

TA/TL/2007/0195

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HADIAN/BEJI	
TGL. TERIMA :	30 Mei 2007
NO. JUDUL :	002158
NO. INV. :	0200240801
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR *SLURRY*
DARI *DIGESTER BIOGAS* DAN KOTORAN SAPI SEBAGAI
PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN METODE FERMENTASI**



Nama : Yoga Salendra
No. Mhs : 00 513 067

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UIN YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR *SLURRY*
DARI *DIGESTER BIOGAS* DAN KOTORAN SAPI SEBAGAI
PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN METODE FERMENTASI**

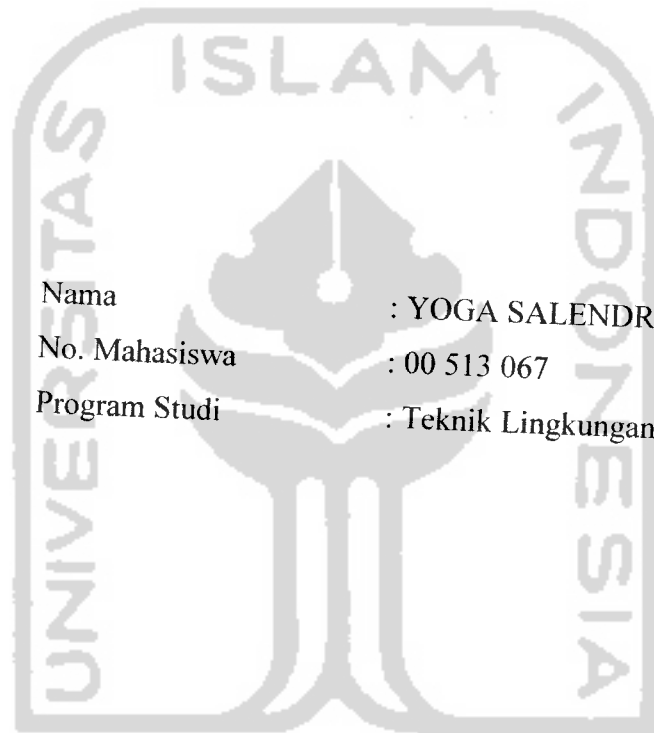


**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH CAIR *SLURRY*
DARI *DIGESTER BIOGAS* DAN KOTORAN SAPI SEBAGAI
PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN METODE FERMENTASI

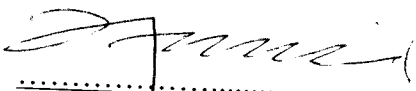


Nama : YOGA SALENDRA
No. Mahasiswa : 00 513 067
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :


Dosen Pembimbing I

Luqman Hakim, ST, MSi


Tanggal : 7-5-2007

Dosen Pembimbing II

Eko Siwoyo, ST


Tanggal : 7-5-2007

KATA PENGANTAR



Assalamu' alaikum Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah senantiasa kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya. sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa hambatan yang berarti.

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. DR.Ir.H.Ruzardi, MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Luqman Hakim, ST, MSi. selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan juga selaku dosen pembimbing.
3. Eko Siswoyo, ST. selaku dosen pembimbing dalam pengerjaan tugas akhir.
4. Spesial untuk Bapak, Ibu, serta Keluarga besar kami yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan tidak lupa selalu memberikan doa restu kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Teman-teman sisa-sisa pejuang angkatan '00 yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.
6. Semua pihak maupun instansi yang terkait yang telah banyak memberikan bantuan pada saat penelitian berjalan sampai terselesaikannya tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini disadari masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca akan sangat membantu demi memperlancar pelaksanaan tugas akhir. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi siapa saja yang membutuhkan.

Wabillahittaufig wal hidayah

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Mei 2007

Penulis

Yoga Salendra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Slurry.....	6
2.2 Pemanfaatan Slurry Sebagai Pupuk.....	7
2.3 Pupuk Organik Cair.....	8
2.3.1 Fungsi pupuk organik cair.....	8

2.3.2	Klasifikasi pupuk organik cair	10
2.3.3	Pengaruh pupuk organik cair terhadap tanaman	14
2.4	EM ₁	16
2.5	Fermentasi	18
2.5.1	Pengertian fermentasi	18
2.5.2	Prinsip dari kriteria keberhasilan fermentasi	18
2.5.3	Proses fermentasi	20
2.5.4	Persyaratan Kompos	22
2.6	Kotoran Sapi	23
BAB III. METODE PENELITIAN		
3.1	Umum	26
3.2	Lokasi Penelitian	27
3.3	Bahan Penelitian	27
3.4	Pelaksanaan Penelitian	27
3.4.1	Persiapan reaktor	27
3.4.2	Persiapan bahan	29
3.4.3	Pengoperasian reaktor	30
3.5	Pengukuran Parameter dan Analisis Hasil	31
3.6	Kerangka Penelitian	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengamatan pH	33
4.2	Pengamatan Suhu	40

4.3 Hubungan pH dan Suhu Pada Reaktor.....	48
4.4 Kualitas Pupuk Organik Cair.....	50
4.5 Analisis Usaha.....	63

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	65
5.1 Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi parameter slurry	6
Tabel 2.2	Kandungan hara makro kotoran padat dan cair.....	11
Tabel 2.3	Fungsi mikroorganisme di dalam larutan EM ₄	17
Tabel 2.4	Perbandingan kandungan Karbon dan Nitrogen	20
Tabel 2.5	Komposisi unsur hara macam-macam pupuk kandang.....	25
Tabel 2.6	Kandungan unsur hara pada sapi perah.....	25
Tabel 3.1	Metode yang digunakan untuk pengukuran parameter	31
Tabel 4.1	<i>Descriptives</i> untuk nilai pH.....	35
Tabel 4.2	Homogenitas variansi untuk nilai pH.....	36
Tabel 4.3	<i>Analysis of variances</i> (ANOVA) untuk nilai pH	37
Tabel 4.4	<i>Post hoc test</i>	38
Tabel 4.5	<i>Descriptives</i> untuk nilai suhu	42
Tabel 4.6	Tes homogenitas variansi untuk nilai suhu	43
Tabel 4.7	<i>Analysis of variances</i> (ANOVA) untuk nilai suhu.....	44
Tabel 4.8	<i>Post hoc test</i>	45
Tabel 4.9	Hasil penelitian kualitas slurry murni	51
Tabel 4.10	Hasil penelitian kualitas pupuk organik cair pada hari ke-1	51
Tabel 4.11	Hasil penelitian kualitas pupuk organik cair pada hari ke-10	52
Tabel 4.12	Hasil penelitian kualitas pupuk organik cair pada hari ke-20	52
Tabel 4.13	Kandungan N, P, dan K berbagai pupuk kimia.....	58

Tabel 4.14	Pupuk organik cair yang ada dipasaran.....	59
Tabel 4.15	Standar kualitas kompos	60
Tabel 4.16	Perbandingan pupuk organik cair hasil penelitian dengan SNI kompos dan produk pupuk organik yang ada dipasaran	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Reaktor yang digunakan untuk proses fermentasi	28
Gambar 3.2	Bahan slurry pada digester biogas.....	29
Gambar 3.3	Bahan EM ₄	30
Gambar 3.4	Proses pencampuran slurry dengan EM ₄	30
Gambar 3.5	Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 4.1	Nilai pH pada reaktor 1, 2, dan 3 untuk kondisi pagi hari	34
Gambar 4.2	Nilai pH pada reaktor 1, 2, dan 3 untuk kondisi sore hari	34
Gambar 4.3	Nilai suhu pada reaktor 1, 2, dan 3 untuk kondisi pagi hari.....	41
Gambar 4.4	Nilai suhu pada reaktor 1, 2, dan 3 untuk kondisi sore hari.....	41
Gambar 4.5	Hubungan pH dan suhu dipagi hari pada reaktor 1 (70:30).....	48
Gambar 4.6	Hubungan pH dan suhu dipagi hari pada reaktor 2 (80:20).....	48
Gambar 4.7	Hubungan pH dan suhu dipagi hari pada reaktor 3 (90:10).....	49
Gambar 4.8	Hubungan pH dan suhu disore hari pada reaktor 1 (70:30).....	49
Gambar 4.9	Hubungan pH dan suhu disore hari pada reaktor 2 (80:20).....	49
Gambar 4.10	Hubungan pH dan suhu disore hari pada reaktor 3 (90:10).....	50
Gambar 4.11	Nilai kualitas C/N pupuk organik cair pada reaktor 1.....	54
Gambar 4.12	Nilai kualitas C/N pupuk organik cair pada reaktor 2.....	54
Gambar 4.13	Nilai kualitas C/N pupuk organik cair pada reaktor 3.....	55

- Gambar 4.14** Nilai kualitas N, P dan K pupuk organik cair pada reaktor 1..... 55
- Gambar 4.15** Nilai kualitas N, P dan K pupuk organik cair pada reaktor 2..... 55
- Gambar 4.16** Nilai kualitas N, P dan K pupuk organik cair pada reaktor 3..... 56



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran I : Kartu Peserta Tugas Akhir
2. Lampiran II : Tabel Pengukuran pH dan Suhu
3. Lampiran III : Data Hasil Analisa Kandungan N, P, K dan C/N
4. Lampiran IV : Data Pengujian Statistik pH dan Suhu
5. Lampiran V : SNI Metode Pengujian N, P, K dan C/N



PEMANFAATAN LIMBAH CAIR *SLURRY* DARI *DIGESTER BIOGAS* DAN KOTORAN SAPI SEBAGAI PUPUK ORGANIK CAIR DENGAN METODE FERMENTASI

Luqman Hakim, ST, MSi ; Eko Siswoyo, ST
Oleh : Yoga Salendra
Jurusan Teknik Lingkungan UJI Jogjakarta

ABSTRAKSI

Salah satu industri yang hasil buangnya menghasilkan limbah padat dan cair adalah aktivitas pemeliharaan sapi perah, limbah tersebut diolah dalam *Digester Biogas* yang dapat menghasilkan gas metan (CH_4) sebagai bahan bakar alternatif. Sisa buangan dari proses *Digester Biogas* tersebut berupa limbah padat dan *slurry*.

Penelitian ini menggunakan limbah cair dari proses *Digester Biogas* berupa *slurry* yang selama ini tidak dimanfaatkan dan dibuang ke saluran drainase yang kemungkinan besar dapat menimbulkan sumber dan penyebaran penyakit apabila tidak ada penanganan selanjutnya. Padahal *slurry* ini memiliki kandungan unsur hara yang masih bisa dimanfaatkan oleh tumbuhan. Limbah organik dari peternakan sapi berupa kotoran mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi jika dapat dimanfaatkan dengan baik dan benar. Bahan organik dari kotoran sapi merupakan sumber potensial dari N, P, K dan dapat mempercepat dekomposisi dalam proses fermentasi.

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif terhadap pemanfaatan *slurry* dan kotoran sapi, sehingga mempunyai nilai ekonomis yang dapat menjadi tambahan pendapatan bagi masyarakat sekitar.

Fermentasi pupuk organik cair adalah salah satu alternatif penanganan limbah cair. Proses fermentasi pada umumnya memerlukan waktu yang agak lama, tetapi dengan adanya EM_4 yang berfungsi sebagai fermentator starter fermentasi pupuk cair agar lebih cepat dalam pematangan fermentasinya. Reaktor fermentasi menggunakan ember plastik yang tertutup agar tercipta kondisi anaerob. Penelitian dilakukan selama 20 hari. Pada penelitian ini reaktor yang digunakan berjumlah 3 buah dengan variasi yang digunakan antara *slurry* : kotoran sapi adalah 70:30, 80:20, dan 90:10.

Dari hasil penelitian didapat kualitas pupuk organik cair yang paling baik adalah reaktor 1 yaitu dengan *slurry* : kotoran sapi (70:30), dengan nilai N (Nitrogen) 0.03 %, P (Phosphat) 0.01 %, K (Kalium) 0.09 % dan C/N 10,77, maka dapat disimpulkan bahwa variasi pupuk organik cair dengan *slurry* murni dan kotoran sapi dengan penambahan EM_4 dapat menghasilkan pupuk organik cair yang kandungan C/N-nya cukup mendekati rasio C/N tanah (10-12). Kandungan C/N mendekati atau sama dengan tanah memungkinkan pupuk organik cair tersebut dapat diserap oleh tanaman.

Kata kunci : Pupuk Organik Cair, Fermentasi, *Slurry*, Kotoran Sapi, EM_4

REUSE OF WASTEWATER SLURRY FROM DIGESTER BIOGAS AND IMPURITY OF OX AS LIQUID ORGANIC FERTILIZER WITH FERMENTATION METHOD

ABSTRACTIONS

One of industrial which the taiting result yield wastewater and solid waste is dairy cattle activity, that waste have processing in Digester Biogas available for yielding gas methan (CH_4) as component of alternative fuel. Waste product from process Digester Biogas in the form of solid waste and slurry.

This research apply wastewater from process Digester Biogas in the form of slurry which during the time be not exploited and thrown to drainage passage which large possibility can generate source and dispersion of disease if there no handling hereinafter. Though this slurry have contents of nutrient element which still can be exploited by plant. Organic raffle from breeding of ox in the form of impurity had higher level economic value if can be better and correct exploited. Organic materials from impurity of ox is potential source from N, P, K and can quicken decomposition in fermentation process.

With this research expected can give alternative for reuse of slurry and impurity of ox, causing have economic value available to becoming earnings attachment for public was live over there.

Liquid organic fertilizer fermentation is one of wastewater management alternative, Fermentation process require time old ones, but with existence of EM4 functioning as fermentator starter liquid organic fertilizer fermentation so that be quicker in maturation of the fermentation. Reactor fermentation apply plastics bucket which lockup to be created by anaerobic condition. Research is done during 20 day. At this research of reactor which applied amount to 3 reactor with various which applied between slurry : impurity of ox is 70:30, 80:20, and 90:10.

From research result got the best quality of liquid organic fertilizer in reactor 1 that is with slurry : impurity of ox (70:30), with value N (Nitrogen) 0.03 %, P (Phospat) 0.01 %, K (Kalium) 0.09 % and C N 10.77, hence is inferential that various liquid organic fertilizer with pure slurry and impurity of ox with addition of EM4 can yield obstetrical liquid organic fertilizer of the C:N is enough come near ratio C:N of soil (10-12). Contents of C:N come near or equal to soil enable the liquid organic fertilizer can be permeated by plant.

Keyword : Liquid Organic Fertilizer, Fermentation, Slurry, impurity of ox, EM₄

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah dari suatu kegiatan industri apabila tidak digunakan lagi maka akan berdampak buruk bagi lingkungan disekitar kita baik secara estetika maupun kesehatan. Kebijakan suatu industri terhadap 3R yaitu *Recycle*, *Rense* dan *Recovery* sedikit mampu membantu beban pemerintah dalam menanggulangi masalah limbah.

Salah satu industri yang hasil buangnya menghasilkan limbah padat dan cair adalah aktivitas pemeliharaan sapi perah yang menghasilkan limbah padat dan cair, limbah tersebut diolah dalam *Digester Biogas* yang dapat menghasilkan gas metan (CH_4) sebagai bahan bakar alternatif. Sisa buangan dari proses *Digester Biogas* berupa limbah padat dan *slurry*. Limbah padat (*sludge*) yang berupa lumpur dimanfaatkan sebagai pupuk organik sedangkan limbah cair yang berupa *slurry* dibuang ke saluran drainase.

Penelitian ini menggunakan limbah cair dari proses *Digester Biogas* berupa *slurry* yang selama ini tidak dimanfaatkan dan dibuang ke saluran drainase yang kemungkinan besar dapat menimbulkan sumber dan penyebaran penyakit apabila tidak ada penanganan selanjutnya. Penyebaran penyakit tersebut dapat melewati udara, tanah, air serta binatang yang dapat menyebabkan tertular pada manusia, apabila limbah *slurry* ini tidak tertangani maka akan menimbulkan bau yang mempengaruhi nilai estetika daerah setempat.

Slurry yang digunakan dalam percobaan selama ini kurang memiliki nilai ekonomis yang baik karena terbuang begitu saja di saluran drainase padahal memiliki kandungan unsur hara yang masih bisa dimanfaatkan oleh tumbuhan.

Limbah organik dari peternakan sapi berupa kotoran mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi jika dapat dimanfaatkan dengan baik dan benar. Bahan organik dari kotoran sapi merupakan sumber potensial dari N, P, K dan dapat mempercepat dekomposisi dalam proses fermentasi. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif terhadap pemanfaatan kotoran sapi.

Fermentasi pupuk organik cair adalah salah satu alternatif penanganan limbah cair. Selain dapat dilakukan secara manual, proses ini juga relatif mudah untuk dilakukan dan dimungkinkan untuk dipasarkan sehingga mempunyai nilai ekonomis yang dapat menjadi tambahan pendapatan bagi masyarakat sekitar.

Proses fermentasi pada umumnya memerlukan waktu yang agak lama tetapi dengan adanya EM₄ yang berfungsi sebagai fermentator/starter untuk pembuatan fermentasi pupuk cair agar lebih cepat dalam pematangan fermentasinya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah kombinasi dari pemanfaatan dua bahan tersebut dapat menghasilkan kandungan unsur N, P, K dan C/N pupuk cair yang

berkualitas baik pada proses fermentasi dengan bahan *slurry* dan kotoran sapi?

2. Apakah dari kedua kombinasi bahan tersebut terjadi perubahan suhu dan pH pada proses fermentasi dengan bahan *slurry* dan kotoran sapi?
3. Apakah dari dua variasi komposisi bahan tersebut dapat ditentukan komposisi yang paling optimal ?
4. Berapakah lama kematangan proses fermentasi dari bahan *slurry* dan kotoran sapi yang digunakan dalam bahan pembuatan pupuk organik cair?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian adalah :

1. Mengetahui kandungan N, P, K dan rasio C/N pada pupuk cair hasil fermentasi dengan bahan *slurry* dan kotoran sapi.
2. Mengetahui perubahan suhu dan pH pada proses fermentasi dengan bahan *slurry* dan kotoran sapi.
3. Mengetahui perbandingan optimal penggunaan *slurry* dan kotoran sapi untuk dijadikan bahan campuran pembuatan pupuk cair dengan metode fermentasi yang berkualitas baik.
4. Mengetahui lama kematangan proses fermentasi dari bahan *slurry* dan kotoran sapi yang digunakan dalam bahan pembuatan pupuk organik cair.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian diharapkan diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Sebagai masukan bagi Dinas Pertanian dan Peternakan DIY dan masyarakat sekitar tentang pembuatan pupuk cair dari limbah *Digester Biogas* dan kotoran sapi dengan metode Fermentasi.
2. Hasil penelitian diharapkan dapat mengurangi limbah cair dan padat yang terdapat pada tempat peternakan sapi dan *Digester Biogas* sehingga dapat dimanfaatkan dan mempunyai nilai ekonomis dan juga dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat sekitar.

