

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan reaktor sebagai tempat fermentasi dengan diameter bawah 25 cm, diameter atas 35 cm dan tinggi 45 cm, pipa yang digunakan untuk mengeluarkan gas metan menggunakan pipa dengan diameter ½ inchi. Pada penelitian ini menggunakan *Effective Microorganism 4* (EM4) yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah. Em4 ini nantinya juga membantu mempercepat proses kematangan fermentasi. Penelitian ini dimulai dengan menambahkan Em4 dan gula, gula berfungsi sebagai nutrient tambahan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme, untuk 1 liter limbah menggunakan 7cc EM4 dan 1 gram gula. Volume reaktor yaitu 16 liter sehingga dibutuhkan 112 cc Em4 dan 16 gr gula.

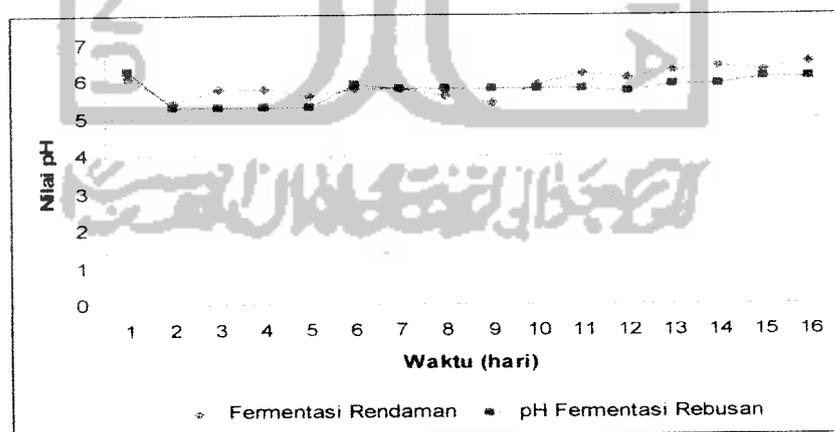
Setelah proses pembuatan starter, maka proses selanjutnya adalah mencampurkan antara limbah cair VCO dengan starter, lalu dimasukkan ke dalam reaktor dan di tutup rapat. Tujuan ditutup rapat adalah untuk membuat keadaan didalam reaktor bersifat anaerobik. Untuk fermentasi rebusan, air limbah terlebih dahulu direbus, setelah dingin dilakukan penambahan starter. Penelitian dimulai tanggal 30 November 2006 hingga tanggal 14 Desember 2006, selama 15 hari dilakukan pengontrolan suhu dan pH, dan setiap 3 hari sekali dilakukan pembuangan gas metan yang dihasilkan dari proses fermentasi melalui pipa gas yang dibuat.

Penelitian dilakukan bertahap, yaitu pada hari ke 0, 8 dan 15. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil penelitian terhadap parameter Nitrogen, Fosfor dan Kalium sebagai berikut:

#### 4.1. Pengukuran pH

Derajat keasaman perlu dikontrol selama proses fermentasi berlangsung, karena pH juga merupakan indikator pemantauan proses berjalannya fermentasi yang berlangsung dan juga faktor lingkungan yang juga penting bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Dari pengukuran pH selama proses fermentasi berlangsung dapat dilihat pada gambar 4.1 sehingga memudahkan pengamatan proses dekomposisi. Perbandingan perubahan pH masing-masing reaktor selama proses fermentasi dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar 4.1. Nilai pH Pada Tiap Reaktor

Derajat keasaman (pH) optimal yang dibutuhkan dalam pengomposan anaerobik adalah 6.8 - 7.2.

Pada reaktor 1 (fermentasi rendaman) dan reaktor 2 (fermentasi rebusan) dengan penambahan EM4 dan gula dapat dilihat dari tabel bahwa pH awal rata-rata 6, dimana terjadi perombakan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Bakteri mesofilik dan termofilik berperan dalam proses ini sehingga mengakibatkan pH akan terus menurun dan diikuti bau busuk. Namun, pada waktu yang bersamaan pada hari ke 5 terbentuk ion buffer sehingga terjadi kenaikan pH, disini terjadi proses metanogenik yang ditandai dengan timbulnya gelembung-gelembung.

Kenaikan pH yang berangsur-angsur disebabkan hasil dekomposisi bahan organik pada tahap sebelumnya seperti asam-asam organik dikonversikan sebagai metana dan CO<sup>2</sup> (polpraset,1989) berlangsung lebih lama.Reaksinya:



Bakteri yang memegang peranan penting dan aktif dalam proses perombakan fermentasi anaerob. Bakteri metana 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 kelompok yang membagi diri.
- d) Bakteri bentuk sareinae pada sudut 90° dan tumbuh dalam kotak yang terdiri dari 8 sel yaitu *Methanosareina* (Jenie.1993)

Keempat jenis bakteri tersebut mampu mengoksidasi hydrogen dengan menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai akseptor electron.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Analisis data dengan metode ANOVA ini digunakan untuk menguji apakah nilai pH pada semua variasi memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak signifikan.

