroorganisme patogen mati (Poprasert, 1989). Dari grafik dapat dilihat hasilnya bervariasi ada reaktor yang dapat mencapai suhu optimum dan ada yang tidak dapat mencapai suhu optimum.

- Gambar alat pengukur suhu dapat dilihat pada Gambar 4.7.
- Tabel hasil pengukuran suhu masing-masing reaktor terdapat pada Tabel 4.11.
- Grafik hasil pengukuran suhu pada reaktor 1,2,3,4, dan 5 dapat dilihat pada lampiran grafik 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, dan 4.12.



Gambar 4.7. Alat pengukur suhu

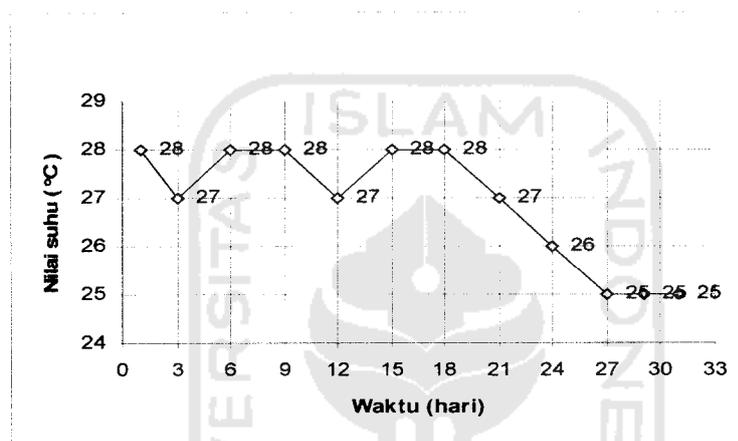
Tabel 4.11. Hasil Pengukuran Suhu Masing-masing Reaktor

Tanggal	R1 100 % (lumpur)	R2 100 % (Kotoran sapi)	R3 15:50:35	R4 35:50:15	R5 25:50:25
22-8-2005	28	51	53	55	54
25-8-2005	27	43	48	49	49
28-8-2005	28	35	35	40	32
31-8-2005	28	30	29	31	29
3/9/2005	27	28	29	30	28
6/9/2005	28	27	27	28	27
9/9/2005	28	25	27	29	28
12/9/2005	27	26	27	26	26
15-9-2005	26	25	25	26	25
18-9-2005	25	26	27	28	26

20-9-2005	25	26	26	27	26
22-9-2005	25	25	26	27	26

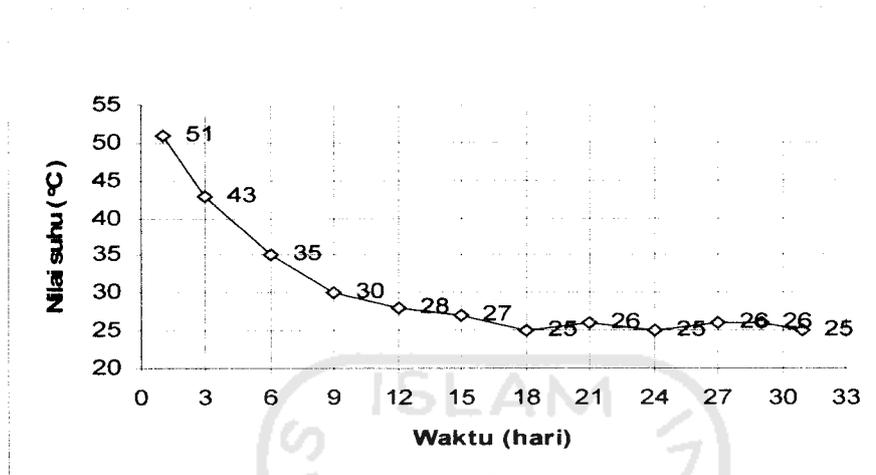
Sumber : Hasil analisa lab. kualitas air Jurusan Teknik Lingkungan UII

Grafik pengukuran suhu pada ke-5 reaktor adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8. Grafik nilai suhu Pada Reaktor 1 = 100 % Lumpur

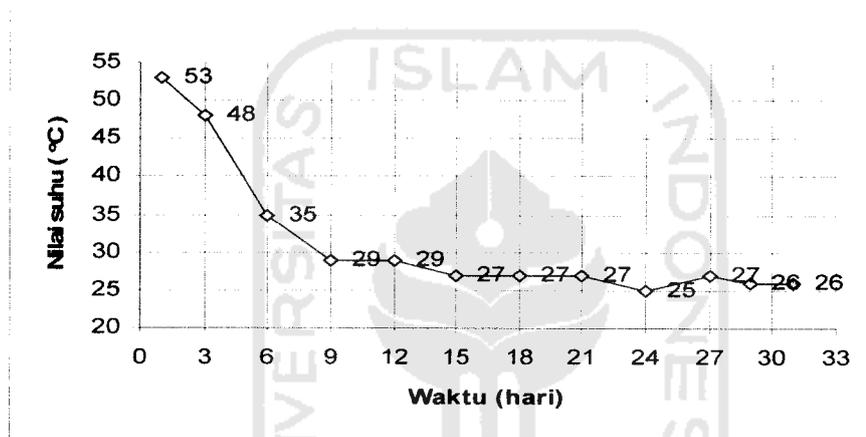
Pada reaktor 1 dapat dilihat pada grafik terlihat bahwa tidak terjadi penurunan dan kenaikan suhu yang mencolok. Hal ini di karenakan tidak terjadi proses dekomposisi dan bahwa sludge yang terdapat pada reaktor 1 tidak adanya bahan organik yang berfungsi sebagai bahan isolator yang akan menghadirkan bakteri pengurai. Terbukti dari ke-5 reaktor komposting, suhu terendah terdapat pada reaktor yaitu sebesar 25°C sama dengan suhu lingkungan.