1.5 Batasan Masalah

Lingkup penelitian mencakup :

1. *Slurry* yang digunakan adalah *Slurry* dari *Effluent* sisa pengolahan limbah peternakan *Digester Biogas* dan kotoran sapi dari peternakan sapi perah.
2. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium.
3. Percobaan di reaktor 1, 2 dan 3 untuk mengetahui perbandingan *Slurry* dari *Digester Biogas* dan kotoran sapi yang optimal serta lama pematangan dalam proses fermentasi.
4. Parameter yang diamati selama fermentasi adalah :
 - a. Rasio C/N
 - b. Suhu dan pH, yang dilakukan selama proses fermentasi berlangsung
 - c. Analisa kualitas produk secara makro meliputi unsur N, P dan K.

5. Variasi yang akan digunakan adalah *Slurry* : Kotoran sapi, dengan perbandingan 70 : 30, 80 : 20 dan 90 : 10.
6. Pada percobaan di dalam reaktor diberi tambahan EM₁ sebanyak 1-10 cc/liter *slurry* pada tiap reaktor percobaan. (Yuwono, 2005).
7. Pengambilan sampel uji pada hari ke-0, ke-1, ke-10 dan ke-20.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Slurry

Slurry adalah sisa buangan dari proses digester biogas berupa limbah cair. Pengolahan sisa air buangan dengan kuantitas air yang digunakan adalah minimum. Tujuan utamanya adalah untuk menstabilkan sisa air buangan (*wastewater handling*) supaya dapat digunakan sebagai pupuk organik tanpa resiko kesehatan/penyakit. Apabila air buangan atau "slurry" telah terbentuk kerana pencairan, maka cara pengolahan air pula diperlukan untuk mengurangi potensi pencemaran. Perkiraan komposisi parameter slurry dari hasil biogas dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Komposisi parameter slurry.

Parameter	Kandungan
Suhu, Celsius	40
PH	6.0-9.0
BOD (Permintaan oksigen biokimia)	50 mg/L
Suspended solids	100 mg/L
Oil and grease	10 mg/L
COD (Permintaan oksigen kimia)	50 mg/L

Sumber : www.petra.ac.id

Dari penelitian sebelumnya diketahui komposisi unsur hara dalam slurry adalah sebagai berikut :

N total %	P total %	K total %	C/N %
0.03	0.034	0.032	5.67

Sumber data sekunder : Laboratorium Fak.Pertanian UGM

2.2 Pemanfaatan Slurry Sebagai Pupuk

Di ladang peternakan yang mempunyai sistem untuk mengumpulkan kotoran, pembuatan kompos dapat dilakukan sebagai salah satu cara untuk mencegah terjadinya pencemaran. Proses kompos melibatkan aktifitas penguraian bahan organik secara aerobik dan anaerobik sehingga terdapat humus yang agak stabil. Suhu kompos yang tinggi akan memusnahkan organisme patogen, benih rumput dan juga larva serangga. Kompos merupakan sumber hara tanaman yang tahan lama. Penguraian yang berlaku dalam proses pembentukan kompos memudahkan tanaman menyerap nutrisi yang telah ditingkatkan. Nutrien akan diserap ke dalam akar tumbuhan secara perlahan jika dibandingkan dengan unsur kimia yang mudah larut. Di samping itu, unsur kompos juga dapat memperbaiki keadaan tanah yang berpasir atau tanah liat bagi memberi pengudaraan kepada akar tanaman. Satu cara yang mudah untuk membuat kompos dari kotoran ialah dengan mengumpulkan kotoran dalam satu wadah berukuran 1.5 m tinggi, 2 m lebar dan, 2 m panjang. Proses pembentukan kompos dipengaruhi oleh beberapa faktor utama termasuk kandungan kelembapan, pengudaraan dan karbon nitrogen. Kandungan kelembapan yang sesuai untuk pembuatan kompos ialah antara 40% dan 60%. Jika bahan mentah terlalu kering, boleh disiram dengan air. Jika terlalu basah pula, keadaan anaerobik akan terjadi. Untuk mengetahui kandungan kelembapan mencukupi atau tidak ialah dengan meremas bahan tersebut dengan tangan. Jika bahan kompos melekat pada tangan, kandungan kelembapan dapat dikatakan terlalu tinggi. Pengudaraan diperlukan untuk membekalkan oksigen

bagi mikroorganisme aerobik. Pengudaraan dapat dilakukan dengan cara membalikkan kompos tersebut.

2.3 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair adalah pupuk yang kandungan bahan kimianya maksimum 5 %. Pupuk organik cair memiliki beberapa keuntungan. Pertama, pupuk tersebut mengandung zat tertentu seperti mikroorganisme yang jarang terdapat dalam pupuk organik padat. Dalam bentuk kering, beberapa mikroorganisme mati dan zat tidak bisa aktif. Jika dicampurkan dengan pupuk organik padat, pupuk organik cair dapat mengaktifkan unsur hara yang ada dalam pupuk organik padat. (Parnata, 2004)

2.3.1 Fungsi pupuk organik cair

Pupuk organik cair mempunyai beberapa fungsi penting terutama dalam bidang pertanian:

1. Meningkatkan kondisi kehidupan dalam tanah. Organisme dalam tanah memanfaatkan bahan organik sebagai nutriennya sedangkan berbagai organisme tersebut mempunyai fungsi penting bagi tanah
2. Berfungsi sebagai katalisator, sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk dasar sampai 50 %.
3. Meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit terutama fungi/cendawan.
4. Memperpanjang masa/umur tanaman yang sedang berproduksi, yang tidak habis satu kali panen.(www.aci-indonesia.com)

5. Mengandung Nitrogen bagi tumbuhan. Nutrien dalam tanah hanya sebagian yang dapat diserap oleh tumbuhan, bahwa bagian yang penting kadang kala tersedia sesudah bahan organik terurai.
6. Meningkatkan daya serap oleh tumbuhan. Bahan organik mempunyai daya absorpsi yang besar terhadap tanah dan tumbuhan, karena itu pupuk cair dapat memudahkan tumbuhan untuk menyerapnya.
7. Memperbaiki struktur tanah serta mengefektifkan penyerapan unsur hara. Kandungan dan zat yang terdapat dalam pupuk organik cair memperbaiki sifat kimia dan fisika tanah. (Parnata, 2004)
8. Meningkatkan kesuburan tanah. Suatu kondisi yang sangat penting bagi pertumbuhan dan kesehatan tanaman adalah persediaan unsur hara yang memadai dan seimbang secara tepat waktu yang bisa diserap oleh akar tanaman. Produksi tanaman dapat terhalang jika unsur hara yang terkandung didalam tanah kurang atau tidak seimbang, terutama di daerah yang kadar unsur haranya buruk atau tanahnya terlalu asam atau basa. Upaya yang dapat dilakukan untuk membatasi hilangnya unsur hara dan mengembalikan kesuburan tanah adalah dengan mendaur ulang limbah organik, seperti limbah dari kandang peternakan, kotoran manusia, sisa tanaman, atau sisa pengolahan tanaman menjadi pupuk organik. Dengan memanfaatkan pupuk organik, unsur hara dalam tanah bisa diperbaiki atau ditingkatkan. Sehingga, kehilangan unsur hara akibat terbawa air hujan atau menguap ke udara dapat ditekan.

9. Mengurangi pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan erat hubungannya dengan sampah karena sampah merupakan sumber pencemaran. Permasalahan sampah timbul karena tidak seimbangnya produksi sampah dengan pengolahannya dan semakin menurun daya dukung alam sebagai tempat pembuangan sampah. Salah satu alternatif pengolahan sampah adalah memilih sampah organik dan memprosesnya menjadi pupuk hijau. Namun, proses fermentasi ini juga terkadang masih bermasalah. Selama proses fermentasi, bau busuk akan keluar dari proses pupuk cair yang belum jadi. Meskipun demikian pembuatan pupuk cair akan lebih baik dan berguna bagi tanaman.
10. Dapat memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Limbah cair organik dapat diubah menjadi asam humat yang dapat memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Pupuk cair dari limbah organik dapat langsung dipakai sebagai pupuk dasar atau juga setelah tanaman tumbuh. (Parnata, 2004)

2.3.2 Klasifikasi pupuk organik cair

A. Pupuk kandang cair (Parnata, 2004)

Pupuk kandang cair merupakan pupuk cair dari urine ternak. Semua urine ternak bisa digunakan sebagai pupuk cair. Pada Tabel 2.2 berikut ini dapat dilihat kandungan hara makro beberapa kotoran padat dan cair ternak.

Tabel 2.2 Kandungan hara makro kotoran padat dan cair beberapa jenis ternak

Jenis Ternak	Jenis Kotoran	Kandungan Hara Makro (%)			
		Nitrogen	Posfor	Kalium	Kalsium
Kuda	Padat	0,56	0,13	0,23	0,12
	Cair	1,24	0,004	1,26	0,23
Kerbau	Padat	0,26	0,08	0,14	0,33
	Cair	0,62	-	1,34	-
Domba	Padat	0,65	0,22	0,14	0,33
	Cair	1,43	0,01	0,55	0,11
Sapi	Padat	0,33	0,11	0,13	0,26
	Cair	0,52	0,01	0,56	0,007
Babi	Padat	0,57	0,17	0,38	0,06
	Cair	0,31	0,05	0,81	-

Sumber : Parnata, 2004

Dari Tabel 2.2 di atas, kandungan Nitrogen dan Kalium dalam cairan umumnya lebih besar dibandingkan dengan kandungannya dalam kotoran padat. Sementara itu, kandungan Fosfor dan Kalsium dalam kotoran padat lebih besar dibandingkan dengan kandungannya dalam kotoran cair.

Mengumpulkan kotoran cair ternak harus dilakukan dengan baik agar pengaplikasiannya mudah. Pengumpulan dan penggunaan pupuk kandang cair dapat dilakukan dengan cara dasar kandang dan tempat memandikan ternak harus terbuat dari semen agar cairan urien atau air bekas memandikan ternak tidak terbuang. Cairan ini akan ditampung di dalam bak, bak tersebut harus terlindung dari sinar matahari dan air hujan. Kotoran cair tidak bisa langsung digunakan karena masih panas, sebaiknya harus dibiarkan selama 10-15 hari.

Kotoran cair ini bisa digunakan bersama-sama dengan kotoran padat, kompos, atau pupuk hijau. Pemberian pupuk kandang cair paling baik dilakukan

pada masa vegetatif dan masa perkembangbiakan. Pada saat ini, tanaman sedang banyak membutuhkan nutrisi. Sebagian nutrisi dalam pupuk kandang cair akan mudah diserap oleh tanaman dan sebagian lagi akan terurai. Penguraian pupuk kandang cair berlangsung relatif cepat. Penggunaan pupuk kandang cair sebaiknya jangan dilakukan sebelum tanaman ditanam. Alasannya pupuk kandang cair mudah hilang menguap dan terecuri air hujan.

B. Biogas

Proses biogas sebenarnya merupakan gabungan dari fermentasi bahan organik cair dengan bahan organik padat. Bahan-bahan organik ini berasal dari manusia, hewan dan tumbuhan. Penggunaan biogas memiliki keuntungan ganda. Pertama, gas metana yang dihasilkan bisa berfungsi sebagai bahan bakar. Kedua, limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan sebagai residu bisa berfungsi sebagai pupuk.

Semua bahan organik dimasukkan ke dalam tangki yang telah dirancang khusus. Dalam tangki ini akan terjadi fermentasi, fermentasi biogas bahan organik sebanyak 1 kg akan dihasilkan gas metana sebanyak 0.20-0.38 m³. Sisa hasil fermentasi sebanyak 30-60% berupa bahan organik yang dapat digunakan sebagai pupuk. Proses biogas memiliki kemampuan mempertahankan kandungan Nitrogen dan Fosfor organik lebih baik dari pada proses pengomposan.

Hasil biogas dari residu limbah padat dan cair sebanyak 90 kg Nitrogen per hektar yang diaplikasikan pada tanaman padi akan menghasilkan padi sebanyak 6 ton. Hasil yang dihasilkan akan lebih tinggi dibandingkan dengan

hasil padi yang dipupuk kimia sebanyak 30-60 kg per hektar. Selain itu, penggunaan limbah biogas secara rutin mampu meningkatkan produksi padi secara kontinue. Sementara itu, penggunaan pupuk kimia yang terus menerus cenderung menurunkan produksi.

Keunggulan biogas adalah tidak ditemukannya residu biogas di lahan. Keadaan ini berbeda dengan pupuk kimia yang cenderung meninggalkan residu berbahaya. Pembentukan biogas dilakukan oleh mikroba pada situasi anacrob, yang meliputi tiga tahap, yaitu, tahap hidrolisis, tahap pengasaman dan tahap metanogenik

- Pada tahap hidrolisis terjadi pelarutan zat-zat organik mudah larut dan pencernaan bahan-bahan organik yang kompleks menjadi bentuk yang sederhana, perubahan bentuk primer menjadi monomer.
- Pada tahap pengasaman monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan dihasilkan asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol dan sedikit butirrat, gas karbondioksida, hydrogen dan amoniak.
- Sedangkan pada tahap metanogenik adalah tahap pembentukan gas methan. Hasil utama dalam proses biogas adalah gas methane (80%) dan CO₂ (20%).

Gas yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sebagai sumber energi untuk berbagai keperluan seperti memasak, penerangan, dan lain sebagainya. Dengan adanya kenaikan harga bahan bakar seperti saat sekarang, teknologi ini

sangat tepat diterapkan, sehingga dapat mengefisienkan penggunaan bahan bakar. Selain itu, keuntungan pembuatan biogas adalah, *sludge* (ampas) yang dihasilkan, diakui merupakan pupuk yang sangat siap digunakan (*ready to use*) karena telah melalui proses *decomposing* yang sempurna. Selain untuk pupuk, *sludge* dapat digunakan sebagai media pertumbuhan cacing dan nutrisi bagi ikan.

Limbah biogas, yaitu kotoran ternak yang telah hilang gasnya (*slurry*) merupakan pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahkan, unsur-unsur tertentu seperti protein, selulose, lignin, dan lain-lain tidak bisa digantikan oleh pupuk kimia. Pupuk organik dari biogas telah dicobakan pada tanaman jagung, bawang merah dan padi (www.petra.ac.id).

C. Pupuk Cair dari Limbah Organik.

Bukan hanya limbah padat yang bisa dipakai pupuk. Limbah cair organik juga bisa dipakai pupuk. Limbah cair banyak mengandung N, P, K dan bahan organik lainnya. Limbah cair organik dapat diubah menjadi asam humat yang dapat memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Pupuk cair dari limbah organik dapat langsung dipakai sebagai pupuk dasar atau juga setelah tanaman tumbuh. (Parnata, 2004).

2.3.3 Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Tanaman

Unsur hara yang terdapat pada pupuk organik cair ini adalah N, P dan K. Adapun pengaruh unsur hara tersebut terhadap pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut :

A. Pengaruh Nitrogen (N) terhadap tanaman

Pengaruh Nitrogen terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
2. Untuk menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau, kekurangan N menyebabkan *Khlrosis* (pada daun muda berwarna kuning).
3. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.
4. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun.

B. Pengaruh Posfor (P) terhadap tanaman

Pengaruh Posfor terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Dapat mempercepat pertumbuhan akar semai.
2. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.
3. Dapat mempercepat pematangan dan pemasakan buah, biji atau gabah.
4. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

C. Pengaruh kalium (K) terhadap tanaman

Pengaruh Kalium terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

1. Pembentukan protein dan karbohidrat.
2. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit.
3. Meningkatkan kualitas biji (buah).

2.4 EM₄

EM₄ (Effective Microorganism) berupa larutan cair berwarna kuning kecoklatan, ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. Cairan ini berbau sedap dengan rasa asam manis dan tingkat keasaman (pH) kurang dari 3.5. Apabila tingkat keasaman melebihi 4.0 maka cairan ini tidak dapat digunakan lagi.

Mikroorganisme efektif atau EM₄ adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat (terutama bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi, Actinomycetes, dan jamur peragian) yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki pertumbuhan serta jumlah mutu hasil tanaman.

Setiap spesies mikroorganisme mempunyai peranan masing-masing. Bakteri fotosintesis adalah pelaksana kegiatan EM₄ yang terpenting karena mendukung kegiatan mikroorganisme dan juga memanfaatkan zat-zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme lain. EM₄ tidak berbahaya bagi lingkungan karena kultur EM₄ tidak mengandung mikroorganisme yang secara genetika telah dimodifikasi. EM₄ terbuat dari kultur campuran berbagai spesies mikroba yang terdapat dalam lingkungan alami di seluruh dunia, bahkan EM₄ bisa diminum langsung.

Bokasi adalah kata dari bahasa Jepang yang berarti bahan organik yang telah di fermentasikan. Bokasi dibuat dengan memfermentasikan bahan-bahan organik seperti dedak, ampas kelapa, tepung ikan dan sampah dapur (seperti sisa-sisa nasi, daging, sayur, kulit buah dan sisa makanan lainnya) dengan

menggunakan EM₄. Berbagai jenis mikroorganismenya yang terdapat dalam larutan EM₄ dan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini :

Tabel 2.3 Fungsi mikroorganismenya di dalam larutan EM₄

NAMA	FUNGSI
Bakteri fotosintesis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membentuk zat-zat yang bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan, bahan organik dan gas-gas berbahaya (misalnya Hidrogen Sulfida) dengan menggunakan sinar matahari dan panas bumi sebagai sumber energi. Zat-zat bermanfaat itu antara lain asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif dan gula. Semuanya mempercepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. 2. Meningkatkan pertumbuhan mikroorganismenya lainnya.
Bakteri asam laktat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghasilkan asam laktat dari gula. 2. Menekan pertumbuhan mikroorganismenya yang merugikan, misalnya Fusarium. 3. Meningkatkan percepatan perombakan bahan organik 4. Dapat menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa, serta memfermentasikan tanpa menimbulkan pengaruh-pengaruh merugikan yang diakibatkan oleh bahan-bahan organik yang tidak terurai
Ragi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membentuk zat antibakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis. 2. Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar.
Actinomyces	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghasilkan zat-zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik. 2. Menekan pertumbuhan jamur dan bakteri.
Jamur fermentasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menguraikan bahan organik secara tepat untuk menghasilkan alkohol, ester dan zat-zat antimikroba. 2. Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan.