Dari hasil *Analysis of Variances* (ANOVA) yang terlampir dapat diketahui bahwa jika probabilitas > 0,05 maka H<sub>0</sub> diterima atau 1,88 > 0,05 artinya kedua varians tidak berpengaruh pada kenaikan pH atau dengan kata lain tidak terjadi perbedaan yang signifikan diantara kedua reaktor dengan kenaikan pH.

Kenaikan pH ini disebabkan oleh protein dan nitrogen organik yang menghasilkan ammonium di sertai pelepasan OH<sup>-</sup> yang dapat menaikkan pH, (lihat reaksi 4.3) (Tchobanoglous,1993)



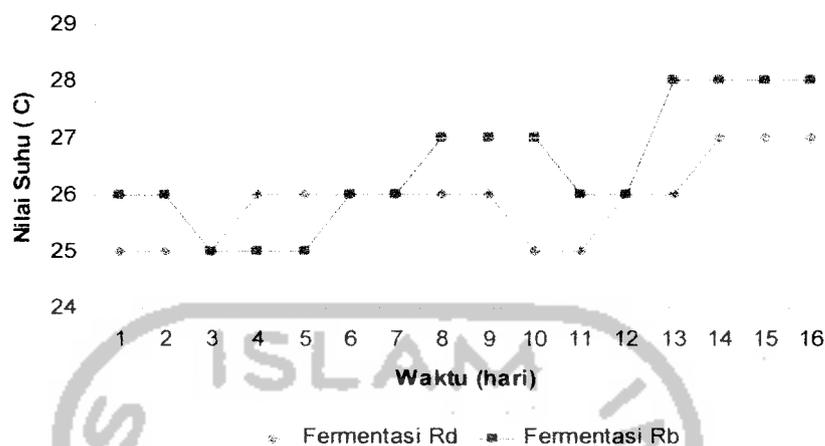
Pada prinsip nya, Bahan organik dengan nilai pH antara 3 -11 dapat dikomposkan. pH optimum berkisar antara 5,5 dan 8. bakteri lebih senang pada pH netral, fungi

berkembang cukup baik pada kondisi pH asam yang alkalinitas kuat menyebabkan kapur pada saat pengomposan berlangsung. Kondisi yang alkalinitas kuat menyebabkan kapur pada saat pengomposan berlangsung. Kondisi sangat asam pada awal proses dekomposisi berlangsung tanpa terjadi peningkatan suhu. Biasanya pH agak turun pada awal proses pengomposan karena aktifitas bakteri yang menghasilkan asam. Dengan munculnya mikroorganisme lain dari bahan yang didekomposisi maka pH bahan kembali naik setelah beberapa hari dan pH berada pada kondisi netral, variasi pH yang cukup ekstrim menunjukkan adanya masalah dalam proses dekomposisi.

#### 4.2. Pengukuran Suhu

Selama proses fermentasi secara anaerob, 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 tersebut yang dibutuhkan dalam keadaan *termofilik* berkisar 30-60 °C. (Yuwono, 2005).

Dari pengukuran suhu selama proses fermentasi berlangsung dapat dilihat melalui gambar 4.2 sehingga memudahkan pengamatan proses dekomposisi. perbandingan perubahan suhu pada masing-masing reaktor selama proses fermentasi dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:



**Gambar 4.2 Nilai Suhu Pada Tiap Reaktor**

Meskipun asam organik yang terbentuk sangat tinggi dan akan mempengaruhi proses fermentasi metana, namun sebetulnya perubahan asam tersebut tidak sebesar apabila terjadi penurunan suhu pada sistem. Bakteri-bakteri anaerobik yang bersifat mesofilik biasanya dapat tumbuh pada suhu 30°C hingga 40°C, suhu optimal yang dibutuhkan adalah berkisar 50°C hingga 60°C, suhu optimal tersebut dapat dibantu dengan meletakkan tempat pengomposan dilokasi terkena matahari langsung.