Gambar 4.9. Grafik Nilai Suhu Pada Reaktor 2 = 100 % Kotoran Sapi

Pada reaktor 2 (100 % kotoran sapi) dapat dilihat pada grafik diatas, pada awal masa pengomposan suhu naik. Kenaikan suhu pada kotoran sapi ini terbentuk akibat pelepasan kalor sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi. Pada awal proses pengomposan, yaitu pada tahap organisme yang terdapat pada kotoran sapi berkembang biak, menyebabkan kenaikan kalor pada reaktor 2 dan terjadinya kenaikan temperatur. Pada reaktor 2 penurunan suhu terjadi pada hari ke-9, yang mana pada saat temperatur mencapai 30°C cendawan mesofilik berhenti bekerja dan aktivitas penguraian digantikan oleh cendawan Thermofilik. Hal ini terbukti pada awal pengomposan keadaan fisik kompos lebih padat dan terdapat cendawan berwarna putih dan suhu yang sangat tinggi dan dari dalam reaktor hingga mengeluarkan asap karena naiknya suhu, dan jalannya proses

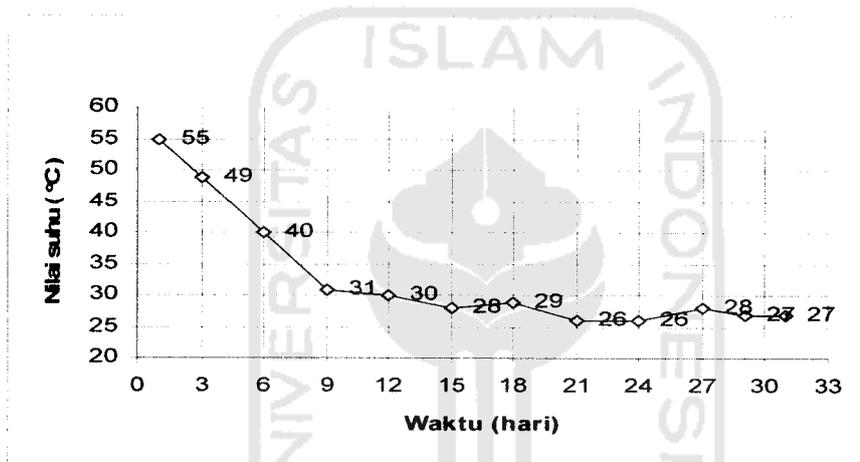
dekomposisi. Pada reaktor 2 suhu yang dicapai adalah 51 ° C, namun tidak mencapai suhu yang optimum untuk fase thermofilik yang berkisar 55° - 60° C, hal ini disebabkan tidak adanya bahan tambahan yaitu kulit pisang yang dapat menahan kalor agar tidak terlepas ke udara.



Gambar 4.10. Grafik Nilai Suhu Pada Reaktor 3 = 15 : 50 : 35

Pada reaktor 3 dapat dilihat pada grafik diatas, penurunan temperatur terjadi pada hari ke-9 dan berangsur-angsur turun mendekati suhu normal. Pada reaktor ini kandungan kulit pisang lebih sedikit dan jumlah kotoran sapi yang lebih banyak. Yang mana kotoran sapi sendiri memiliki kandungan gas metan yang besar yang mempunyai pengaruh besar terjadinya kenaikan temperatur. Ketika suhu meningkat pada fase mesofilik, secara umum rasio C/N mengalami kenaikan. Hal ini akibat pemakaian dari N-organik sebagai nutrien yang digunakan

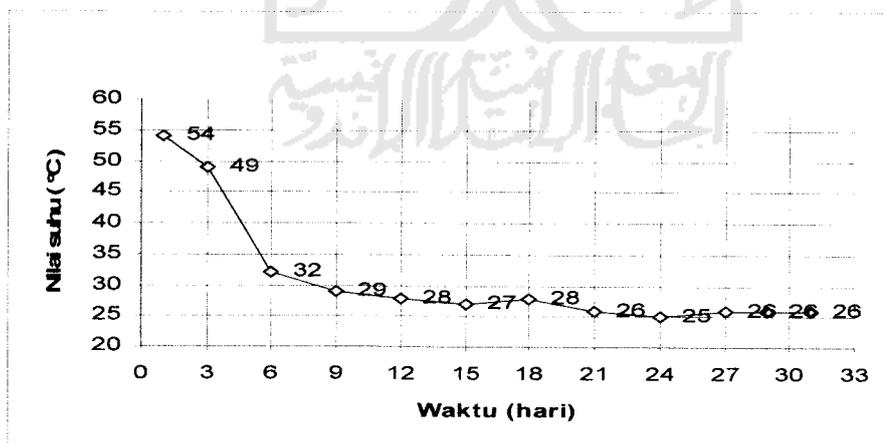
mikroorganisme dalam perkembangannya, sedangkan kadar karbon organik dalam wadah mengalami penurunan. Penurunan karbon organik digunakan sebagai sumber energi dan untuk menyusun bahan seluler mikroba dengan membebaskan CO₂ dan metan serta bahan yang mudah menguap lainnya merupakan tanda adanya dekomposisi bahan organik (Rao, 1989).



Gambar 4.11. Grafik Nilai Suhu Pada Reaktor 4 = 35 : 50 : 15

Pada reaktor 4 dapat dilihat pada grafik diatas penurunan temperatur rata-rata terjadi dalam waktu yang hampir bersamaan pada setiap reaktor yaitu antara hari ke-6 dan ke-9, begitu pula yang terjadi pada reaktor 4 yang perbandingan variasi bahan kulit pisangnya lebih besar daripada jumlah kotoran sapi. Suhu timbunan bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat sebagai hasil kegiatan biologi. Kurva suhu timbunan bahan kompos tergantung pada volume

timbunan terhadap permukaan. Makin tinggi volume timbunan dibanding permukaan, makin besar isolasi panas dan makin mudah timbunan menjadi panas. Pada penelitian ini ukuran timbunan tidak terlalu tinggi kira-kira 35 cm juga akan mempengaruhi suhu optimum dalam pengomposan. Pada Reaktor ini kulit pisang yang paling berperan penting dalam kenaikan suhu, hal ini akibat dari dekomposisi kulit pisang tersebut oleh bakteri dan fungi dan didukung oleh karakteristik dari bahan kulit pisang yang mudah didegradasi dan juga pengaruh dari kotoran sapi yang berfungsi sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan temperatur dengan produksi gas yang terdapat pada kotoran sapi, dapat meninjeksikan kalor dan dapat menahan kalor agar tak terlepas ke udara. Suhu tertinggi terdapat pada reaktor 4 ini adalah sebesar 55°C.