Sumber : Yuwono, 2005

2.5 Fermentasi

2.5.1 Pengertian Fermentasi

Ada beberapa pengertian fermentasi yang dijadikan dasar teori dalam penelitian ini :

1. Fermentasi adalah proses pembusukan, yang memanfaatkan mikroorganisme secara anaerobik.
2. Fermentasi adalah proses removal limbah cair, secara anaerobik yang menggunakan mikroorganisme sehingga menghasilkan gas metana.
3. Fermentasi adalah suatu reaksi oksidasi-reduksi dalam sistem biologis yang menghasilkan energi, dimana sebagai donor dan akseptor elektronnya digunakan senyawa organik.
4. Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme pemecahan glukosa menjadi alkohol (www.wikipedia.com)
5. Fermentasi adalah proses biological *anaerobic sludge* dalam pengelolaan limbah organik. (Tchobanoglous, 1993)

2.5.2 Prinsip dari Kriteria Keberhasilan Fermentasi

Kriteria untuk kualitas fermentasi sebagai berikut :

1. Kandungan air

Untuk kandungan air membutuhkan 50 % ke atas. Kadar air yang banyak pada proses anaerobik untuk membentuk senyawa gas dan beraneka

macam asam organik. Secara fisik juga kadar air akan memudahkan proses penghancuran bahan organik dan mengurangi bau.

2. Derajat Keasaman (pH)

Untuk pertumbuhan tanaman, derajat keasaman yang ideal berkisar antara 6,7-7,2. Untuk mempertahankan kondisi pH hendaklah ditambahkan kapur pada tahap awal memasukan bahan.

3. Rasio C/N

Proses yang optimal membutuhkan rasio C/N 25:1-30:1. Semakin tinggi C/N semakin cepat perombakan bahan organik dan buangnya (*sludge*) akan mempunyai nitrogen yang tinggi. (Yuwono, 2005)

4. Ukuran Bahan

Pada proses ini sangat dianjurkan untuk menghancurkan bahan selumatnya sehingga menyerupai bubur atau lumpur. Hal ini agar mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran atau homogenisasi bahan.

5. Temperatur

Temperatur di daerah teropis berkisar 25-35°C sudah cukup bagus. Namun suhu optimal yang dibutuhkan berkisar 50-60°C. Suhu optimal tersebut dapat dibantu dengan meletakkan tempat fermentasi di daerah yang terkena matahari langsung, maka dapat menaikkan suhu sehingga gas metan yang dihasilkan semakin tinggi dan proses pembusukan berjalan lebih cepat. Dengan demikian, gas metan perlu dikeluarkan setiap hari, yaitu dengan membuka lubang gas. (Yuwono, 2005)

Pada Tabel 2.4 dapat dilihat komposisi dari bahan-bahan yang dapat dikomposisikan dengan rasio C/N dari masing-masing bahan.

Tabel 2.4 Perbandingan kandungan Karbon dan Nitrogen (C/N) berbagai bahan organik

Jenis Bahan	Rasio C/N
Urin	0.8 : 1
Tinja	6 : 1 hingga 10 : 1
Kertas koran	50 : 1 hingga 200 : 1
Kotoran ayam	10 : 1
Kotoran sapi	20 : 1
Kotoran kuda	25 : 1
Sisa buah buahan	35 : 1
Jagung, bonggol	60 : 1
Lumpur aktif	6 : 1
Jerami	100 : 1
Kulit batang pohon	100 – 130 : 1
Darah	3 : 1
Serbuk gergaji	500 : 1
Kayu	200 hingga 400 : 1

Sumber : Yuwono, 2005

2.5.3 Proses Fermentasi

Ada tiga tahap proses pembentukan pupuk organik cair dengan metode fermentasi oleh bakteri anaerob secara berurutan, yaitu :

Tahap 1: Perombakan senyawa kompleks seperti karbondioksida, protein dan lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pada tahap ini pH berkisar 6-7 bakteri mesofilik yang berperan dalam proses ini berkerja

pada suhu 30-40 °C dan bakteri termofilik pada suhu 50-60°C akibatnya pH akan terus turun dan diikuti dengan bau busuk.

Tahap 2: Perubahan senyawa sederhana menjadi asam organik seperti asam lemak, asam asetat, asam butirat, asam propionate dan lain-lain. Namun pada waktu yang bersamaan terbentuk ion buffer sehingga terjadi perubahan pH secara drastis, dilakukan penambahan kapur sebagai penetral. Pada tahap kedua ini juga terjadi perombakan asam organik dan senyawa nitrogen serta sebagian kecil CO₂, N₂, CH₄, dan H₂.

Tahap 3: Pembentukan gas metan, karbondioksida, hydrogen sulfide, hydrogen dan nitrogen yang dibentuk dari senyawa-senyawa asam yang ditandai dengan naiknya pH menjadi basa.

Bakteri yang berperan dalam proses pembuatan pupuk organik cair dengan metode fermentasi ini yaitu sebagai berikut:

- Bakteri pembentuk asam: Pseudomonas, Flavobacterium, Escherichia dan Aerobacter.
- Bakteri pembentuk gas metan, karbondioksida, hidrogen sulfida, hidrogen dan nitrogen adalah Methanobacterium omelianski, Methanobacterium solingeni, Methanobacterium suboxydans, Methanobacterium propionicum, Methanobacterium formicium, Methanobacterium ruminantium dan Methanobacterium mazei.

Lama kegiatan fermentasi anaerobik pada proses ini tergantung dari perlakuan yang diberikan, seperti rasio C/N, kadar air, ukuran bahan, temperatur,

pH dan aerasinya. Beberapa bahan organik yang sulit terurai pada proses aerobik biasanya akan terurai pada proses anaerobik sehingga hampir semua bahan organik dapat diuraikan secara anaerobik. Pembasmian patogen pada pembuatan secara aerobik dapat dilakukan dengan meningkatkan suhu hingga sampai 70°C, namun pada proses anaerobik, patogen dapat terbunuh dengan sendirinya karena kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Pada proses fermentasi anaerobik, bahan dapat dimasukan sewaktu-waktu dalam reaktor fermentasi (Yuwono, 2005).

2.5.4 Persyaratan Kompos

Adapun persyaratan dari kompos adalah sebagai berikut :

2.5.4.1 Tidak mengandung bahan asing

Tidak mengandung bahan asing seperti berikut :

- 1) Semua bahan pengotor organik atau anorganik seperti logam, gelas, plastik dan karet.
- 2) Pencemar lingkungan seperti senyawa logam berat, B3 dan kimia organik seperti pestisida .

2.5.4.2 Kematangan fermentasi

Karakteristik fermentasi yang telah selesai mengalami proses dekomposisi adalah sebagai berikut:

1. Hasil akhirnya berupa lumpur berwarna coklat sampai kehitaman. (Yuwono, 2005).
2. Aroma berubah menjadi agak sedap. (Jumali, 2005).
3. Lama proses fermentasi antara 10-15 hari. (www.warintek.progressio.or.id)

2.5.4.3 Unsur mikro

Unsur mikro nilai-nilai ini dikeluarkan berdasarkan:

- 1) Konsentrasi unsur-unsur mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman (khususnya Cu, Mo, Zn).
- 2) Logam berat yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan tergantung pada konsentrasi maksimum yang diperbolehkan dalam tanah.

2.5.4.4 Organisme patogen

Organisme patogen tidak melampaui batas berikut :

- 1) *Fecal Coli* 1000 MPN/gr total solid dalam keadaan kering
- 2) *Salmonella* sp. 3 MPN / 4 gr total solid dalam keadaan kering.

Hal tersebut dapat dicapai dengan menjaga kondisi operasi pengomposan pada temperatur 55 °C.

2.5.4.5 Pencemar organik

Kompos yang dibuat tidak mengandung bahan aktif pestisida yang dilarang sesuai dengan KEPMEN PERTANIAN No 434.I/KPTS/TP.270/7/2001 tentang syarat dan tata cara pendaftaran pestisida pada pasal 6 mengenai jenis-jenis pestisida yang mengandung bahan aktif yang telah dilarang.

2.6 Kotoran Sapi

Kotoran sapi atau tinja adalah salah satu limbah ternak yang cukup potensial dan memiliki keunggulan tersendiri. Selain dapat menyediakan unsur hara bagi tanaman, juga dapat mengembangkan kehidupan mikroorganisme yang dapat mempercepat proses pengomposan. Jenis mikroba yang terdapat dalam

kotoran sapi adalah cendawan jamur golongan *mesofilik* dan *termofilik* serta Aktinomicetes. (Lawira, 2000)

Kotoran sapi ada dua (2) macam :(Sutanto, 2002)

1. Kotoran sapi kering

Penggunaan kotoran sapi kering dapat mengurangi pengaruh kenaikan temperatur selama proses dekomposisi dan terjadinya kekurangan nitrogen yang diperlukan tanaman. Kotoran sapi kering mempunyai kandungan nitrogen sebesar 2,41 %.

2. Kotoran sapi cair

Kotoran sapi cair juga baik sebagai sumber hara tanaman. *Faeces* sapi merupakan *faeces* yang banyak mengandung air dan lendir. Pada *faeces* padat bila terpengaruh oleh udara terjadi pergerakan-pergerakan sehingga keadaan menjadi keras, dalam keadaan demikian peranan jasad renik untuk mengubah bahan-bahan yang terkandung dalam *faeces* menjadi zat-hara yang tersedia dalam tanah untuk mencukupi keperluan pertumbuhan tanaman mengalami hambatan-hambatan, perubahan secara perlahan-lahan. (Sutejo, 2002).

Komposisi unsur hara pada macam-macam pupuk kandang dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Komposisi unsur hara macam-macam pupuk kandang

JENIS PUPUK	Wujud Bahan	H ₂ O (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Pupuk Kuda	Padat 80	75	0.55	0.30	0.40
	Cair 20	90	1.35	-	1.25
	Total -	78	0.70	0.25	0.55
Pupuk Sapi	Padat 70	85	0.40	0.20	0.10
	Cair 30	92	1.00	0.20	1.35
	Total -	86	0.60	0.15	0.15
Pupuk Kambing	Padat 67	60	0.75	0.50	0.45
	Cair 33	85	1.35	0.05	2.10
	Total -	69	0.95	0.35	1.00
Pupuk Babi	Padat 60	80	0.55	0.50	0.45
	Cair 40	97	0.40	0.10	0.45
	Total -	87	0.50	0.35	0.40
Pupuk Ayam	Total -	55	0.80	0.80	0.40

Sumber : Sutejo, 2002

Tentang persentase bahan padat dan bahan cair pada pupuk kandang atau kotoran hewan dapat diketemukan sebagai berikut :

- Pupuk Sapi..... Bahan padat 44,0 % bahan cair 6,3 %
- Pupuk Kambing..... Bahan padat 67,0 % bahan cair 33,0 %
- Pupuk Kuda..... Bahan padat 5,7 % bahan cair 64,7 %

Walaupun persentase bahan padat lebih besar dari bahan cair (kecuali pada pupuk kuda) tidaklah berarti bahwa kandungan zat N dan K berada lebih besar pada bahan padat, bahkan sebaliknya. Zat N dan K persentasenya akan lebih banyak terdapat pada bahan cair, sedangkan P persentasenya lebih banyak pada bahan padat (jadi urine sapi misalnya tidak banyak mengandung asam fosfat). Dalam hal ini dapat dikemukakan suatu kenyataan bahwa kandungan yang terdapat pada sapi perah dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Kandungan unsur hara pada sapi perah

MACAM BAHAN	Persentase kandungan unsur-unsur		
	N (%)	P (%)	K (%)
Pada susunya	4	7	1
Pada pupuk cair	82	4	79
Pada pupuk padat	14	89	20

Sumber : Sutejo, 2002

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Pada penelitian ini dilakukan penelitian pendahuluan, yaitu penelitian yang dilakukan untuk menguji bahan masing-masing reaktor setelah diadakannya pencampuran bahan untuk proses fermentasi. Penelitian selanjutnya untuk mengetahui parameter yang berperan dalam proses fermentasi yang meliputi rasio C/N, pH dan suhu selama komposting berlangsung sampai akhir proses (akhir pengamatan).

Penelitian ini dilakukan selama 20 hari yang meliputi pengukuran rasio C/N, N, P dan K, dilakukan pada hari ke-0, hari ke-1, hari ke-10 dan hari ke-20, sedangkan untuk pengukuran suhu dan pH dilakukan setiap hari (pagi dan sore) sampai hari ke-20 untuk setiap reaktor. Pengamatan unsur makro yang terkandung dalam bahan seperti N, P dan K dilakukan untuk mengetahui nilai dalam proses fermentasi selama 20 hari, sedangkan unsur pendukung seperti pemeriksaan suhu dan pH dilakukan untuk mengetahui proses fermentasi, hubungan rasio C/N dan parameter pendukung tiap reaktor. Hasil penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa tempat yaitu :

- a. Lokasi untuk survey lapangan dan tempat pengambilan sampel *slurry* di *Digester Biogas* Dusun Kali Adem, Kecamatan Cangkringan, Sleman, Jogjakarta.
- b. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.
- c. Pelaksanaan proses fermentasi dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan UII Jogjakarta.

3.3 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah *slurry* di *Digester Biogas* Dusun Kali Adem, Kecamatan Cangkringan, kotoran sapi dan EMU.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

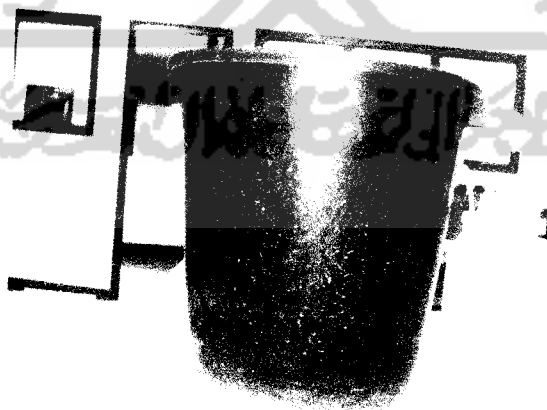
Pelaksanaan penelitian meliputi persiapan reaktor dan persiapan bahan, yang diuraikan seperti di bawah ini.

3.4.1 Persiapan Reaktor

Reaktor yang digunakan untuk pengomposan adalah ember plastik dengan diameter atas 35 cm, diameter bawah 25 cm dan tinggi 45 cm. Selama proses fermentasi reaktor ditutup agar tetap terjadi proses anaerob di dalam reaktor.

Reaktor fermentasi sebaiknya tidak terbuat dari logam. Bahan yang paling baik untuk reaktor fermentasi adalah tembok atau plastik yang tahan terhadap kondisi asam. Alasannya sebagai berikut:

1. Plastik mudah menyerap panas sehingga mudah mencapai suhu optimal dengan meletakkan tempat fermentasi di daerah yang terkena matahari langsung, maka dapat menaikkan suhu sehingga gas metan yang dihasilkan semakin tinggi dan proses pembusukan berjalan lebih cepat. Dengan demikian, gas metan perlu dikeluarkan setiap hari, yaitu dengan membuka lubang gas.
2. Plastik tidak mengandung logam berat sehingga relatif aman. Apabila menggunakan tong metal atau sejenis metal lainnya, dikhawatirkan zat asam akan bereaksi dengan logam sehingga proses fermentasi akan tercemari. (Yuwono, 2005).



Gambar 3.1. Reaktor yang digunakan untuk proses fermentasi

3.4.2 Persiapan Bahan

Pada percobaan dilakukan pencampuran bahan yaitu *slurry* dari limbah *digester biogas* dan kotoran sapi untuk memperoleh rasio C/N yang optimum dan juga di tambahkan EM₄ untuk mempercepat proses fermentasi. Lokasi pengambilan *slurry* ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

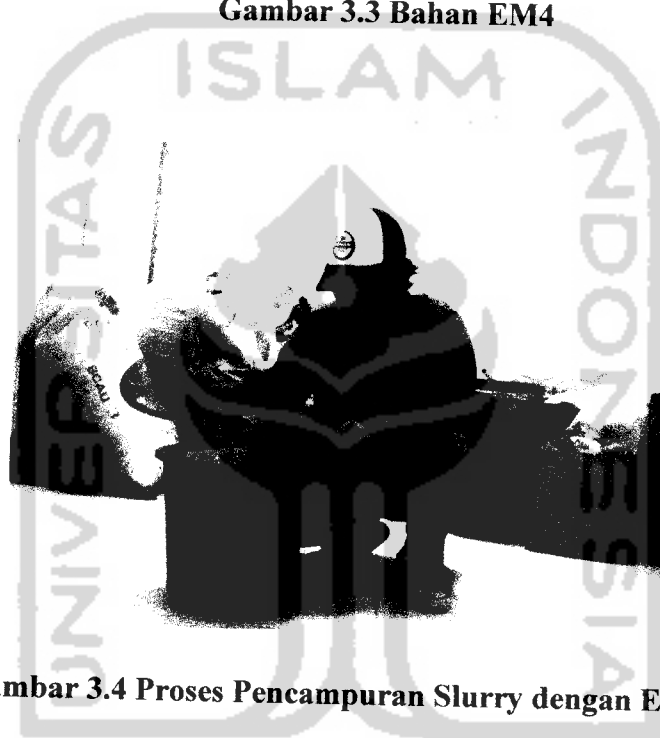


Gambar 3.2. Bahan *slurry* pada *digester biogas*

Slurry yang digunakan pada proses fermentasi ini menggunakan *slurry* yang keluar dari outlet *slurry* di *Digester Biogas* Dusun Kali Adem, Kecamatan Cangkringan, Jogjakarta. Sedangkan kotoran sapi yang digunakan adalah kotoran sapi yang diambil dari kandang perternakan sapi perah. Proses fermentasi pembuatan pupuk organik cair dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.3 Bahan EM4



Gambar 3.4 Proses Pencampuran Slurry dengan EM4

3.4.3 Pengoperasian Reaktor

Percobaan dilakukan dengan variasi untuk masing-masing reaktor adalah sebagai berikut:

- Reaktor 1 = *slurry* : kotoran sapi = 70 : 30
- Reaktor 2 = *slurry* : kotoran sapi = 80 : 20
- Reaktor 3 = *slurry* : kotoran sapi = 90 : 10

Tiap reaktor memiliki volume total 5 liter dengan persentase pembagian bahan seperti telah dicantumkan di atas.

3. 5 Pengukuran Parameter dan Analisa Hasil

Analisa hasil untuk mengetahui kualitas kompos yang dihasilkan terutama N, P dan K adalah :

1. Suhu

Dilakukan dengan metode termometer, dilakukan 2 kali sehari (pagi dan sore).

2. pH

Dilakukan dengan menggunakan pH meter setiap 2 kali sehari (pagi dan sore).

3. Rasio C/N

Dilakukan pada hari ke-0, ke-1, ke-10 dan ke-20

4. Kualitas akhir pupuk organik

Setelah terjadi pematangan, dilakukan pengujian unsur makro N, P, dan K yang dilakukan pada hari ke-0, ke-1, ke-10 dan ke-20.

5. Pengolahan data statistik menggunakan Metode Anova.

Metode yang dipergunakan dalam pengukuran parameter dapat dilihat pada Table 3.1 di bawah ini:

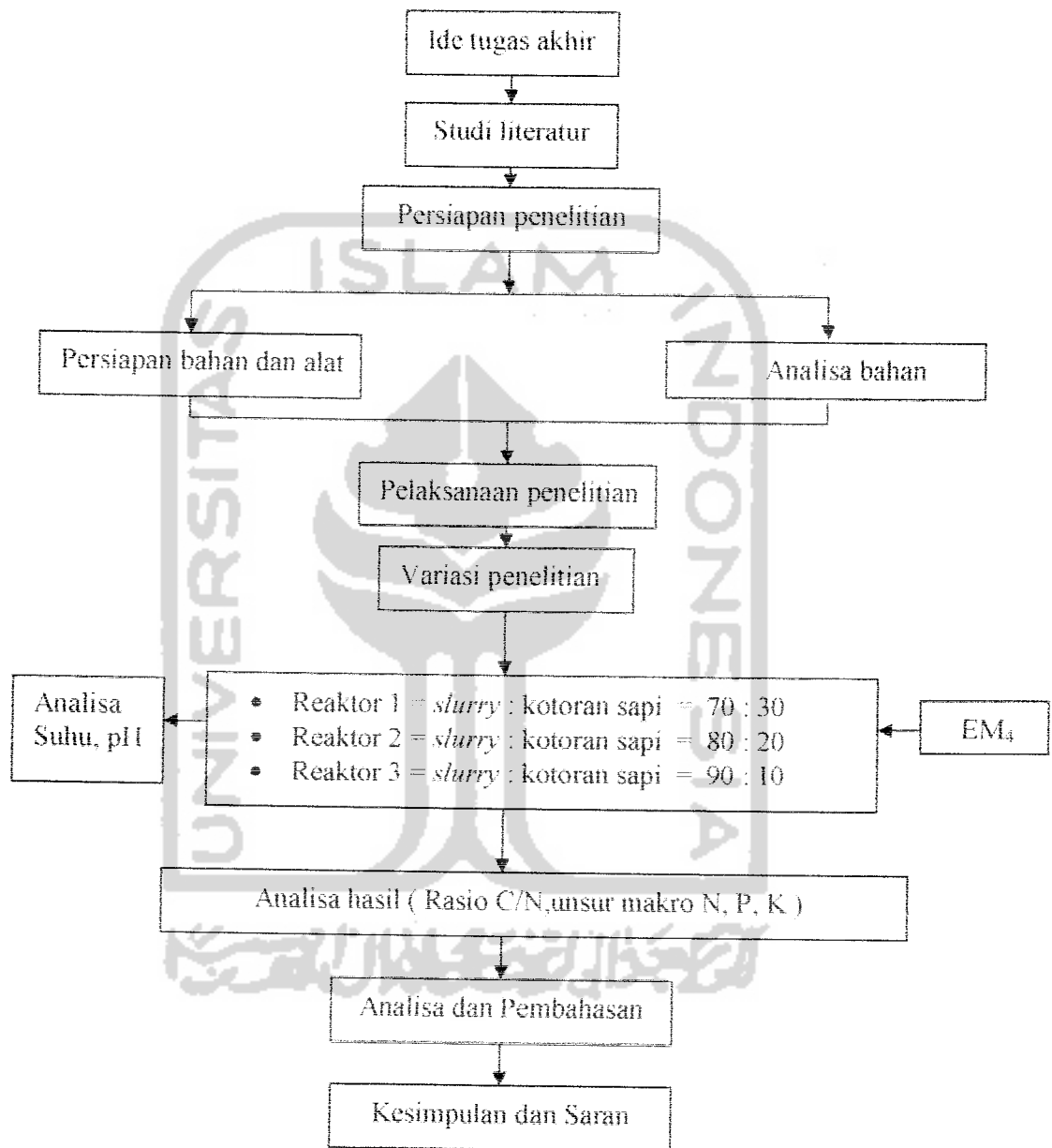
Tabel 3.1 Metode yang digunakan untuk pengukuran parameter

Parameter	Metode	SNI 19-7030-2004
		Kompos
Suhu	Pengukuran dengan termometer	Suhu air tanah
pH	Pengukuran dengan pH meter	6,8-7,49
C organik	SK SNI M-71-1990-03	9,8-32 %
Nitrogen	SK SNI M-47-1990-03	0,4 %
Phospat	SK SNI M-52-1990-03	0,1 %
Kalium	SK SNI M-13-1990-F	1,05 %

Sumber: Data sekunder lab. kualitas air JTL UH dan Lab. Pertanian UGM, Jogjakarta

3.6. Kerangka Penelitian

Dibawah ini merupakan alur penelitian yang dilakukan :



Gambar 3.5 Diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

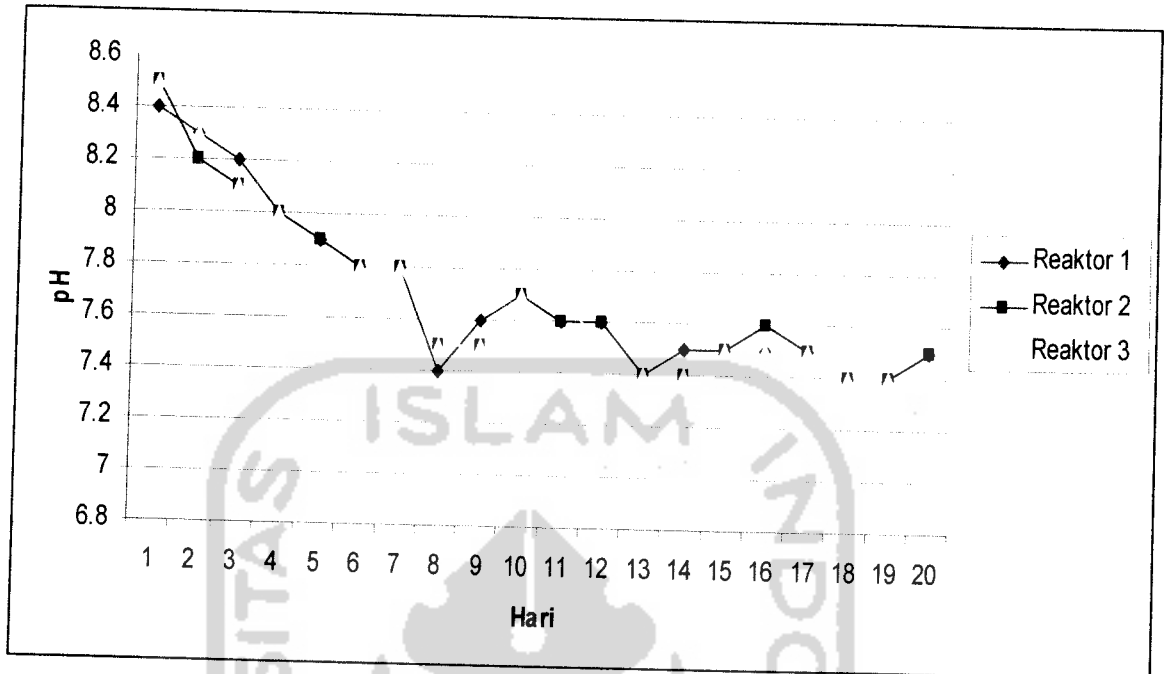
Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil bahwa variasi antara *slurry* : kotoran sapi dengan variasi volume dapat mempengaruhi waktu kematangan pupuk organik cair.

Pada penelitian ini dilakukan penelitian pendahuluan, yaitu penelitian yang dilakukan untuk menguji bahan masing-masing reaktor setelah diadakannya pencampuran bahan untuk proses fermentasi. Penelitian selanjutnya untuk mengetahui parameter yang berperan dalam proses fermentasi yang meliputi rasio C/N, pH dan suhu selama proses fermentasi berlangsung sampai akhir proses (akhir pengamatan).

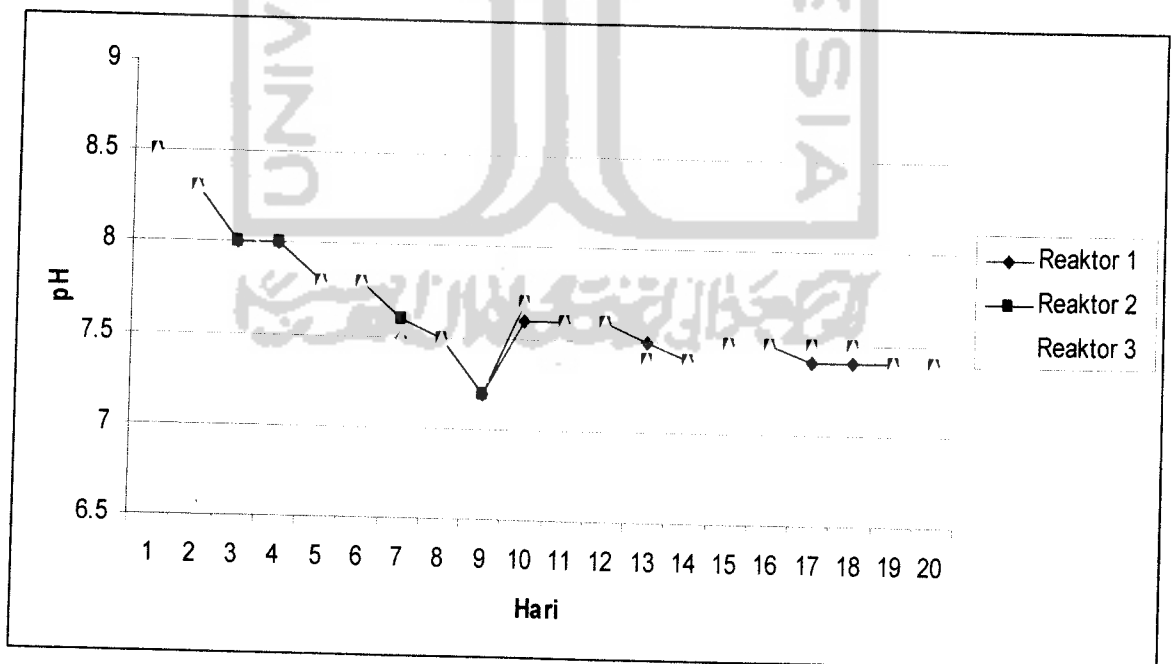
4.1 Pengamatan pH

Seperti faktor lainnya, derajat keasaman perlu dikontrol selama proses fermentasi berlangsung, karena pH merupakan indikator pemantauan berhasil atau tidaknya proses fermentasi yang berlangsung dan juga faktor lingkungan yang juga penting bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Perubahan nilai pH pada tiap reaktor mulai dari hari ke-1 fermentasi sampai pupuk organik cair dinyatakan matang (akhir proses) ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Nilai pH pada reaktor 1, 2, dan 3 untuk kondisi pagi hari



Gambar 4.2 Nilai pH pada reaktor 1, 2, dan 3 untuk kondisi sore hari

Analisis data dengan metode ANOVA digunakan untuk menguji apakah rata-rata nilai pH pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan. Pada Tabel 4.1 dapat dilihat ringkasan statistika dari data nilai pH.

Tabel 4.1 *Descriptives* untuk nilai pH

Pengukuran pH dipagi hari

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
R1	20	7.7000	.31119	.06959	7.5544	7.8456	7.40	8.40
R2	20	7.6950	.30689	.06862	7.5514	7.8386	7.40	8.50
R3	20	7.6850	.32163	.07192	7.5345	7.8355	7.40	8.50
Total	60	7.6933	.30801	.03976	7.6138	7.7729	7.40	8.50

Pengukuran pH disore hari

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
R1	20	7.6450	.33003	.07380	7.4905	7.7995	7.20	8.50
R2	20	7.6600	.32509	.07269	7.5079	7.8121	7.20	8.50
R3	20	7.6600	.32184	.07196	7.5094	7.8106	7.30	8.50
Total	60	7.6550	.32018	.04134	7.5723	7.7377	7.20	8.50

Hipotesis

H_0 : pH rata-rata ketiga reaktor identik

H_1 : pH rata-rata ketiga reaktor tidak identik

Pengambilan keputusan :

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

Hasil dari perhitungan probabilitas dengan tes homogenitas variansi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Homogenitas variansi untuk nilai pH

Test of Homogeneity of Variances

Pengukuran pH pada pagi hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.014	2	57	.986

Pengukuran pH pada sore hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.004	2	57	.996

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

Dari Tabel 4.2 di atas dapat terlihat bahwa *Lavene Test* hitung adalah 0,014 (pagi) dan 0,004 (sore) dengan nilai probabilitas 0,986 (pagi) dan 0,996 (sore). Oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, atau ketiga varian adalah varian tidak berpengaruh terhadap nilai pH. Di bawah ini merupakan analisis data dengan metode ANOVA yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Hipotesis :

H_0 : pH rata-rata ketiga reaktor identik

H_1 : pH rata-rata ketiga reaktor tidak identik

Pengambilan keputusan :

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

Tabel 4.3 *Analysis of Variances (ANOVA)* untuk nilai pH

Pengukuran pH pada pagi hari

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.002	2	.001	.012	.988
Within Groups	5.595	57	.098		
Total	5.597	59			

Pengukuran pH pada sore hari

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	2	.001	.014	.986
Within Groups	6.045	57	.106		
Total	6.048	59			

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa F hitung adalah 0,012 (pagi) dan 0,14 (sore) dengan nilai probabilitas adalah 0,988 (pagi) dan 0,986 (sore), oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, atau rata-rata nilai pH pada ketiga reaktor identik atau sama, berarti variasi komposisi *slurry* dan kotoran sapi untuk bahan pembuatan pupuk organik cair tidak berpengaruh terhadap besarnya nilai pH pada proses fermentasi.

Setelah diketahui bahwa ketiga variasi identik, kemudian dapat ditentukan perbedaan diantara ketiga variasi dengan tes *Post Hoc*, yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Post Hoc Test*

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pengukuran pH pada pagi hari
Tukey HSD

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	.00500	.09907	.999	- .2334	.2434
	R3	.01500	.09907	.987	- .2234	.2534
R2	R1	-.00500	.09907	.999	-.2434	.2334
	R3	.01000	.09907	.994	-.2284	.2484
R3	R1	-.01500	.09907	.987	-.2534	.2234
	R2	-.01000	.09907	.994	-.2484	.2284

Dependent Variable: Pengukuran pH pada sore hari
Tukey HSD

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	-.01500	.10299	.988	-.2628	.2328
	R3	-.01500	.10299	.988	-.2628	.2328
R2	R1	.01500	.10299	.988	-.2328	.2628
	R3	.00000	.10299	1.000	-.2478	.2478
R3	R1	.01500	.10299	.988	-.2328	.2628
	R2	.00000	.10299	1.000	-.2478	.2478

Masalah perbedaan rata-rata nilai pH pada ketiga variasi bahan dibahas pada analisis Tukey dalam *Post Hoc Test*. Pada hasil uji Tukey HSD dapat dilihat bahwa diantara semua reaktor memiliki nilai probabilitas $> 0,05$ sehingga H_0 diterima, berarti rata-rata nilai pH diantara ketiga variasi identik. Pada kolom *Mean Different* tidak ada tanda “ * ” berarti perbedaan rata-rata nilai suhu diantara ketiga variasi tersebut tidak signifikan, karena apabila ada tanda tersebut berarti perbedaan signifikan.

Apabila dilihat dari gambar diketahui bahwa nilai pH pada ketiga reaktor cenderung seragam, hal ini dimungkinkan disebabkan oleh faktor suhu yang

cenderung seragam juga dan tidak mencapai nilai optimum. Sehingga proses pembentukan gas metana yang ditandai pH menjadi asam kurang optimal.

Derajat keasaman (pH) optimal yang dibutuhkan dalam pengomposan anaerobik adalah pH 6,7 - 7,2. (Yuwono, 2005).

Pada reaktor 1, 2 dan 3 kotoran sapi dan *slurry* dari *digester biogas* dengan penambahan EM₄ dapat dilihat dari tabel, bahwa pH cenderung bersifat basa yaitu pH 8 dimana terjadi proses hidrolisis dan mengalami penurunan ke pH 7 dimana terjadi proses pengasaman, tetapi pada hari ke-10 pada reaktor 1, 2 dan 3 terjadi kenaikan pH dimana terjadi penyempurnaan proses hidrolisis. Pada hari-hari berikutnya mengalami penurunan pH dimana terjadi proses metanogenik pada reaktor fermentasi, yang diketahui dengan timbulnya gelembung-gelembung udara di dalam reaktor dimana terjadi proses metanogenik. Kenaikan pH yang berangsur-angsur disebabkan hasil dekomposisi bahan organik pada tahap sebelumnya seperti asam-asam organik dikonversikan sebagai metana dan CO₂ (Polprasert, 1989) berlangsung lebih lama. Reaksinya :



Bakteri yang memegang peranan penting dan aktif dalam proses perombakan fermentasi anaerob adalah bakteri methana. Bakteri methana yang telah berhasil diidentifikasi terdiri dari empat jenis, yaitu :

- a. Bakteri bentuk batang dan tidak membentuk spora dinamakan *Methanobacterium*.
- b. Bakteri bentuk batang dan membentuk spora adalah *Methanobacillus*.
- c. Bakteri bentuk kokus, yaitu *Methanococcus* atau membagi diri.

d. Bakteri bentuk *sarcinae* pada sudut 90° dan tumbuh dalam kotak yang terdiri dari 8 sel yaitu *Methanosarcina* (Jemie, 1993).

Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi Hidrogen dengan menggunakan CO₂ sebagai akseptor elektron.