Gambar 4.12. Grafik Nilai Suhu Pada Reaktor 5 = 25 : 50 : 25

Pada reaktor 5 kenaikan suhu dan penurunan suhu dapat terlihat pada grafik diatas. Umumnya kenaikan terjadi selama beberapa hari dan mengalami penurunan pada hari ke-6 hingga hari ke-9. Dengan variasi komposisi yang seimbang yaitu 25 : 50 : 25 juga dihasilkan suhu yang optimum untuk pengomposan. Pada awal proses temperatur kompos sesuai dengan temperatur lingkungan. Setelah mikroorganismenya berkembang biak dan temperatur naik, pada saat itu senyawa-senyawa yang reaktif seperti gula, tepung dan lemak diuraikan. Pada saat proses penguraian bahan organik telah melewati temperatur optimal sebagian besar bahan organik telah diuraikan oleh mikroorganismenya ini ditandai dengan tidak adanya bau busuk. Pada saat pendinginan, terutama setelah suhu turun kurang dari 30 °C jumlah aktivitas mikroorganismenya *Thermofilik* juga berkurang, temperatur di dalam tumpukan bahan kompos menurun, dan organisme mesofilik yang sebelumnya bersembunyi di bagian tumpukan yang agak dingin memulai aktivitasnya kembali. Organisme mesofilik akan merombak selulosa dan hemiselulosa yang tersisa dari proses sebelumnya

Ketika suhu meningkat pada fase mesofilik, secara umum rasio C/N mengalami kenaikan. Hal ini akibat pemakaian dari N-organik sebagai nutrisi yang digunakan mikroorganismenya dalam perkembangannya, sedangkan kadar karbon organik dalam wadah mengalami penurunan. Penurunan karbon organik digunakan sebagai sumber energi dan untuk menyusun bahan seluler mikroba dengan

membebaskan CO₂ dan metan serta bahan yang mudah menguap lainnya merupakan tanda adanya dekomposisi bahan organik (Rao, 1989).

Masing-masing reaktor menunjukkan pada awal proses (hari pertama) mulai terjadi kenaikan suhu sampai hari ke- 3. Kenaikan suhu ini terbentuk akibat pelepasan kalor sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi, didukung dengan adanya penambahan material yang berfungsi sebagai isolator yang dapat menahan kalor agar tidak terlepas ke udara.

Proses awal dekomposisi, mikroba yang banyak berperan adalah *Actinomycetes* dan fungi sebagai bakteri *mesofilik* (Tchobanoglous, 1993). Bakteri ini secara alami terdapat dan mendominasi proses yang berlangsung selama tahap mesofilik.

4.5.1. Pengolahan Data Nilai Suhu Dengan Metode Statistik One Way ANOVA

Analisis data dengan metode ANOVA ini digunakan untuk menguji apakah nilai suhu pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan. Pada Tabel 4.12 dapat dilihat ringkasan statistika dari data nilai suhu.

Tabel 4.12. *Descriptives* untuk nilai suhu

Descriptives

pH

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	12	6.258	.2429	.0701	6.104	6.413	5.8	6.7
2	12	6.350	.2195	.0634	6.211	6.489	6.0	6.7
3	12	6.233	.2462	.0711	6.077	6.390	5.9	6.6
4	12	6.167	.3447	.0995	5.948	6.386	5.6	6.8
5	12	6.208	.3204	.0925	6.005	6.412	5.8	6.8
Total	60	6.243	.2764	.0357	6.172	6.315	5.6	6.8

Hipotesis :

H_0 : Kelima varians populasinya identik

H_1 : Kelima varians populasinya tidak identik

Pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas $> 0,05$,maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Hasil perhitungan probabilitas dengan tes homogenitas variansi dapat dilihat pada

Tabel 4.13 dibawah ini :

Tabel 4.13. Tes homogenitas variansi untuk nilai suhu

Test of Homogeneity of Variances

pH

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.071	4	55	.380

Analisis dengan tes homogenitas variansi bertujuan untuk menguji berlaku tidaknya asumsi untuk ANOVA, yaitu apakah kelima sampel memiliki varian yang sama, sebab salah satu asumsi dasar ANOVA adalah bahwa variannya haruslah sama.

Dari Tabel 4.13 dapat terlihat bahwa *Lavene Test* hitung adalah 1,071 dengan nilai probabilitas 0,380. Oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, atau kelima varian adalah sama. Dibawah ini merupakan analisis data dengan metode ANOVA yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Hipotesis :

H_0 : Kelima rata-rata populasinya identik

H_1 : Kelima rata-rata populasinya tidak identik

Pengambilan keputusan :

- Jika probabilitas $> 0,05$,maka H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak

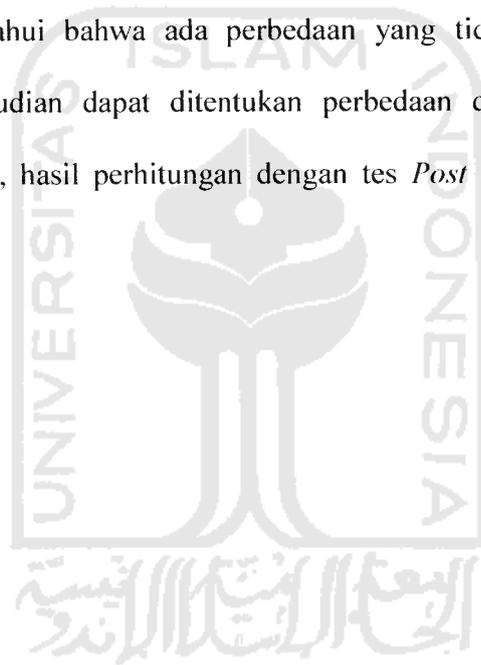
Tabel 4.14. Analysis of Variances (ANOVA) untuk nilai suhu

ANOVA

pH					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.226	4	.056	.725	.579
Within Groups	4.282	55	.078		
Total	4.507	59			

Dari Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa F hitung adalah 0,725 dengan nilai probabilitas 0,579. Oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, atau tidak ada perbedaan yang signifikan dari kelima variasi kenilai, berarti variasi komposisi kulit pisang dan kotoran sapi untuk bahan tambahan pengomposan lumpur limbah tidak terlalu mempengaruhi besarnya nilai suhu pada proses pengomposan.