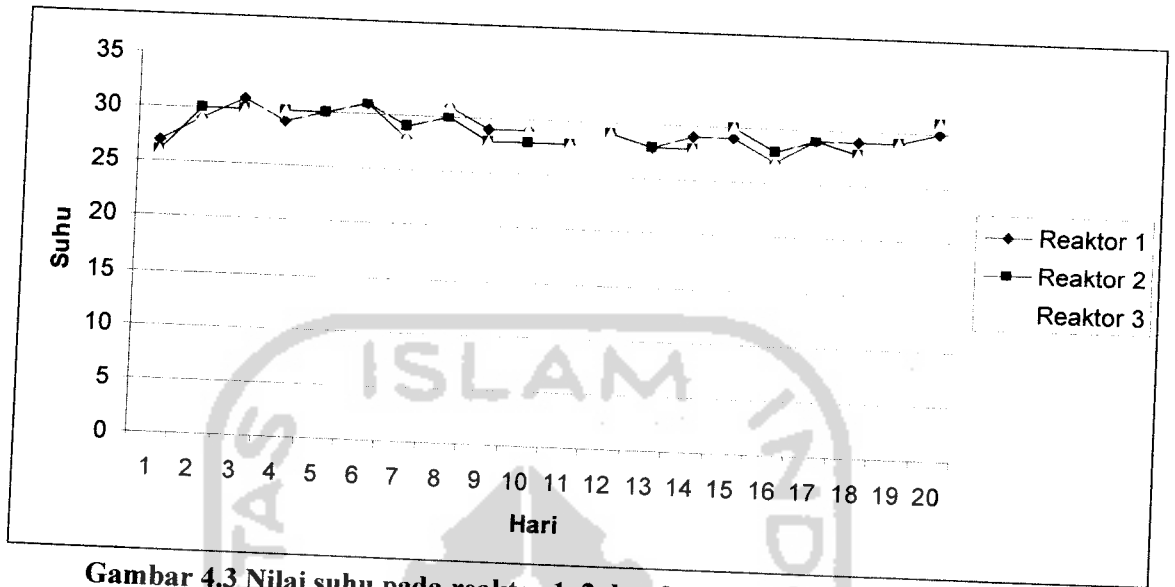
Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



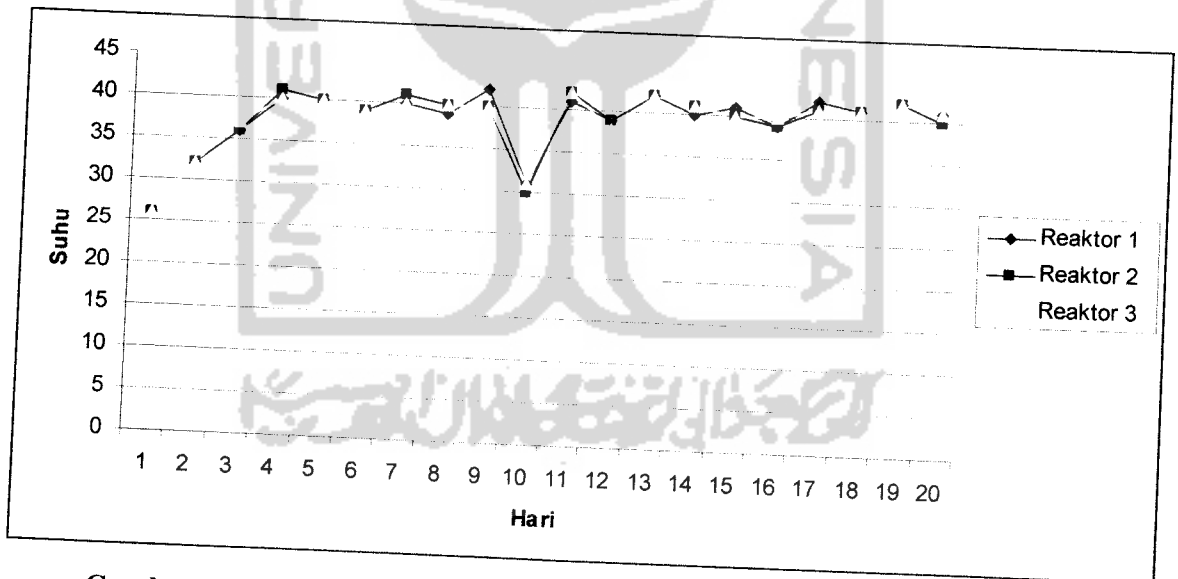
4.2 Pengamatan Suhu

Selama proses fermentasi secara anaerobik, populasi mikroorganisme terus berubah, maka suhu adalah indikator proses yang berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme. Temperatur di daerah tropis berkisar 25-35°C sudah cukup bagus, namun suhu optimal yang dibutuhkan dalam keadaan *termofilik* berkisar 50-60°C. (Yuwono, 2005). Dari gambar dapat dilihat hasilnya bervariasi, di mana semua reaktor tidak dapat mencapai suhu optimum.

Gambar 4.3 dan 4.4 menunjukkan terjadinya perubahan suhu pada tiap reaktor mulai dari hari ke-1 proses fermentasi sampai dinyatakan matang (akhir fermentasi) pada hari ke-20.



Gambar 4.3 Nilai suhu pada reaktor 1, 2 dan 3 untuk kondisi pagi hari



Gambar 4.4 Nilai suhu pada reaktor 1, 2 dan 3 untuk kondisi sore hari

Analisis data dengan metode ANOVA digunakan untuk menguji apakah rata-rata nilai suhu pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan. Pada Tabel 4.5 dapat dilihat ringkasan statistika dari data nilai suhu.

Tabel 4.5 Descriptives untuk nilai suhu

Descriptives									
Pengukuran suhu pada pagi hari									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
R1	20	29.05	1.146	.256	28.51	29.59	27	31	
R2	20	29.00	1.257	.281	28.41	29.59	26	31	
R3	20	29.00	1.376	.308	28.36	29.64	26	32	
Total	60	29.02	1.242	.160	28.70	29.34	26	32	

Pengukuran suhu pada sore hari									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
R1	20	38.65	4.258	.952	36.66	40.64	26	42	
R2	20	38.60	4.333	.969	36.57	40.63	26	42	
R3	20	38.65	4.196	.938	36.69	40.61	26	42	
Total	60	38.63	4.190	.541	37.55	39.72	26	42	

Hipotesis :

H_0 : Suhu rata-rata ketiga reaktor identik

H_1 : Suhu rata-rata ketiga reaktor tidak identik

Pengambilan keputusan :

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

Hasil dari perhitungan probabilitas dengan tes homogenitas variansi dapat dilihat pada Tabel 4.6 di bawah ini :

Tabel 4.6 Tes homogenitas variansi untuk nilai suhu

Test of Homogeneity of Variances

Pengukuran suhu pada pagi hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.494	2	57	.613

Pengukuran suhu pada sore hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.008	2	57	.992

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

Dari Tabel 4.6 dapat terlihat bahwa *Levene Test* hitung adalah 0,494 (pagi) dan 0,008 (sore) dengan nilai probabilitas 0,613 (pagi) dan 0,992 (sore). Oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, atau ketiga varian yaitu varian *slurry* dan kotoran sapi tidak berpengaruh pada nilai suhu. Di bawah ini merupakan analisis data dengan metode ANOVA yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Hipotesis :

H_0 : Suhu rata-rata ketiga reaktor identik

H_1 : Suhu rata-rata ketiga reaktor tidak identik

Pengambilan keputusan :

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

Tabel 4.7 *Analysis of Variances* (ANOVA) untuk nilai suhu

ANOVA

Pengukuran suhu pada pagi hari

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.033	2	.017	.010	.990
Within Groups	90.950	57	1.596		
Total	90.983	59			

Pengukuran suhu pada sore hari

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.033	2	.017	.001	.999
Within Groups	1035.900	57	18.174		
Total	1035.933	59			

Dari Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa F hitung adalah 0,010 (pagi) dan 0,001 (sore) dengan nilai probabilitas adalah 0,990 (pagi) dan 0,999 (sore), oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima, atau perbedaan rata-rata nilai suhu pada ketiga reaktor tidak nyata, berarti variasi komposisi *shurry* dan kotoran sapi untuk bahan pupuk organik cair tidak terlalu mempengaruhi besarnya nilai suhu pada proses fermentasi.

Setelah diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang nyata di antara ketiga variasi, kemudian dapat ditentukan perbedaan di antara masing-masing variasi dengan tes *Post Hoc*, hasil perhitungan dengan tes *Post Hoc* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Post Hoc Tes*

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pengukuran suhu pada pagi hari
Tukey HSD

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	.050	.399	.991	-.91	1.01
	R3	.050	.399	.991	-.91	1.01
R2	R1	-.050	.399	.991	-1.01	.91
	R3	.000	.399	1.000	-.96	.96
R3	R1	-.050	.399	.991	-1.01	.91
	R2	.000	.399	1.000	-.96	.96

Dependent Variable: Pengukuran suhu pada sore hari
Tukey HSD

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	-.050	1.348	.999	-3.19	3.29
	R3	.000	1.348	1.000	-3.24	3.24
R2	R1	-.050	1.348	.999	-3.29	3.19
	R3	-.050	1.348	.999	-3.29	3.19
R3	R1	.000	1.348	1.000	-3.24	3.24
	R2	.050	1.348	.999	-3.19	3.29

Masalah perbedaan rata-rata nilai suhu pada kedua variasi bahan dibahas pada analisis Tukey dalam *Post Hoc Test*. Pada hasil uji Tukey HSD dapat dilihat bahwa diantara semua reaktor memiliki nilai probabilitas > 0.05 sehingga H_0 diterima, berarti rata-rata nilai suhu di antara ketiga variasi identik. Pada kolom *Mean Different* tidak ada tanda "*" berarti perbedaan rata-rata nilai suhu di antara ketiga variasi tersebut tidak signifikan, karena apabila ada tanda tersebut berarti perbedaan signifikan.

Pada reaktor 1, 2 dan 3 suhu sesuai dengan suhu lingkungan di daerah tropis $25 - 35$ °C dimana dapat mendukung proses fermentasi pada reaktor di



daerah tropis, dalam proses fermentasi ini terjadi proses dekomposisi yang cepat karena adanya penambahan EM4 yang menghadirkan bakteri pengurai. Pada reaktor tercapai suhu optimum 30 – 40 °C dimana bakteri *mesofilik* yang berperan dalam proses fermentasi ini, sedangkan bakteri *termofilik* yang berperan pada suhu 50 - 60°C tidak tercapai.

Masing-masing reaktor menunjukkan pada awal proses (hari ke-1) terjadi penurunan suhu, penurunan suhu ini terbentuk akibat pelepasan panas sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri pada proses hidrolisis dimana terjadi pelarutan zat-zat organik mudah larut dan pencernaan bahan-bahan organik yang kompleks menjadi bentuk yang sederhana, perubahan bentuk primer menjadi monomer.

Pada tahap pengasaman monomer (gula sederhana) yang terjadi pada hari ke -2 dan 3 yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam dimana akan menyebabkan terjadi kenaikan suhu. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan dihasilkan *asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol dan sedikit butirrat, gas karbondioksida, hydrogen dan amoniak*.

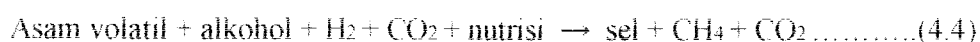
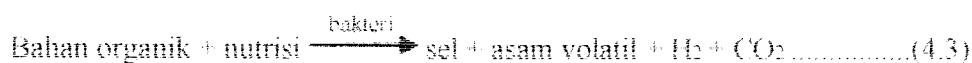
Sedangkan pada tahap metanogenik yang terjadi pada hari ke-4 sampai akhir proses pembuatan pupuk organik cair adalah tahap pembentukan *gas metan, karbondioksida, hydrogen sulfide, hydrogen dan nitrogen*

Proses awal dekomposisi, mikroba yang banyak berperan adalah *Actinomycetes* dan fungsi sebagai bakteri *mesofilik* (Tchobanoglous, 1993).

Bakteri ini secara alami terdapat dan mendominasi proses yang berlangsung selama tahap *mesofilik*.

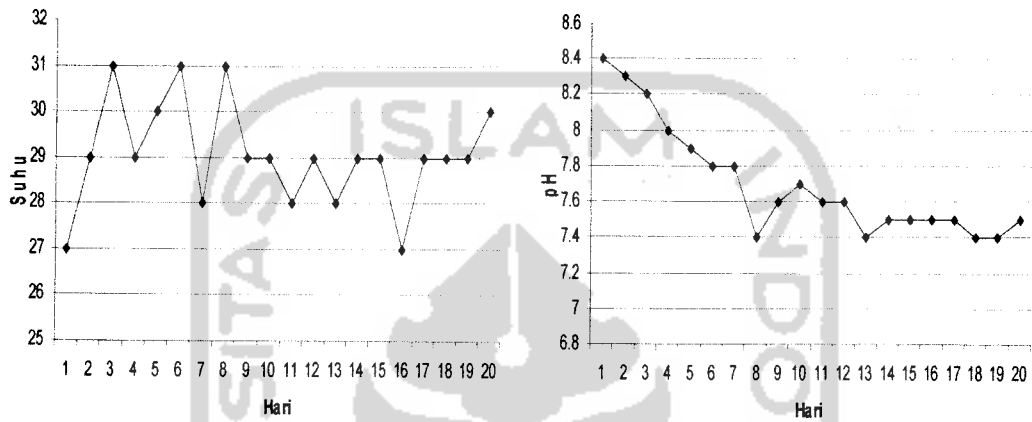
Suhu pada masing-masing reaktor tidak mencapai suhu optimum fermentasi hal ini dikarenakan pada saat penelitian berlangsung bertepatan dengan musim hujan, sehingga penempatan reaktor yang terkena langsung dengan matahari relatif singkat dan bahan organik dalam proses ini yang berupa *slurry* yang merupakan sisa dari proses fermentasi di dalam *digester biogas*, tetapi proses metanogenik tetap berjalan dengan baik dimana diketahui dengan gelembung-gelembung udara yang timbul dan ditiap reaktor gas metan yang dihasilkan sangat banyak. Tetapi pada reaktor 1, 2 dan 3 suhu telah sesuai dengan suhu lingkungan di daerah tropis 25 – 35 °C dimana dapat mendukung proses fermentasi pada reaktor di daerah tropis. Suhu dalam proses fermentasi ini berfungsi untuk mempercepat atau memperlambat reaksi pada reaktor fermentasi, suhu berpengaruh banyak pada kerja mikroorganisme pengurai yang dapat mempengaruhi nilai N, P, K dan C/N, suhu lingkungan di daerah tropis 25 – 35 °C yang mana laju reaksi tidak berjalan dengan optimum, dimana bakteri *termofilik* berkerja dengan optimum pada suhu 50 - 60°C. hal ini menjadikan nilai C, N, P dan C/N hasil uji kurang optimal.

Urutan mekanisme pengolahan proses fermentasi anaerobik pupuk organik cair dapat dinyatakan dalam bentuk seperti di bawah ini (Jenic 1993):

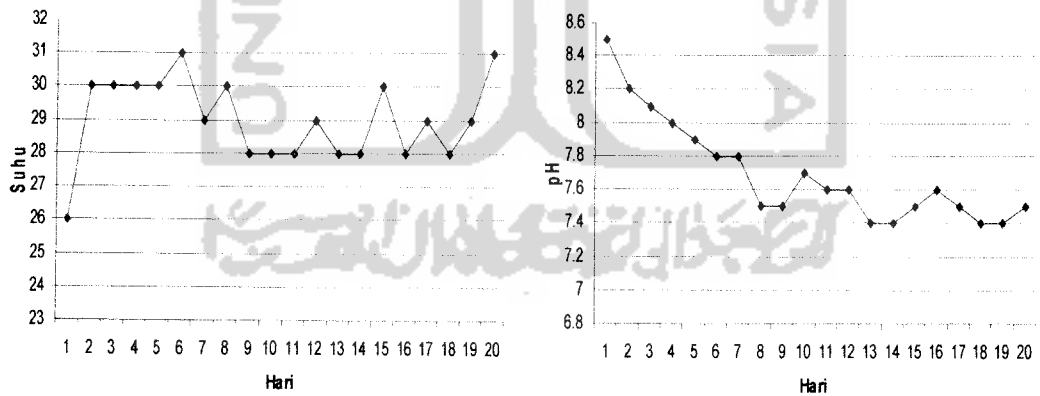


4.3 Hubungan pH dan Suhu Pada Reaktor

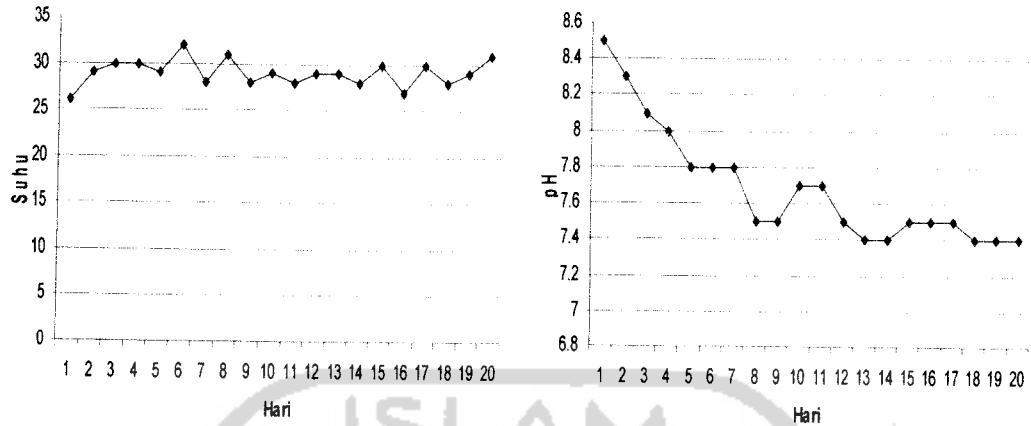
Hubungan antara pH dan suhu pada proses fermentasi di tiap reactor ditunjukkan pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.10 di bawah ini :



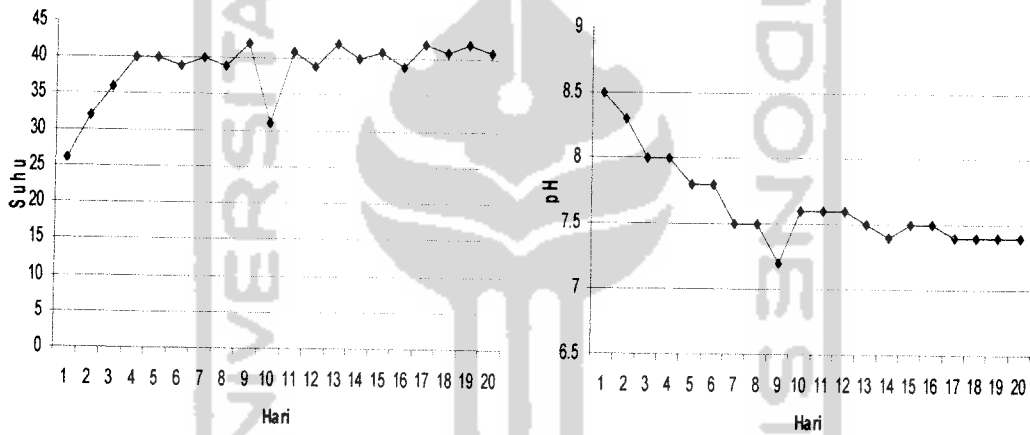
Gambar 4.5 Hubungan pH dan suhu dipagi hari pada reaktor 1 (70 : 30)



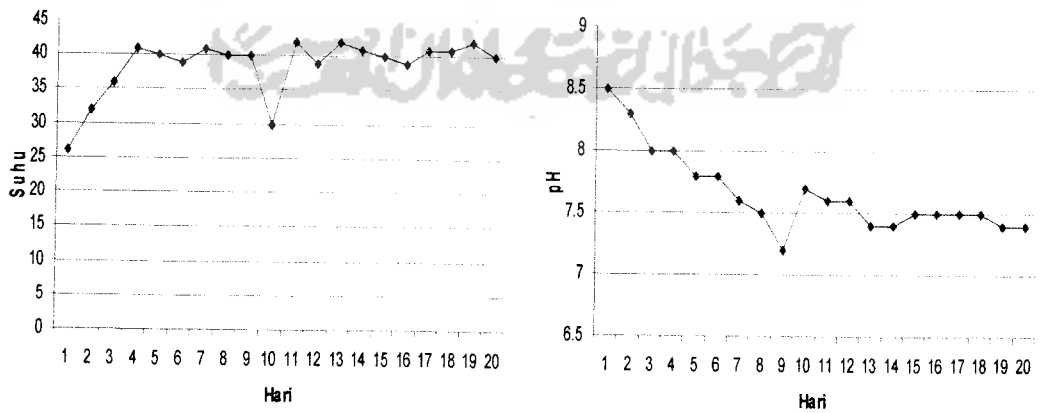
Gambar 4.6 Hubungan pH dan suhu dipagi hari pada reaktor 2 (80 : 20)



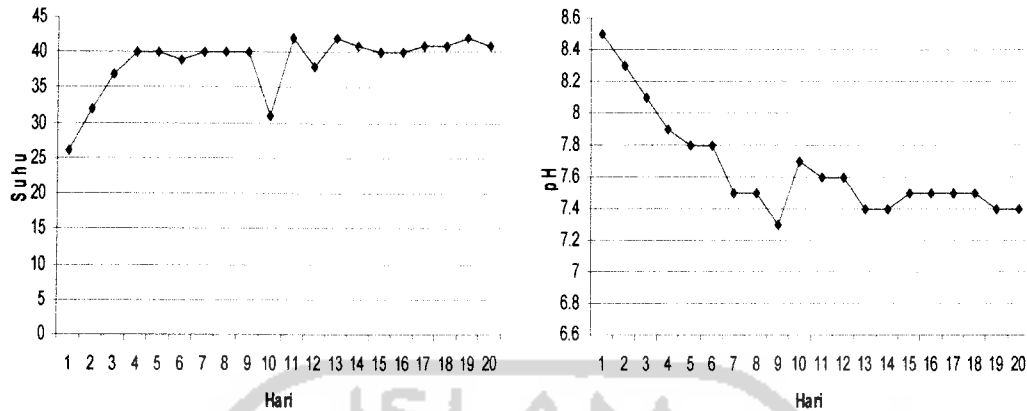
Gambar 4.7 Hubungan pH dan suhu dipagi hari pada reaktor 3 (90 : 10)



Gambar 4.8 Hubungan pH dan suhu disore hari pada reaktor 1 (70 : 30)



Gambar 4.9 hubungan pH dan suhu disore hari pada reaktor 2 (80 : 20)



Gambar 4.10 Hubungan pH dan suhu disore hari pada reaktor 3 (90 : 10)

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa antara pH dan suhu berbanding sama, dimana pada saat suhu mengalami penurunan maka pH juga mengalami penurunan pula, 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), lihat reaksi (4.1). Kenaikan pH disebabkan juga oleh protein dan nitrogen organik, yang menghasilkan ammonium disertai pelepasan OH⁻ yang dapat menaikkan pH (lihat reaksi 4.5). (Tchobanoglous, 1993).



4.4 Kualitas Pupuk Organik Cair

Adapun hasil pengukuran untuk slurry murni sebelum adanya perlakuan apapun, yaitu dilakukan setelah slurry diambil dari sumbernya langsung yang meliputi pengamatan N, P, K dan rasio C/N yang ditunjukkan pada Table 4.9.

Tabel 4.9 Hasil penelitian kualitas slurry murni

No	Jenis	C	BO	N Total	P Total	K Total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	Slurry murni	68,779	-	1,28	0,034	0,042	53,73

Sumber : Data primer, 2007

Adapun hasil pengukuran awal (tahap 1) untuk masing-masing reaktor, yaitu pengamatan pada reaktor 1 – 3 dilakukan pada saat hari pertama proses fermentasi berjalan ditunjukkan pada Table 4.10 di bawah ini :

Tabel 4.10. Hasil penelitian kualitas pupuk organik cair pada hari ke-1 fermentasi

No	Jenis	C	BO	N Total	P Total	K Total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	70 : 30	0,31	0,54	0,14	0,02	0,33	2,21
2	80 : 20	0,30	0,51	0,13	0,02	0,34	2,31
3	90 : 10	0,28	0,48	0,13	0,02	0,34	2,15

Sumber : Data primer, 2007

Dari hasil pengukuran pada awal fermentasi dapat diketahui bahwa pada semua reaktor tidak ada yang mendekati rasio C/N-nya tanah (10-12) sebagai syarat yang digunakan dalam mengetahui kompos yang akan digunakan untuk tanah. Kandungan N, P, dan K masih sangat rendah.

Hasil penelitian kualitas pupuk organik cair pada hari ke-10 proses fermentasi (tahap 2) ditunjukkan pada Table 4.11.

Tabel 4.11. Hasil penelitian kualitas pupuk organik cair pada hari yang ke-10 fermentasi

No	Jenis	C	BO	N Total	P Total	K Total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	70 : 30	0,17	0,29	0,03	0,02	0,11	5,67
2	80 : 20	0,23	0,40	0,03	0,02	0,11	7,67
3	90 : 10	0,16	0,27	0,03	0,02	0,11	5,33

Sumber : Data primer, 2007

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai ratio C/N untuk reaktor 2 memiliki perbandingan C/N 7,67 berdasarkan data dari nilai perbandingan C/N pupuk organik cair tersebut dapat dinyatakan matang dimana terjadi kenaikan kadar C/N yang cukup mendekati rasio C/N tanah (10-12) . Namun pada reaktor 1, 2 dan 3 terjadi penurunan nilai pada N dan K. Untuk kualitas akhir fermentasi pada hari ke-20 (tahap 3) dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini:

Tabel 4.12. Hasil penelitian kualitas pupuk organik cair pada akhir fermentasi hari ke-20

No	Jenis	C	BO	N Total	P Total	K Total	C/N
		%	%	%	%	%	
1	70 : 30	0,28	0,48	0,03	0,01	0,09	10,77
2	80 : 20	0,09	0,16	0,03	0,01	0,08	3,46
3	90 : 10	0,15	0,27	0,03	0,01	0,09	5,56

Sumber : Data primer, 2007

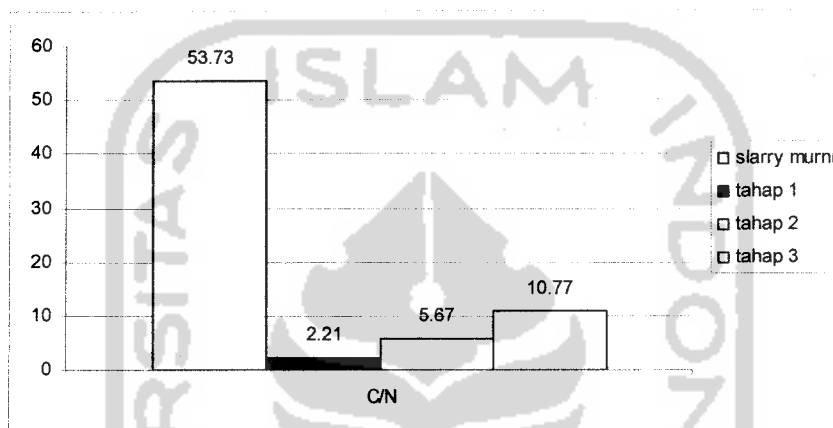
Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai rasio C/N untuk reaktor 1 memiliki perbandingan C/N 10,77 berdasarkan data dari nilai perbandingan C/N pupuk organik cair tersebut dapat dinyatakan matang dimana terjadi kenaikan kadar C/N yang cukup mendekati rasio C/N tanah (10-12) . Namun pada reaktor 2, terjadi penurunan nilai pada C/N. Dan pada reaktor 1, 2 dan 3 terjadi penurunan

nilai P dan K. Penurunan nilai N, P dan K pada proses fermentasi terjadi akibat beberapa kemungkinan :

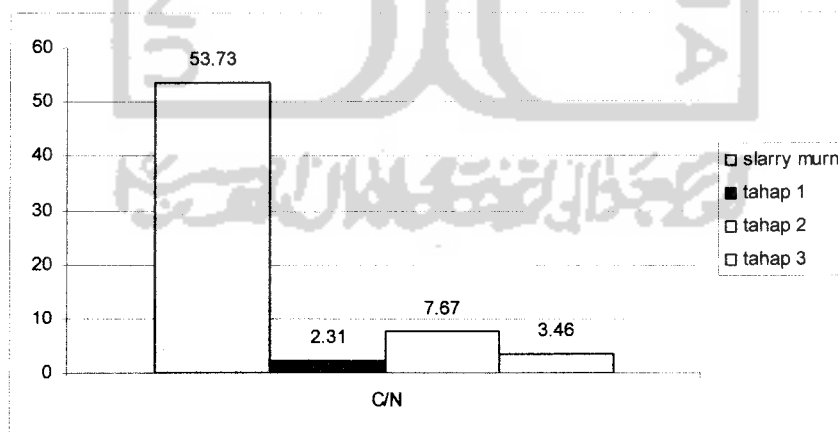
1. Dikarenakan oleh suhu yang dicapai kurang optimal bagi proses fermentasi, di mana suhu dalam proses fermentasi ini berfungsi untuk mempercepat atau memperlambat reaksi pada reaktor fermentasi. Suhu berpengaruh banyak pada kerja mikroorganisme pengurai yang dapat mempengaruhi nilai N, P dan K, di mana bakteri *termofilik* bekerja optimum pada suhu 50-60 °C. Sehingga hal ini menyebabkan nilai N, P dan K kurang optimal. (Jenie, 1993)
2. Dapat juga dimungkinkan akibat nilai C/N awal yang terlalu tinggi yaitu 53,73. Mikroorganisme membutuhkan Karbon dan Nitrogen untuk aktifitas hidupnya. Unsur Karbon dibutuhkan mikroorganisme sebagai sumber energi untuk proses metabolisme, sedangkan Nitrogen dibutuhkan sebagai pembentuk protoplasma. Nitrogen mengisi 12 % protoplasma bakteri. Proses fermentasi anaerobik akan optimal apabila dalam bahan makanan yang tersedia mengandung unsur Karbon dan Nitrogen secara bersamaan (Basuki, 1990), sehingga apabila rasio C/N terlalu rendah atau tinggi maka fermentasi anaerob tidak dapat berlangsung dengan maksimal. Apabila rasio C/N bahan organik terlalu tinggi, berarti kadar Karbon sangat berlebihan sehingga mikroorganisme akan kekurangan unsur Nitrogen untuk membentuk protoplasma. Akibatnya jumlah bakteri dalam reaktor akan turun sehingga pembentukan gas metan tidak akan optimal yang menyebabkan proses

pembusukan tidak berlangsung sempurna yang dapat menyebabkan nilai N, P dan K menjadi menurun.

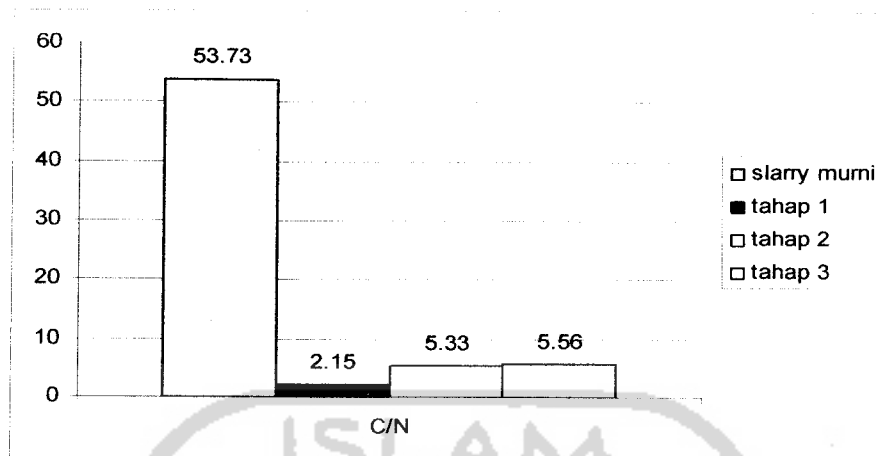
Hasil pengukuran nilai N, P, K dan C/N tiap reaktor dan tahapannya dapat dilihat pada Gambar 4.11 sampai Gambar 4.16 di bawah ini :



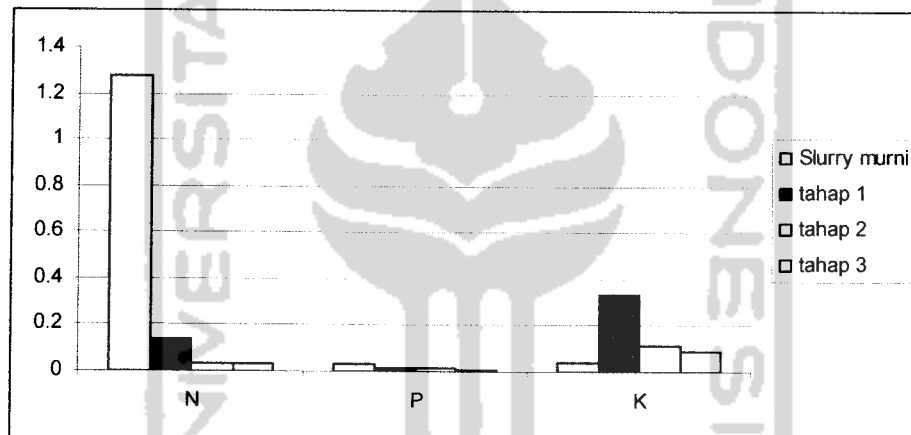
Gambar 4.11 Nilai kualitas C/N pupuk organik cair slurry : kotoran sapi (70 : 30) pada Reaktor 1



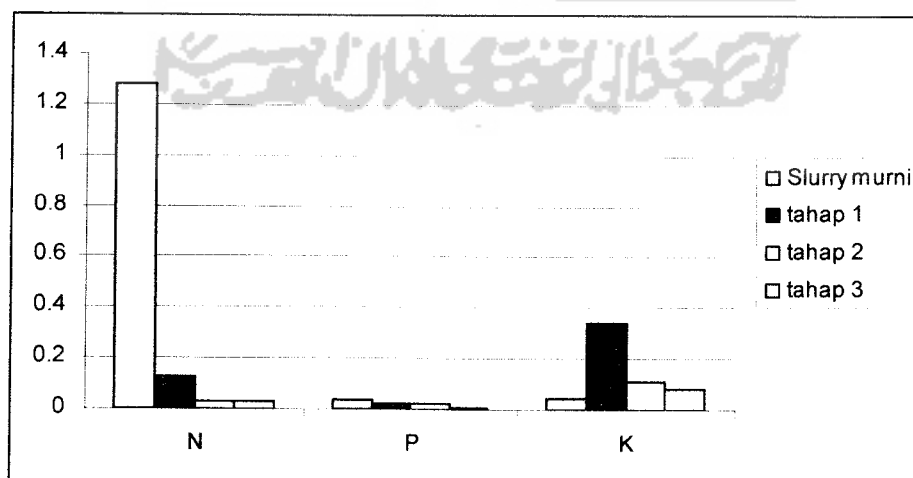
Gambar 4.12 Nilai kualitas C/N pupuk organik cair slurry : kotoran sapi (80 : 20) pada Reaktor 2



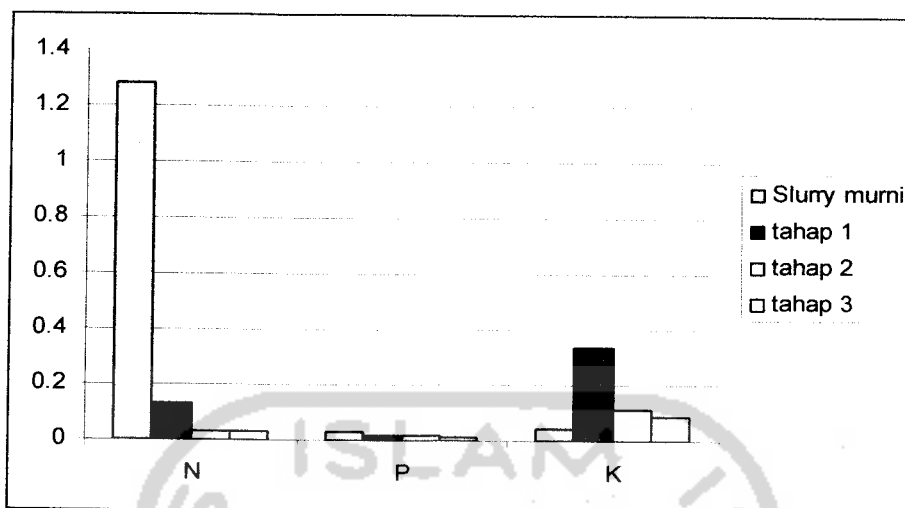
Gambar 4.13 Nilai kualitas C/N pupuk organik cair slurry : kotoran sapi (90 : 10) pada Reaktor 3



Gambar 4.14 Nilai kualitas N, P dan K pupuk organik cair slurry : kotoran sapi (70 : 30) pada Reaktor 1



Gambar 4.15 Nilai kualitas N, P dan K pupuk organik cair slurry : kotoran sapi (80 : 20) pada Reaktor 2



Gambar 4.16 Nilai kualitas N, P dan K pupuk organik cair slurry : kotoran sapi (90 : 10) pada Reaktor 3

Nilai Fosfor (P) pada hasil akhir fermentasi yang terdapat pada ketiga reaktor relatif sama besar.

Pengaruh Fosfor (P) terhadap tanaman adalah sebagai berikut :

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

Untuk unsur Kalium (K) pada proses fermentasi berlangsung baik, maka sebagian besar Kalium dalam bentuk terlarut sekitar 90-100 % Kalium itu mudah diserap oleh tanaman (Murbandono, 2001).

Nilai K pada pemeriksaan tahap akhir fermentasi juga relatif sama besar.

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).

Nilai Nitrogen (N) total hasil akhir fermentasi yang terdapat pada ketiga reaktor sama besar yaitu 0.03 % dan nilai N yang terbesar adalah pada *slurry* murni yaitu 1,28 % .

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 *khlorosis* (pada daun muda berwarna kuning).
- Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.
- Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun.