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan yang tidak signifikan diantara kelima variasi, kemudian dapat ditentukan perbedaan diantara kelima variasi dengan tes *Post Hoc*, hasil perhitungan dengan tes *Post Hoc* dapat dilihat pada Tabel 4.15.



Tabel 4.15. *Post Hoc Test*

Multiple Comparisons

Dependent Variable: pH

	(I) Variasi	(J) Variasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	1	2	-.0917	.1139	.928	-.413	.230	
		3	.0250	.1139	.999	-.296	.346	
		4	.0917	.1139	.928	-.230	.413	
		5	.0500	.1139	.992	-.271	.371	
	2	1	.0917	.1139	.928	-.230	.413	
		3	.1167	.1139	.843	-.205	.438	
		4	.1833	.1139	.498	-.138	.505	
	3	5	.1417	.1139	.726	-.180	.463	
		1	-.0250	.1139	.999	-.346	.296	
		2	-.1167	.1139	.843	-.438	.205	
	4	3	.0667	.1139	.977	-.255	.388	
		5	.0250	.1139	.999	-.296	.346	
		1	-.0917	.1139	.928	-.413	.230	
	5	2	-.1833	.1139	.498	-.505	.138	
		3	-.0667	.1139	.977	-.388	.255	
		4	-.0417	.1139	.996	-.363	.280	
		1	-.0500	.1139	.992	-.371	.271	
	Bonferroni	1	2	-.0917	.1139	1.000	-.425	.241
			3	.0250	.1139	1.000	-.308	.358
			4	.0917	.1139	1.000	-.241	.425
5			.0500	.1139	1.000	-.283	.383	
2		1	.0917	.1139	1.000	-.241	.425	
		3	.1167	.1139	1.000	-.216	.450	
		4	.1833	.1139	1.000	-.150	.516	
3		5	.1417	.1139	1.000	-.191	.475	
		1	-.0250	.1139	1.000	-.358	.308	
		2	-.1167	.1139	1.000	-.450	.216	
4		3	.0667	.1139	1.000	-.266	.400	
		5	.0250	.1139	1.000	-.308	.358	
		1	-.0917	.1139	1.000	-.425	.241	
5		2	-.1833	.1139	1.000	-.516	.150	
		3	-.0667	.1139	1.000	-.400	.266	
		4	-.0417	.1139	1.000	-.375	.291	
		1	-.0500	.1139	1.000	-.383	.283	
		2	-.1417	.1139	1.000	-.475	.191	
		3	-.0250	.1139	1.000	-.358	.308	
		4	.0417	.1139	1.000	-.291	.375	

Masalah perbedaan nilai pH pada kelima variasi bahan dibahan pada analisis Bonferroni dan Tukey dalam *Post Hoc Test*. Pada hasil uji Tukey HSD dapat dilihat bahwa antara semua reaktor tidak memiliki perbedaan yang nyata (tidak signifikan) karena nilai probabilitasnya $> 0,05$ sehingga H_0 diterima.

4.6. Kualitas Produk kompos

Penentuan kualitas produk akhir diamati dari pengukuran kandungan unsur makro anorganik diantara N, P, dan K.

Agar kompos dapat digunakan dengan aman, sebaiknya setelah tahap pematangan kompos dijemur beberapa hari dibawah sinar matahari agar membunuh bakteri pathogen yang terkandung di dalamnya. Kualitas dari hasil penelitian ini sudah dapat dikatakan menjadi kompos matang, dilihat dari kandungan dan fisik kompos yang berwarna kelam, tanah yang kaya akan bahan organik mempunyai warna yang lebih kelam dari pada yang memiliki bahan organik rendah, Tanah yang berwarna kelam, menyerap sinar lebih banyak, apabila lebih banyak sinar yang diserap tanah, maka lebih banyak hara, oksigen, dan air yang akan diserap tanaman melalui perakaran. Tanah yang kaya akan bahan organik lebih cepat panas daripada tanah yang secara terus menerus dipupuk dengan pupuk kimia. Tanah yang kaya bahan organik relatif lebih sedikit hara yang terkena mineral tanah

sehingga yang tersedia bagi tanaman lebih besar. Hara yang digunakan oleh mikroorganisme tanah bermanfaat dalam mempercepat aktivitasnya, meningkatkan kecepatan dekomposisi bahan organik dan mempercepat pelepasan hara. Pupuk kimia tidak dapat menggantikan manfaat ganda bahan organik tanah, seperti pada penelitian ini menggunakan bahan organik yakni sisa tanaman, sisa tanaman yang dikembalikan ke dalam tanah dapat berpengaruh dalam mengurangi masalah penyakit dan hama tanaman, menurunkan aktivitas mikroorganisme yang berpengaruh negatif selain dapat menyuburkan tanah karena mengandung unsur hara yang lebih tersedia untuk diaplikasikan ke dalam tanah.

Tabel 4.16. Kualitas Kompos pada Pengecekan Akhir Setiap Reaktor

Analisa	SNI	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 5
% N	0,40	2,63	1,65	2,23	2,23	2,15
% P	0,10	2,21	1,71	2,07	1,92	2,00
% K	0,20	0,70	0,80	1,57	1,94	1,69
C/N	10-12	8,56	12,40	9,84	10,54	10,33

Pada reaktor 1 dan 2 yaitu 100 % Lumpur dan 100 % kotoran sapi juga mengalami penurunan nilai C/N pada pengamatan pertama, kedua, dan yang ketiga.

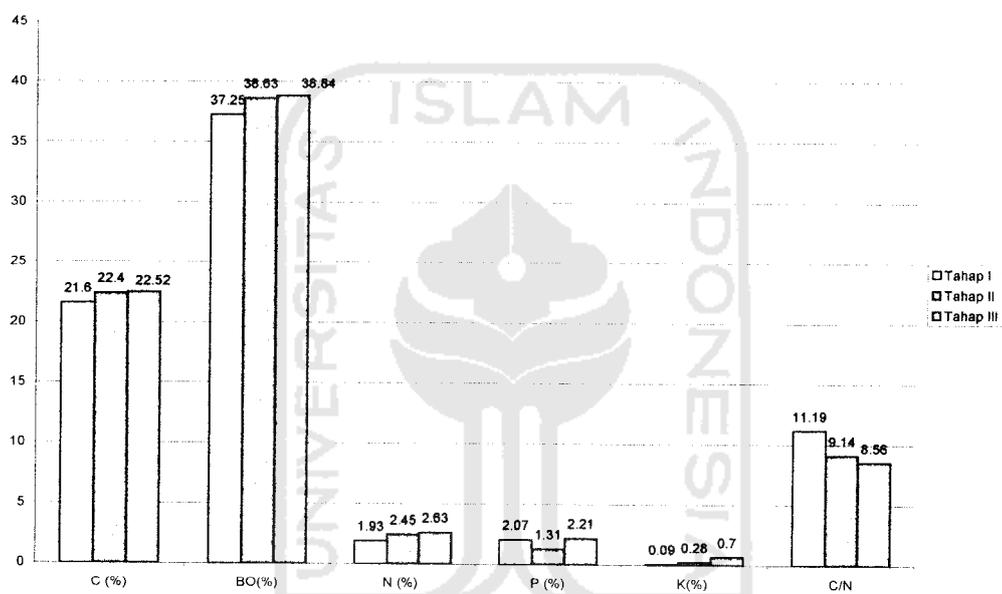
Proses perubahan bahan organik menjadi kompos tergantung pada aktivitas mikroorganisme. Untuk aktivitasnya mikroorganisme memerlukan sumber karbon untuk mendapatkan energi dan bahan bagi sel sel baru. Pasokan nitrogen diperlukan mikroorganisme untuk membentuk protein sel. pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai rerata ratio C/N untuk ke 3 variasi, yaitu perbandingan C/N antara 9 sampai 13, berdasarkan data dari nilai perbandingan C/N ke 3 variasi tersebut dapat dinyatakan sebagai kompos matang. Sedangkan lumpur (reaktor 1) setelah mengalami proses pengomposan memiliki kandungan nilai C/N kecil yaitu 8,56, karena berdasarkan pengecekan awal kandungan C/N lumpur juga kecil yaitu 11,19. Prinsip pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N bahan organik mendekati rasio C/N tanah 10 – 12, hasil rasio C/N pengomposan yang memiliki C/N mendekati atau sama dengan tanah memungkinkan kompos tersebut dapat diserap oleh tanaman (Murbandono,1995)

Selain dilihat dari rasio C/N < 20 kematangan kompos juga dapat dilihat dari beberapa pendekatan, yaitu :

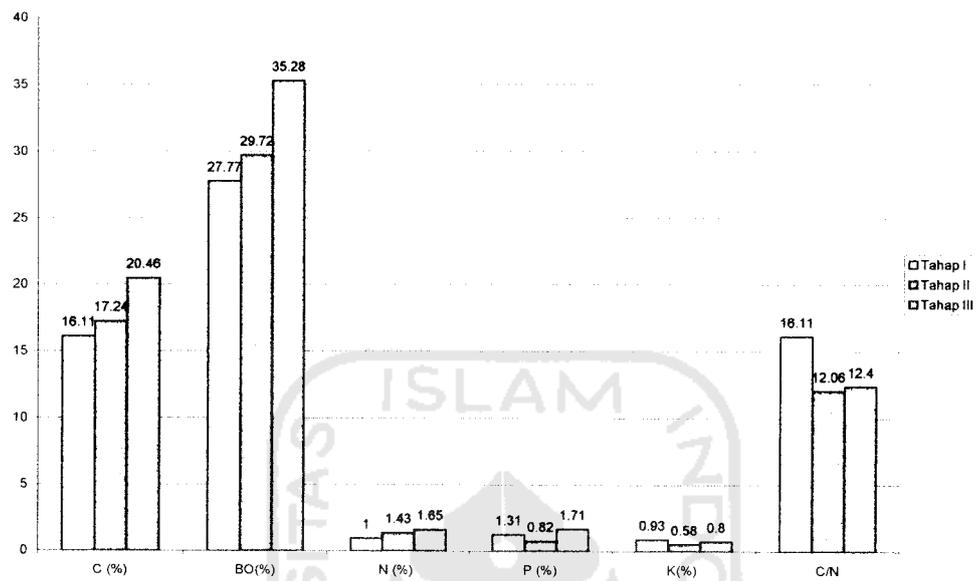
- Penurunan temperatur diakhir proses
- Penurunan kandungan organik kompos
- Meningkatnya nilai pH kompos
- Berkurangnya pertumbuhan larva dan serangga diakhir proses
- Hilangnya bau busuk

- Adanya warna putih atau abu-abu, karena adanya pertumbuhan mikroba.