Penentuan kualitas produk akhir diamati dari pengukuran kandungan unsur makro organik di antara N, P, dan K. Agar pupuk organik cair dapat digunakan dengan aman, sebaiknya setelah tahap pematangan dilakukan pengawetan dengan menambahkan asam pekat untuk membunuh bakteri pathogen yang terkandung didalamnya. Dari keseluruhan reaktor dapat dilihat bahwa tiap variasi campuran menghasilkan pupuk organik cair yang berkualitas baik yang memiliki kandungan N, P dan K sama besar. Sedangkan rasio C/N yang baik untuk kompos adalah mendekati rasio C/N tanah (10-12) sehingga kompos tersebut dapat diserap tanaman (Murbandono, 2001). Untuk itu setelah fermentasi akhir dapat dilihat bahwa pada reaktor I dengan variasi 70 : 30 adalah pupuk organik cair dengan

kandungan yang paling optimum dibandingkan dengan reaktor lainnya yaitu 10.77. Dengan kandungan N, P dan K yang hampir sama dan C/N yang dapat memenuhi kebutuhan tanah, maka dapat disimpulkan bahwa reaktor I adalah variasi yang paling baik .

Kualitas produk yang dihasilkan memang lebih rendah dari pupuk kimia yang tersedia di toko-toko yang banyak digunakan oleh para petani, inilah yang membedakan pupuk organik cair dengan pupuk buatan sehingga tidak dapat dijadikan unsur utama bagi tanaman (Anonim, 1992). Kandungan N, P dan K pada berbagai pupuk kimia dapat dilihat pada Tabel 4.13. Tetapi pupuk organik cair mengandung unsur-unsur mikro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah seimbang yang tidak terdapat pada pupuk buatan (Murbandono, 2001) dan pupuk organik cair ini telah memenuhi standar kualitas kompos menurut SNI 19-7030-2004 yang dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.13 Kandungan N, P dan K Berbagai Pupuk Kimia

Nama Pupuk	% N	% P	% K
Zwavelvure ammoniak (ZA)	20-21	-	-
Ureum	46-56	-	-
Cholisalpetar	14-16	-	-
Tripelfosfat	-	56	-
Kalkfosfat	-	25-28	-
Kalniet (kn)	-	-	15-15
Zwavelvure Kali (ZK)	-	-	48-52
Monoammonium Fosfat	12-0ct	50-60	-
Kalium Nifrat	20-21	-	42-45

Sumber : Setyawati, 2004

Pupuk organik cair yang dihasilkan ini sangat baik digunakan sebagai pupuk organik yang dapat meningkatkan kondisi kehidupan dalam tanah. Mikroorganisme dalam tanah memanfaatkan bahan organik sebagai nutrisinya sedangkan berbagai organisme tersebut mempunyai fungsi penting bagi tanah dan meningkatkan daya serap oleh tumbuhan. Bahan organik mempunyai daya absorpsi yang besar terhadap tanah dan tumbuhan, karena itu pupuk cair dapat memudahkan tumbuhan untuk menyerapnya. Pupuk cair dari limbah organik dapat langsung dipakai sebagai pupuk dasar atau juga setelah tanaman tumbuh. (Parnata, 2004). Disamping itu penambahan pupuk organik cair pada tanah dapat mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dan diserap ke dalam air.

Berbagai macam pupuk organik dan kandungannya yang dijual dipasaran dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut ini:

Tabel 4.14 Pupuk organik cair yang ada dipasaran

Merk	N (%)	P (%)	K (%)
Bio Alam	16.9	3.96	7.17
Stim	1.22	0.92	1.38
Amino Age	1.79	0.92	1.38
Green Fast	16	15	15
Piramid I	11	3	5
Piramid II	9	6	5

Sumber : Musnamar, 2006

Tujuan dari standar kualitas kompos adalah untuk perlindungan resiko lingkungan yang tidak dikehendaki dan untuk meyakinkan pengguna bahwa kompos aman untuk digunakan. Pada saat ini standar pupuk organik cair belum

ada, dalam penelitian ini untuk perbandingan digunakan standar kualitas kompos dan kualitas pupuk organik yang telah beredar dipasaran .

Berikut ini standar kualitas kompos dari sampah organik domestik menurut SNI 19-7030-2004 yang ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Standar Kualitas Kompos

Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
Temperatur	oC		suhu air tanah
Warna			Kehitaman
Bau			berbau tanah
pH			
Bahan Organik	%	6.8	7.49
Nitrogen (N)	%	0.4	-
Karbon (C)	%	9.8	32
Phosfor (P)	%	0.1	-
Rasio C/N		10	20
Kalium (K)	%	0.2	-

Sumber : SNI, 19-7030-2004

Pupuk organik cair sendiri memiliki kandungan unsur hara dalam jumlah yang seimbang karena merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik. Apabila diinginkan peningkatan unsur N, P dan K untuk pemakaian pertanian, pupuk organik cair dapat dicampurkan dengan bahan kimia atau pupuk tertentu. Pada Tabel 4.16 di bawah ini merupakan perbandingan pupuk organik cair hasil penelitian dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) kompos dan produk pupuk organik cair yang ada dipasaran.

Tabel 4.16 Perbandingan pupuk organik cair hasil penelitian dengan SNI kompos dan produk pupuk organik yang ada dipasaran

Parameter	SNI 19-7030-2004	Reaktor 1 (70 : 30)	Stim
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	7,4	7,1
Bahan organik	27-58 %	0,54 %	*
Nitrogen (N)	0,4 %	0,03 %	1,22 %
Karbon (C)	9,8-32 %	0,28 %	*
Phospor (P)	0,10%	0,01 %	0,92%
Rasio C/N	10 – 20	10,77	9
Kalium (K)	0,2 %	0,09 %	1,38 %

Keterangan : * tidak diketahui

Dari hasil perbandingan di atas dapat dilihat bahwa pupuk organik cair hasil penelitian yaitu pupuk organik cair dengan hasil paling optimum pada reaktor 1 telah memenuhi standar kualitas kompos pada kandungan C/N, tetapi kandungan N, P dan K tidak memenuhi standar kualitas kompos.

Rasio C/N kompos hasil penelitian telah sesuai dengan standar kualitas kompos dibandingkan dengan kompos yang dijual dipasaran, rasio C/N yang baik untuk kompos adalah mendekati rasio C/N tanah (10-12) sehingga kompos tersebut dapat diserap tanaman (Murbandono, 2001).

Pemberian zat Nitrogen (N) yang banyak bagi tanaman penghasil daun (tebu, rumput-rumputan, dll) memang akan sangat menguntungkan tanaman-tanaman tersebut, akan tetapi pemberian zat Nitrogen (N) yang demikian terhadap

tanaman-tanaman bukan penghasil daun seperti terhadap tanaman padi tentu akan dapat merugikan, jelasnya :

- akan banyak menghasilkan daun dan batang;
- akan tetapi batangnya itu akan lembek dan mudah rebah;
- kurang sekali menghasilkan buah/gabah;
- dapat melambatkan masaknyanya biji/butir-butir padi.

Di dalam tanah fungsi Phosfor (P) terhadap tanaman adalah 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 untuk mendorong pembentukan bunga dan buah maka sangat banyak diperlukan unsur P.

Unsur Kalium (K) mempunyai fungsi fisiologis yang khusus pada asimilasi arang, yang berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberi Kalium, maka asimilasi akan terhenti. Zat Kalium bersifat mudah larut dan hanyut, selain itu mudah difiksasi dalam tanah. Dalam usaha meningkatkan hasil ternyata zat Kalium perlu diperhatikan pemberiannya di samping zat Nitrogen dan Phosphor. Pemupukan dengan Nitrogen terhadap tanaman padi bervariasi unggul yang dapat berproduksi tinggi disertai pengelolaan irigasi yang baik akan merupakan faktor utama dalam meningkatkan hasil. Terdapatnya produk ini, tentunya akan berakibat peningkatan terhadap unsure-unsur lain, terutama Kalium dan Fosfat. Zat Kalium yang tidak diberikan secara cukup, maka efisiensi N dan P akan

rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan. (Sutejo, 2002)

4.5 Analisis Usaha

Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan pupuk organik cair setiap bulan dalam skala kecil dengan variasi bahan yang digunakan *slurry* dengan penambahan EM4 dengan volume pada masing-masing reaktor 25 liter adalah sebagai berikut:

➤ Reaktor 10 buah @ Rp. 7.000,-	Rp. 70.000,-
➤ Slurry 250 Liter @ Rp. 200,-	Rp. 50.000,-
➤ EM4	Rp. 17.000,-
➤ Gaji tenaga kerja (1 orang)	Rp. 250.000,- +
Total	Rp. 387.000,-

Bahan yang digunakan adalah 250 liter *slurry*, terjadi penyusutan bahan 10 % selama proses fermentasi maka pupuk organik cair yang dihasilkan adalah 225 Liter. Berdasarkan rincian biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan pupuk organik cair maka dapat ditentukan harga ekonomis/harga jual pupuk organik cair hasil penelitian ini untuk dipasarkan yaitu:

➤ Harga pupuk organik cair 225 Liter	Rp. 387.000,-
➤ Laba 10 %	Rp. 38.700,- +
Total harga	Rp. 425.700,-

Maka didapat harga jual pupuk organik cair adalah sebesar :

Rp. 425.700 / 225 liter = Rp.1900,- / liter.

Harga jual pupuk organik cair ini lebih murah dibandingkan harga Bio Alam yaitu Rp. 5000,- / liter. pupuk organik cair hasil penelitian ini merupakan pupuk organik cair yang berkualitas baik dengan harga yang murah.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada tujuan maka dapat ditentukan kesimpulan dari hasil penelitian ini, yaitu antara lain :

1. Seluruh reaktor tidak mencapai suhu dan pH optimal. pH tertinggi terjadi pada semua reaktor yaitu 7,4 dikarenakan kondisi pH awal yang juga cukup tinggi. Suhu tidak mencapai suhu optimal hal ini dikarenakan singkatnya reaktor terkena dengan matahari langsung yang disebabkan cuaca yang mendung atau turunnya hujan, sebab saat penelitian berlangsung bertepatan dengan musim hujan.
2. Ratio C/N untuk variasi yang ada, dapat dilihat bahwa nilai ratio C/N untuk reaktor 1 memiliki perbandingan C/N 10,77 pada tahap ke-3 berdasarkan data dari nilai perbandingan C/N pupuk organik cair tersebut dapat dinyatakan telah matang dimana terjadi kenaikan kadar C/N yang cukup mendekati rasio C/N tanah (10-12). Kandungan C/N yang mendekati atau sama dengan tanah memungkinkan pupuk organik cair tersebut dapat diserap oleh tanaman.
3. Diantara ke-3 reaktor, kualitas pupuk organik cair yang paling baik adalah reaktor 1 yaitu dengan slurry : kotoran sapi (70:30) dengan nilai N (Nitrogen) 0,03 %, P (Phosphat) 0,01 % dan K (Kalium) 0,09 %, maka dapat disimpulkan bahwa variasi pupuk organik cair dengan slurry murni dan kotoran sapi dengan penambahan EM4 dapat menghasilkan pupuk organik cair yang kandungan C/N baik.
4. Pada reaktor 1 bisa dinyatakan matang pada hari ke-20 dikarenakan gelembung udara yang mengandung gas methan sudah tidak ada dan pencampuran antara slurry dan kotoran sapi sudah terjadi homogenisasi antara keduanya.

5. 2 Saran

Guna mencapai kualitas pupuk organik cair yang lebih baik, maka peneliti menyarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian menggunakan variasi campuran dengan bahan lainnya untuk mengetahui laju kematangan pupuk organik cair, seperti limbah cair lainnya atau bahan organik lainnya.
2. Perlu dilakukannya penelitian tanpa dilakukan penambahan bahan aditif seperti biota 16, starbio atau EM4 sebagai starter pada proses pembuatan pupuk organik cair, hal ini guna mengetahui laju kematangan pupuk organik cair serta kandungan hara didalamnya secara murni tanpa adanya atau bantuan katalisator.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. SNI 19-7030-2004. *Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik*.
- Djuarnani. 2004. *Cara Cepat Membuat Kompos*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- G, Tchobanoglous. 1993. *Intergrated Solid Waste Management*. McGraw-Hill.
- Jenie, B. S. L. 1993. "Penanganan Limbah Industri Pangan", Kanisius, Yogyakarta.
- Lawira, 2000, Pengaruh Kotoran Sapi Dan EM-4 Terhadap Kecepatan Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit. Skripsi, STTL "YLH".
- Murbandono, H.S. 2001. *Membuat Kompos Edisi Revisi*. Penebar Surabaya.
- Parnata, A.S. 2004. *Pupuk Organik Cair*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Polprasert, C. 1989. *Organic Waste Recycling*. John Wiley and Sons, Inc.
- Sutanto R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sutejo, M.M. 1987. *Pupuk dan Cara pemupukan*. PT. Rineka Cipta.
- www.wikipedia.com / wikipedia Indonesia, ensiklopedia bebas bebbahasa Indonesia. Di download tgl 07 Februari 2007.
- www.warintek.progressio.or.id/ttg/pangan/fermentasi htm. Didownload tgl 07 Februari 2007.
- www.aci.indonesia.com / Pupuk organik cair. Didow,load tgl 07 Februari 2007.
- www.iptek.net.id / pustaka_pangan. Didownload tgl 07 Februari 2007.
- www.petra.ac.id / Slurry dan komposting. Didonload tgl 07 Februari 2007.
- Yuwono. 2005. *Kompos*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

Lampiran 1

Kartu Peserta Tugas Akhir



جامعة الإسلام في إندونيسيا

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

	NAMA Yoga Salendra	NO MHS. 00513067	PRODI Teknik Lingkungan
--	-----------------------	---------------------	----------------------------

JUDUL TUGAS AKHIR : Pemanfaatan Limbah Cair (Slurry) dari digester Biogas sebagai Pupuk Organik Cair

PERIODE V
TAHUN AKADEMIK : Genap 2006/2007

No	Kegiatan	Bulan Ke :				
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
1	Rendafaran					
2	Penentuan Dosen pembimbing					
3	Pembuatan Proposal					
4	Seminar proposal					
5	Konsultasi Penyusunan TA					
6	Sidang - sidang					
7	Pendadaran					

DOSEN PEMBIMBING I : Luqman Hakim, ST, Msi
 DOSEN PEMBIMBING II : Eko Siswoyo, ST
 DOSEN PEMBIMBING III :



Yogyakarta, 26 Maret 2007
 Koordinator TA

(Eko Siswoyo, ST)

Seminar
 Sidang
 Pendadaran

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
		Pemb I	Demi P
2/07	<ul style="list-style-type: none"> - Cari alasan kenapa hasil uji N, P, K semakin lama semakin kang untuk pupuk - buat laporan ke guru - Abstrak 		
3/07	<ul style="list-style-type: none"> - pembetulan hasil & buat lebih detail - cari referensi for buat - & buat pembetulan 		
4/07	<ul style="list-style-type: none"> - buat abstrak & telegraf lama 		
5/07	<ul style="list-style-type: none"> - Ag. Dpt. & analisis & kontrol - re-buat hasil - masalah dgn hasil - buat jurnal 		
7/07	<ul style="list-style-type: none"> - Abstrak dipisah - & versi akhir - jurnal! 		

Lampiran 2

Tabel Pengukuran pH Dan Suhu



UNIVERSITAS INDONESIA

Tabel. Hasil Pengukuran suhu Pada Tiga Reaktor

Hari	Reaktor 1 (70 : 30)		Reaktor 2 (80 : 20)		Reaktor 3 (90 : 10)	
	pagi	sore	pagi	sore	pagi	sore
	°Celsius		°Celsius		°Celsius	
1	27	26	26	26	26	26
2	29	32	30	32	29	32
3	31	36	30	36	30	37
4	29	40	30	41	30	40
5	30	40	30	40	29	40
6	31	39	31	39	32	39
7	28	40	29	41	28	40
8	31	39	30	40	31	40
9	29	42	28	40	28	40
10	29	31	29	30	29	31
11	26	41	29	42	28	42
12	29	39	29	39	29	38
13	28	42	28	42	29	42
14	29	40	28	41	28	41
15	29	41	30	40	30	40
16	27	39	28	39	27	40
17	29	42	29	41	30	41
18	29	41	28	41	28	41
19	29	42	29	42	29	42
20	30	41	31	40	31	41

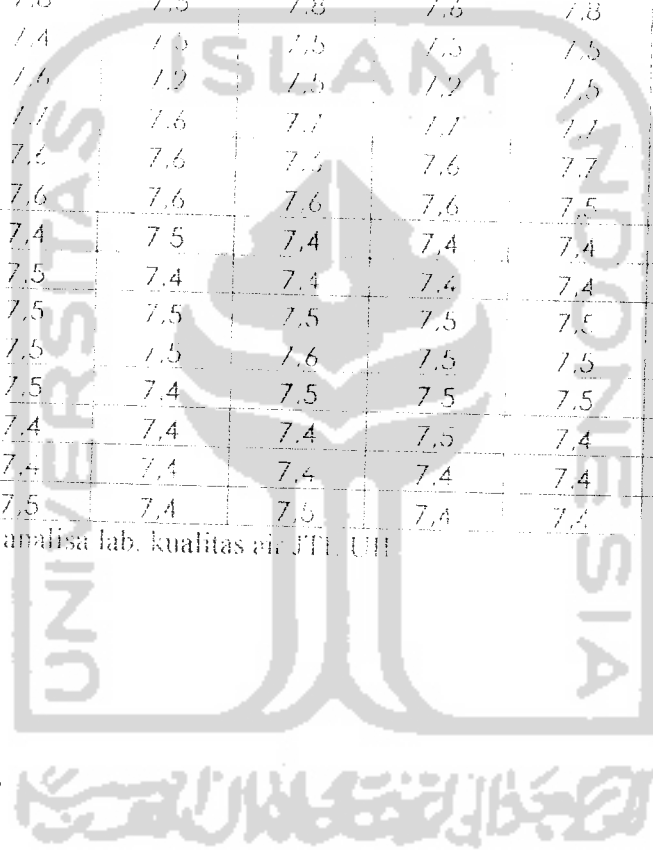
Sumber : Hasil analisa lab. Kualitas air JII UH

UNIVERSITAS ISLAM AL-AZHAR SYARIAH

Tabel. Hasil Pengukuran pH Pada Tiap Reaktor

Hari	Reaktor 1 (70 : 30)		Reaktor 2 (30 : 20)		Reaktor 3 (90 : 10)	
	pagi	sore	pagi	sore	pagi	sore
1	8,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
2	8,3	8,3	8,2	8,3	8,3	8,3
3	8,2	8,0	8,1	8,0	8,1	8,1
4	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,9
5	7,7	7,8	7,7	7,8	7,8	7,8
6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
7	7,8	7,5	7,8	7,6	7,8	7,5
8	7,4	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5
9	7,6	7,2	7,5	7,2	7,5	7,3
10	7,7	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7
11	7,6	7,6	7,6	7,6	7,7	7,6
12	7,6	7,6	7,6	7,6	7,5	7,6
13	7,4	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4
14	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
15	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
16	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,5
17	7,5	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5
18	7,4	7,4	7,4	7,5	7,4	7,5
19	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
20	7,5	7,4	7,5	7,4	7,4	7,4

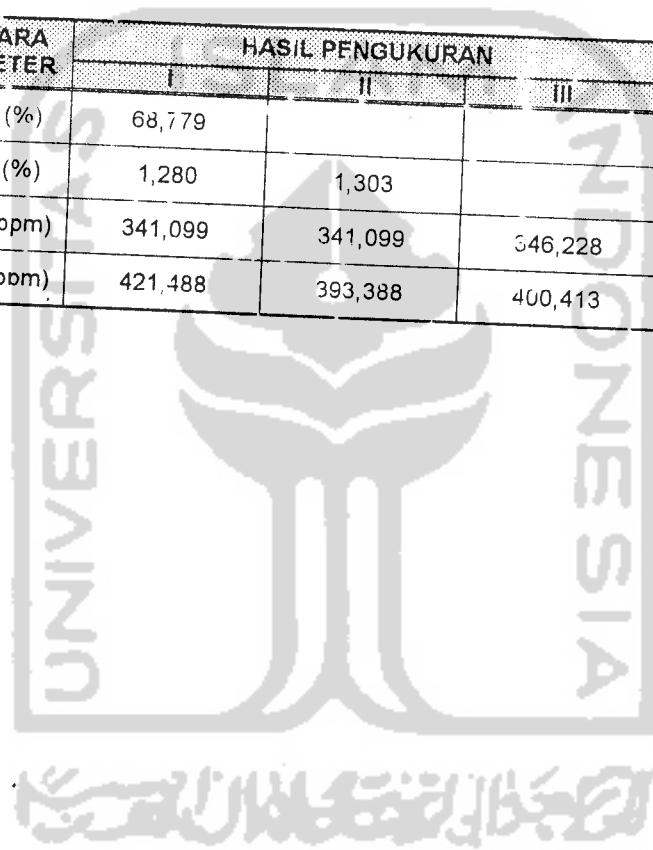
Sumber : Hasil analisa lab. kualitas air JDI, UHI



HASIL ANALISIS

No. : 1561/HA-KA/03/07
 Pengirim : **Afandi Rentoliwong**, Jl. Kaliurang km 5 No. 34 Yogyakarta.
 Jumlah sampel : 1
 Penentuan : Kadar C, N, P dan K dalam sampel Slurry (Kotoran Sapi)
 Tgl. Analisis : 29 Maret 2007

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN			METODE
			I	II	III	
1.	Slurry	C (%)	68,779			Gravimetry
2.		N (%)	1,280	1,303		
3.		P (ppm)	341,099	341,099	346,228	Kjeldahl Destilasi
4.		K (ppm)	421,488	393,388	400,413	UV-Vis. Spect. Atomic Absorption Spect.