Untuk mengetahui perbandingan hasil akhir C, BO, N, P, K, dan C/N dari kelima variasi bahan dapat dilihat pada gambar 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, dan 4.22 di bawah ini :



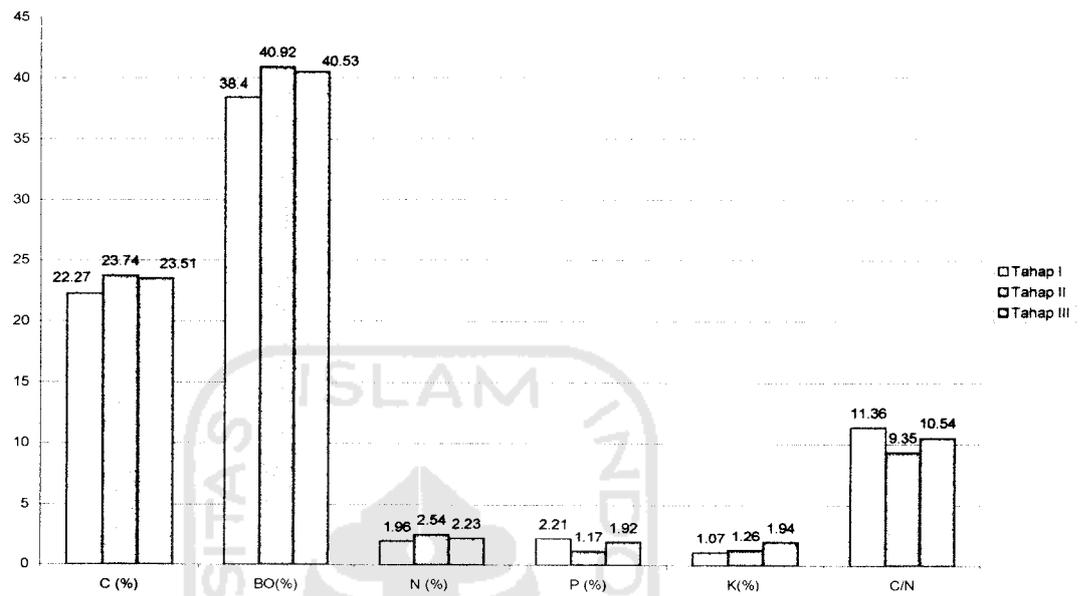
Gambar 4.13. Diagram Kualitas Kompos Untuk Reaktor 1



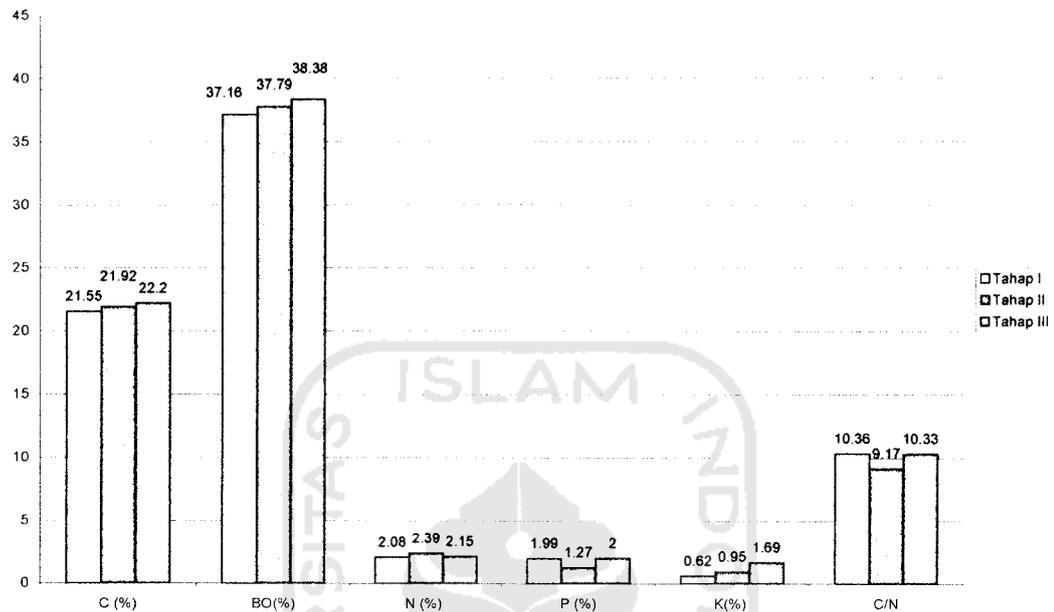
Gambar 4.14. Diagram Kualitas Kompos Untuk Reaktor 2



Gambar 4.15. Diagram Kualitas Kompos Untuk Reaktor 3



Gambar 4.16. Diagram Kualitas Kompos Untuk Reaktor 4



Gambar 4.17. Diagram Kualitas Kompos untuk Reaktor 5

Kualitas kompos yang dihasilkan memang lebih rendah dari pada pupuk kimia yang banyak dijual dipasaran yang sudah umum dikonsumsi oleh petani, ini yang menjadi perbedaan antara kompos dengan pupuk buatan sehingga tidak dapat juga dijadikan unsur utama bagi tanaman (Anonim, 1992). Kandungan N, P, K pada berbagai pupuk kimia dapat dilihat pada Tabel 4.4. Tetapi kompos mengandung unsur-unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang seimbang yang terkadang tidak terdapat pada pupuk buatan (Murbandono, 2000). Dan kompos ini telah memenuhi standar kualitas kompos, menurut SNI 19-7030-2004 dapat dilihat pada Tabel 4.5 pada halaman 46. Kompos yang dihasilkan ini sangat baik digunakan sebagai pupuk organik karena daya penambahan pupuk

organik ini tanah yang ringan strukturnya dapat ditingkatkan sedang tanah yang berat menjadi ringan serta meningkatkan kapasitas ikat tanah. Disamping itu penambahan kompos pada tanah dapat mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dalam air. Berbagai macam pupuk organik dan kandungannya yang dijual dipasaran dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut ini:

Tabel 4.17. Pupuk organik yang ada dipasaran

Merk	Bahan	N (%)	P (%)	K(%)
Fine Kompos	Kotoran sapi, serbuk gergaji, abu	1,81	1,89	1,96
Sih Horti	Kotoran berbagai unggas	2,1	3,9	1,1
Mekar Asih	Kotoran ayam	4,1	6,1	2,3
Kariyana/POS	Kotoran sapi	2,10	0,26	0,16
Biotanam Plus	Media kascing	5	2	3
BOSF	Sampah pasar dan kota	0,79	0,87	1,06
Buto Ijo NPK	Kotoran Ayam	3	5	3
Bokashi Sari Bumi	Sampah rumah tangga	1,61	1,05	1,05

(Musnamar,2005)

Standar kualitas kompos dari sampah organik domestik ditunjukkan pada Tabel 4.18 dibawah ini:

Tabel 4.18. Standar Kualitas Kompos

Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
Temperatur	°C		Suhu air tanah
Warna			Kehitaman
Bau			Berbau tanah
pH		6.8	7.49
Bahan organik	%	27	58
Nitrogen (N)	%	0.4	-
Karbon (C)	%	9.80	32
Phospor (P)	%	0.10	-
Rasio C/N		10	20
Kalium (K)	%	0.2	-

(SNI 19-7030-2004)

Kompos sendiri memiliki kandungan unsur hara dalam jumlah yang seimbang karena merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik. Apabila diinginkan peningkatan unsur N, P, K untuk pemakaian pertanian, kompos dapat dicampurkan dengan bahan kimia atau pupuk tertentu.

Dibawah ini merupakan perbandingan kompos hasil penelitian dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) dan produk kompos di pasaran ditunjukkan pada tabel 4.19.

**Tabel 4.19. Perbandingan kompos hasil penelitian dengan SNI
dan produk yang ada di pasaran**

Parameter	SNI 19-7030-2004	Reaktor 4 35 : 50 : 15	Bokashi Sari Bumi
Temperatur	Suhu air tanah	Suhu air tanah	Suhu air tanah
Warna	Kehitaman	Kehitaman	Kehitaman
Bau	Berbau tanah	Berbau tanah	Berbau tanah
pH	6,8 – 7,49	6,8	7,2
Bahan Organik	27 – 58 %	40,53 %	*
Nitrogen (N) %	0,4 %	2,23 %	1,61 %
Karbon (C) %	9,8 – 32 %	23,51 %	14,14 %
Fosfor (P) %	0,1 %	1,92 %	1,05 %
Rasio C/N	10 – 20	10,54	8,78
Kalium (K) %	0,2 %	1,94 %	1,05 %

Keterangan : * tidak diketahui

Dari hasil perbandingan diatas dapat dilihat bahwa kompos hasil penelitian yaitu kompos dengan hasil paling optimum pada reaktor 4 telah memenuhi standar kualitas kompos dan kandungannya lebih baik dari kompos yang dijual di pasaran.

4.7. Analisis Usaha

Untuk analisis usaha untuk komposting ini maka biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan pupuk kompos setiap bulan dalam skala kecil dengan variasi bahan yang digunakan kulit pisang : lumpur : kotoran sapi adalah 35 : 50 : 15 dengan berat tumpukan pada masing-masing reaktor 50 Kg adalah sebagai berikut :

• Reaktor 10 buah @ Rp. 1.000,-	Rp.	10.000,-
• Kulit pisang 175 kg	Rp.	85.000,-
• Lumpur limbah domestik 250 Kg	Rp.	-
• Kotoran sapi 75 Kg	Rp.	37.500,-
• Gaji tenaga kerja (1 orang)	Rp.	150.000,-
• Biaya operasional	Rp.	50.000,-
		+
Total	Rp.	332.500,-

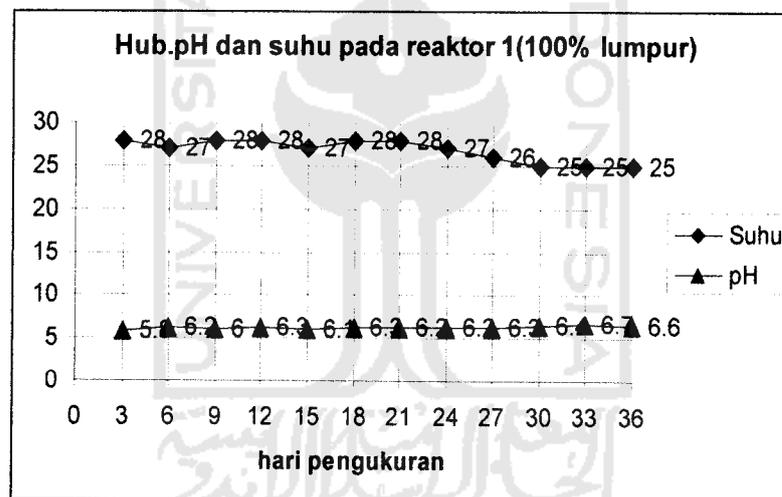
Bahan yang digunakan adalah 500 kg, terjadi penyusutan bahan 10 % selama proses pengomposan maka kompos yang dihasilkan adalah 450 kg. Berdasarkan rician biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan kompos maka dapat ditentukan harga ekonomis atau harga jual kompos hasil penelitian ini dapat dipasarkan yaitu :

• Harga kompos 450 kg	Rp.	332.500,-
• Laba 20 %	Rp.	66.500,-
		+
Total	Rp.	399.000,-

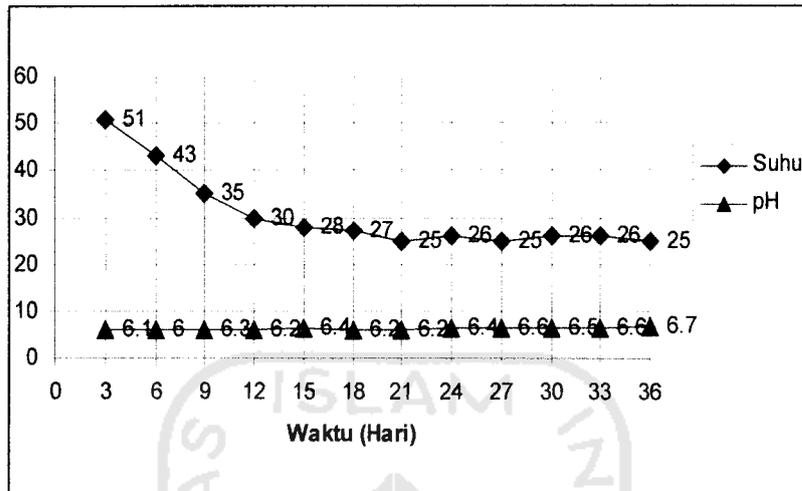
Maka harga jual kompos adalah sebesar Rp. 886,67 dibulatkan menjadi Rp. 900,-/ kg atau Rp. 3.600,-/ 4 kg. Harga jual kompos ini relatif murah dibandingkan harga Bokashi Sari Bumi yaitu Rp. 5.000,-/ 4 kg