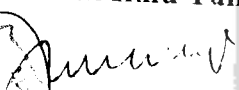
UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH

Sekip Unit I Yogyakarta, 55281 Telp. 62-274-548814

Hasil Analisis Pupuk Organik Cair Order Sdr. Yoga Salendra
Sebanyak 3 Contoh !

No	Kode	C %	BO %	N tot %	P tot %	K tot %	C/N
1	R 1	0,31	0,54	0,14	0,02	0,33	2,21
2	R 2	0,30	0,51	0,13	0,02	0,34	2,31
3	R 3	0,28	0,48	0,13	0,02	0,34	2,15

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Tanah,


Dr. Ir. Abdul Syukur, SU.

Yogyakarta, 14 Februari 2007
Ketua Komisi Pengabdian Masyarakat,


Dr. Ir. Benito H. Purwanto, MP.



UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH

Sekip Unit I Yogyakarta, 55281 Telp. 62-274-548814

Hasil Analisis Pupuk Organik Cair Order Sdr. Yoga Salendra
Sebanyak 3 Contoh II

No	Kode	C %	BO %	N tot %	P tot %	K tot %	C/N
1	R 1	0,17	0,29	0,03	0,02	0,11	5,67
2	R 2	0,23	0,40	0,03	0,02	0,11	7,67
3	R 3	0,16	0,27	0,03	0,02	0,11	5,33

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Tanah,

Dr. Ir. Abdul Syukur, SU.

Yogyakarta, 27 Februari 2007
Ketua Komisi Pengabdian Masyarakat,

Dr. Ir. Benito H. Purwanto, MP.





UNIVERSITAS GADJAH MADA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN ILMU TANAH

Sekip Unit I Yogyakarta, 55281 Telp. 62-274-548814

Hasil Analisis Pupuk Organik Cair Order Sdr. Yoga Salendra
Sebanyak 3 Contoh III

No	Kode	C %	BO %	N tot %	P tot %	K tot %	C/N
1	R 1	0,28	0,48	0,03	0,01	0,09	10,77
2	R 2	0,09	0,16	0,03	0,01	0,08	3,46
3	R 3	0,15	0,27	0,03	0,01	0,09	5,56

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Tanah,



Dr. Ir. Abdul Syukur, SU.

Yogyakarta, 8 Maret 2007
Ketua Komisi Pengabdian Masyarakat,


Dr. Ir. Benito H. Purwanto, MP.

Lampiran 4

Data Pengujian Statistik pH dan Suhu



Oneway

Descriptives

Pengukuran pH dipagi hari

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	20	7.7000	.31119	.06959	7.5544	7.8456
R2	20	7.6950	.30689	.06862	7.5514	7.8386
R3	20	7.6850	.32163	.07192	7.5345	7.8355
Total	60	7.6933	.30801	.03976	7.6138	7.7729

Descriptives

Pengukuran pH dipagi hari

	Minimum	Maximum
R1	7.40	8.40
R2	7.40	8.50
R3	7.40	8.50
Total	7.40	8.50

Test of Homogeneity of Variances

Pengukuran pH dipagi hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.014	2	57	.986

ANOVA

Pengukuran pH dipagi hari

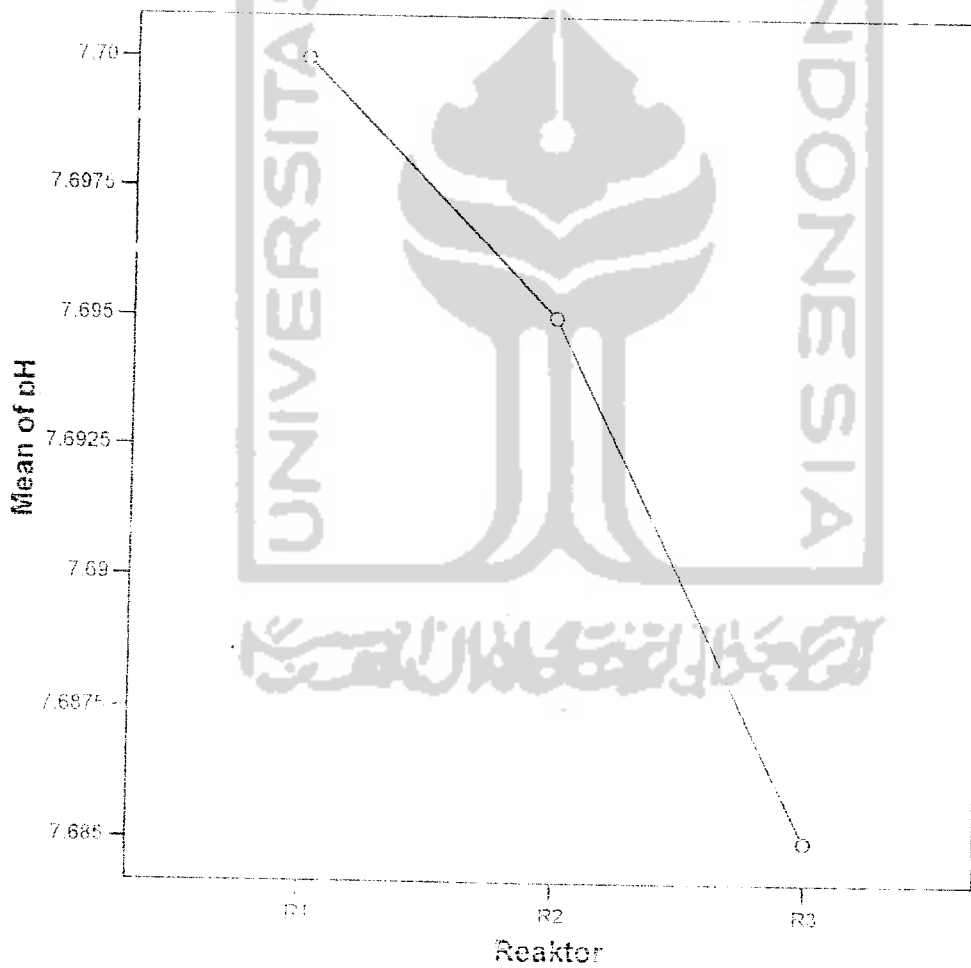
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.002	2	.001	.012	.988
Within Groups	5.596	57	.098		
Total	5.597	59			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pengukuran pH dipagi hari
 Tukey HSD

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	.00500	.09907	.999	-.2334	.2434
	R3	.01500	.09907	.987	-.2234	.2534
R2	R1	-.00500	.09907	.999	-.2434	.2334
	R3	.01000	.09907	.994	-.2284	.2484
R3	R1	-.01500	.09907	.987	-.2534	.2234
	R2	.01000	.09907	.994	-.2484	.2284

Means Plots



Oneway

Descriptives

Pengukuran pH disore hari

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	20	7.6450	.33003	.07080	7.4905	7.7995
R2	20	7.6600	.32509	.07269	7.5079	7.8121
R3	20	7.3600	.32184	.07196	7.5094	7.6106
Total	60	7.6550	.32018	.04134	7.5723	7.7377

Descriptives

Pengukuran pH disore hari

	Minimum	Maximum
R1	7.20	8.50
R2	7.20	8.50
R3	7.30	8.50
Total	7.20	8.50

Test of Homogeneity of Variances

Pengukuran pH disore hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.004	2	57	.996

ANOVA

Pengukuran pH disore hari

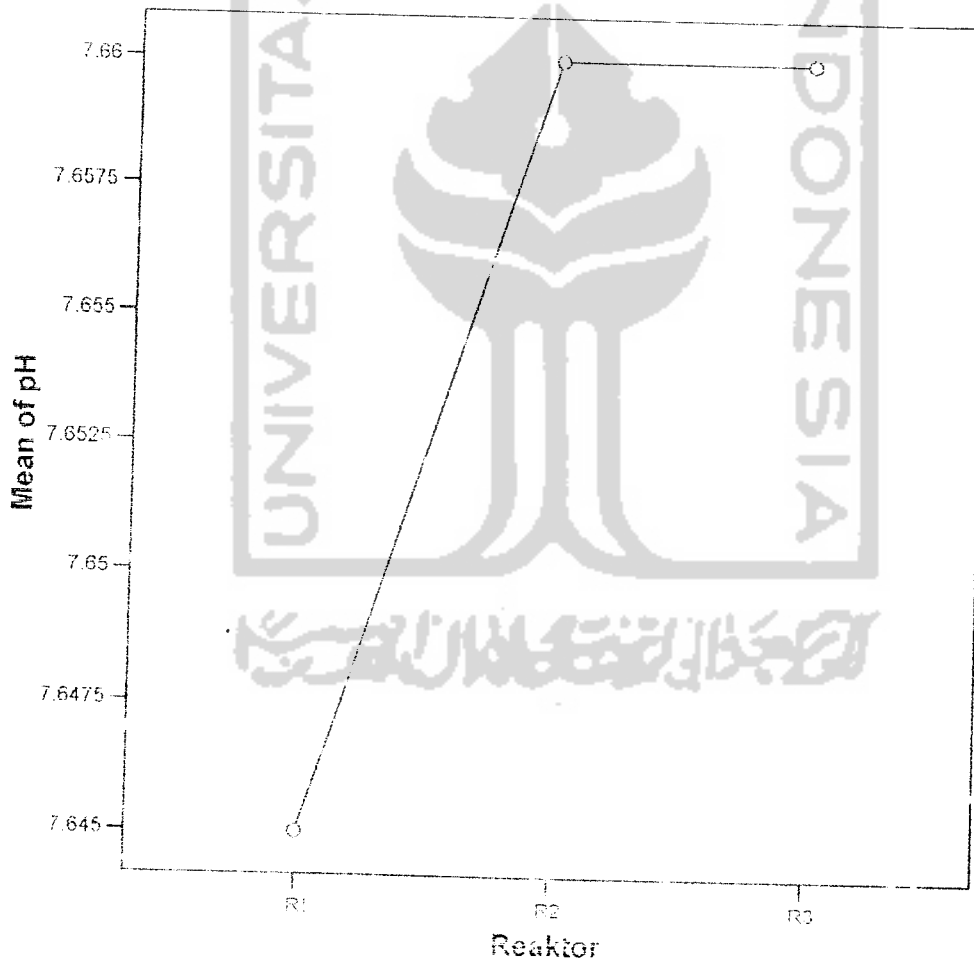
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	2	.001	.014	.986
Within Groups	6.045	57	.106		
Total	6.048	59			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pengukuran pH disore hari
 Tukey HSD

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	-.01500	.10299	.988		
	R3	-.01500	.10299	.988	-.2628	.2328
R2	R1	.01500	.10299	.988	-.2328	.2628
	R3	.00000	.10299	1.000	-.2478	.2478
R3	R1	.01500	.10299	.938	-.2328	.2628
	R2	.00000	.10299	1.000	-.2478	.2478

Means Plots



Oneway

Descriptives

Pengukuran suhu pada pagi hari

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	20	29.05	1.146	.256	28.51	29.59
R2	20	29.00	1.257	.231	28.41	29.59
R3	20	29.00	1.376	.308	28.36	29.64
Total	60	29.02	1.242	.160	28.70	29.34

Descriptives

Pengukuran suhu pada pagi hari

	Minimum	Maximum
R1	27	31
R2	28	31
R3	26	32
Total	26	32

Test of Homogeneity of Variances

Pengukuran suhu pada pagi hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.94	2	57	.613

ANOVA

Pengukuran suhu pada pagi hari

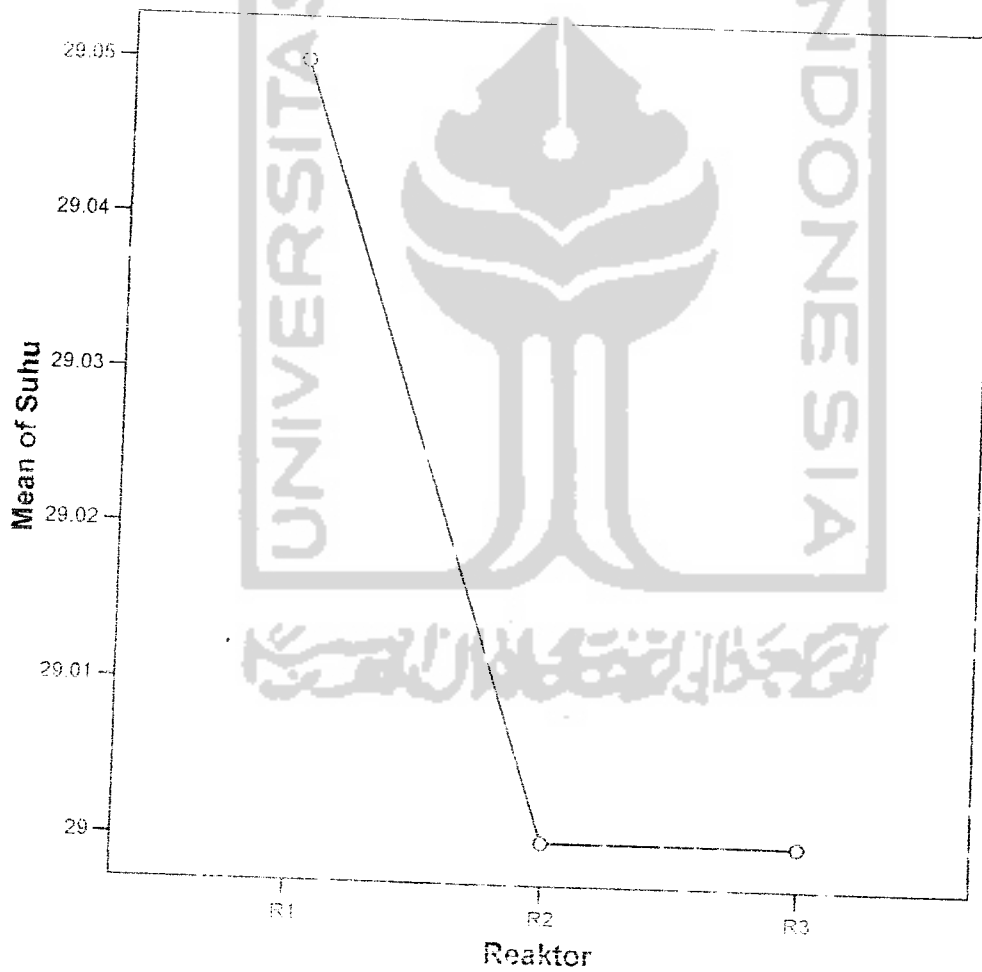
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.033	2	.017	.910	.990
Within Groups	90.950	57	1.596		
Total	90.983	59			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pengukuran suhu pada pagi hari
Tukey HSD

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	.050	.399	.991		
	R3	.050	.399	.991	-.91	1.01
R2	R1	-.050	.399	.991	-.91	1.01
	R3	.000	.399	1.000	-1.01	.91
R3	R1	-.050	.399	.991	-.96	.93
	R2	.000	.399	1.000	-1.01	.91
					-.96	.96

Means Plots



Oneway

Descriptives

Pengukuran suhu pada sore hari

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	20	38.65	4.258	.952	36.66	40.64
R2	20	38.60	4.333	.969	36.57	40.63
R3	20	38.65	4.196	.938	36.69	40.61
Total	60	38.63	4.190	.541	37.55	39.72

Descriptives

Pengukuran suhu pada sore hari

	Minimum	Maximum
R1	26	42
R2	26	42
R3	26	42
Total	26	42

Test of Homogeneity of Variances

Pengukuran suhu pada sore hari

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.008	2	57	.992

ANOVA

Pengukuran suhu pada sore hari

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.033	2	.017	.001	.999
Within Groups	1035.900	57	18.174		
Total	1035.933	59			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pengukuran suhu pada sore hari

Tukey

(I) Reaktor	(J) Reaktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
R1	R2	.050	1.348	.999	-3.19	3.29
	R3	.000	1.348	1.000	-3.24	3.24
R2	R1	-.050	1.348	.999	-3.29	3.19
	R3	-.050	1.348	.999	-3.29	3.19
R3	R1	.000	1.348	1.000	-3.24	3.24
	R2	.050	1.348	.999	-3.19	3.29

Means Plots