4.8. Hubungan pH dan Suhu Pada Reaktor

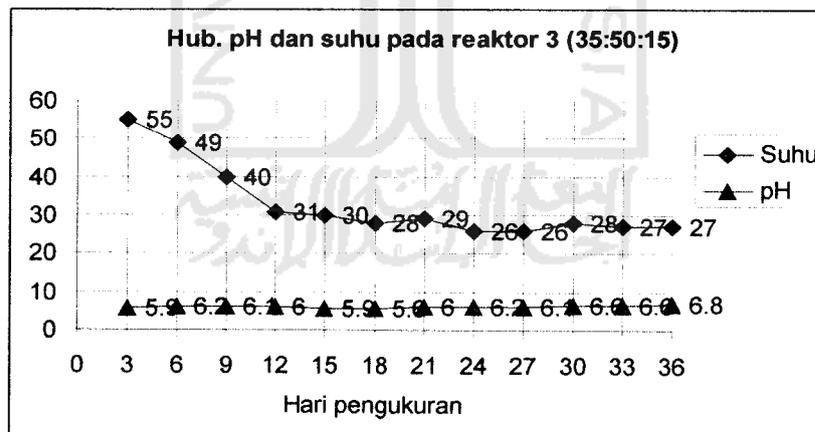
Hubungan antara pH dan suhu pada proses pengomposan di tiap reaktor ditunjukkan pada gambar 4.13 ,4.14, 4.15, 4.16, dan 4.17 dibawah ini :



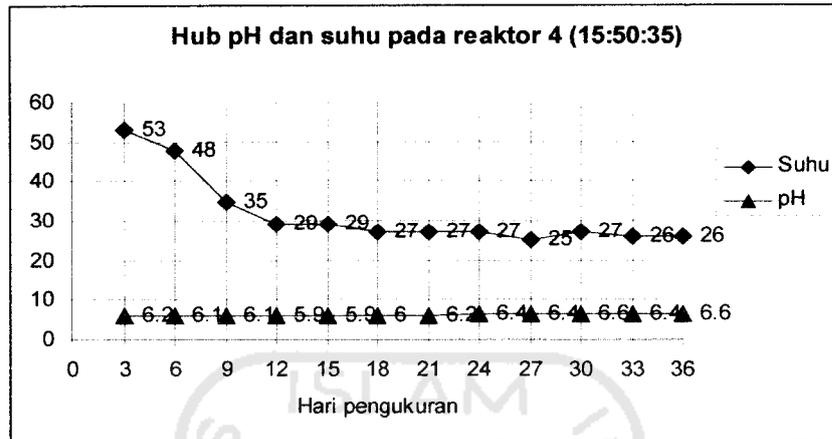
Gambar 4.18. Grafik hubungan pH dan suhu pada reaktor 1



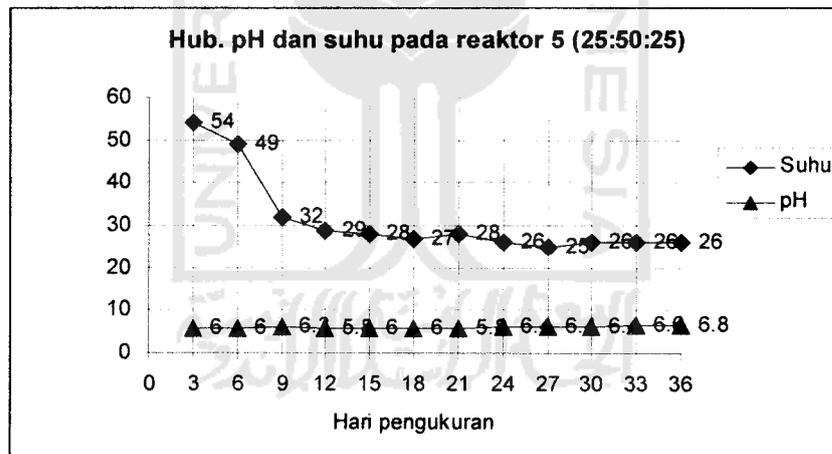
Gambar 4.19. Grafik hubungan pH dan suhu pada reaktor 2



Gambar 4.20. Grafik hubungan pH dan suhu pada reaktor 3



Gambar 4.21. Grafik hubungan pH dan suhu pada reaktor 4



Gambar 4.22. Grafik hubungan pH dan suhu pada reaktor 5

Kenaikan suhu menyebabkan adanya kalor yang dibebaskan dari aktivitas mikroorganisme. Sebagaimana dinyatakan Polprasert (1989), pada awal proses bakteri bekerja setelah terjadi masa latent yaitu penyesuaian diri terhadap

lingkungan baru, suhu meningkat hingga mesofilik (25-40° C). Pada fase ini dekomposisi biasanya didominasi oleh bakteri mesofilik dan fungi. Kenaikan pH hingga netral disertai dengan penurunan suhu berangsur-angsur hingga \pm 30-35° C.

Berdasarkan gambar 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, dan 4.22 diatas dapat dilihat bahwa antara pH dan suhu berbanding terbalik, dimana pada saat suhu mengalami penurunan maka pH justru mengalami kenaikan, ini membuktikan bahwa pada saat suhu naik maka pada reaktor terjadi proses dekomposisi dimana asam-asam organik dikonversikan sebagai metan dan CO₂ sehingga pH menjadi basa (Polprasert, 1989). Kenaikan pH disebabkan juga oleh protein dan nitrogen organik, yang menghasilkan ammonium disertai pelepasan OH⁻ yang dapat menaikkan pH.