Apabila sinar matahari dimanfaatkan untuk menaikkan suhu maka gas metan yang dihasilkan semakin tinggi dan proses pembusukan berjalan lebih cepat. (Yuwono,2005)

Suhu yang terjadi selama penelitian yaitu 25-26°C dan suhu maksimal penelitian 27-28°C, dimana suhu tersebut sudah sesuai dengan suhu lingkungan di lingkungan daerah tropis. Pada awal proses yaitu pada tahap perombakan senyawa

komplek menjadi senyawa yang lebih sederhana menyebabkan suhu turun, suhu pada masing-masing reaktor tidak mencapai suhu ideal fermentasi hal ini dikarenakan penempatan reaktor yang tidak terkena matahari sehingga gas metana yang dihasilkan atau gelembung-gelembung hanya sedikit. Pada hari ke 5 terjadi kenaikan suhu pada ke 2 reaktor hal ini membuktikan bahwa pada saat suhu naik maka pada reaktor terjadi proses dekomposisi dimana asam-asam organik dikonversikan sebagai metana dan CO<sub>2</sub>. Kenaikan suhu ini terbentuk akibat pelepasan kalor sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi, didukung dengan adanya penambahan material yang berfungsi sebagai isolator yang dapat menahan kalor agar tidak terlepas di udara.

Uraian mekanisme pengolahan proses fermentasi anaerobik pupuk organik cair dapat dinyatakan dalam bentuk seperti dibawah ini Jenie (1993) :



Analisa dengan metode ANOVA ini digunakan untuk menguji apakah kedua varian memiliki perbedaan suhu yang signifikan atau tidak signifikan.

Dari hasil *Analysis of Variances* (ANOVA) yang terlampir dapat diketahui bahwa jika probabilitas > 0,05 maka H<sub>0</sub> diterima atau 0,93 > 0,05 artinya kedua varians tidak berpengaruh pada kenaikan suhu, dengan kata lain tidak terjadi perbedaan yang signifikan diantara kedua reaktor pada kenaikan suhu.

Kenaikan suhu ini terbentuk akibat pelepasan kalor sebagai produk dekomposisi bahan organik oleh bakteri dan fungi, didukung dengan adanya penambahan material yang berfungsi sebagai isolator yang dapat menahan kalor agar tidak terlepas di udara. (Murbandono,1995)

Suhu bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat sebagai hasil kegiatan biologi. Suhu yang berkisar 28-30°C merupakan kondisi optimum kehidupan mikroorganismenya tertentu untuk membunuh patogen yang tidak kita kehendaki. dengan tujuan untuk memperoleh tingkat higienis yang cukup dari bahan kompos. Maka apabila memungkinkan suhu harus dipertahankan terus menerus selama selama 2 minggu atau selama 1 minggu proses dekomposisi berlangsung. Kondisi yang baru menyebabkan kehidupan mikroorganismenya berperan dalam menekan kemungkinan terjadinya kondisi anaerob. Selama tahap awal atau dekomposisi intensif berlangsung, dihasilkan suhu yang cukup tinggi dalam waktu relatif pendek dan bahan organik yang mudah terdekomposisi akan diubah menjadi senyawa lain.

#### **4.3. Kandungan Organik**

Hasil pengukuran awal, pertengahan dan akhir untuk masing-masing reaktor, yaitu pengamatan pada reaktor fermentasi rendaman dan fermentasi rebusan dilakukan pada saat hari pertama fermentasi berjalan yang meliputi N, P, K. ditunjukkan pada Tabel 4.5, 4.6 dan 4.7 dibawah ini:

**Tabel 4.3.** Hasil Penelitian Hari Ke-0 Pupuk Organik Cair Tahap Pertama

No	Jenis	C	BO	N Total	P Total	K Total
		ppm	%	ppm	ppm	ppm
1	Fermentasi Rendaman	15584	2,6870	4667	5,74	24070
2	Fermentasi Rebusan	11688	2,0152	7467	19,23	25040

**Tabel 4.4.** Hasil Penelitian Hari Ke-8 Pupuk Organik Cair Tahap Kedua

No	Jenis	C	BO	N Total	P Total	K Total
		ppm	%	ppm	ppm	ppm
1	Fermentasi Rendaman	12662	2,1832	7467	11,93	24070
2	Fermentasi Rebusan	11688	2,0152	16800	17,36	24070

**Tabel 4.5.** Hasil Penelitian Hari Ke-15 Pupuk Organik Cair Tahap Ketiga

No	Jenis	C	BO	N Total	P Total	K Total
		ppm	%	ppm	ppm	ppm
1	Fermentasi Rendaman	3896	0,6717	11206	16,79	24070
2	Fermentasi Rebusan	5844	1,0076	5600	19,23	29889

Proses perubahan bahan organik menjadi pupuk organik cair tergantung pada aktivitas mikroorganisme. Untuk aktivitasnya mikroorganisme memerlukan sumber karbon untuk mendapatkan protein energi dan bahan bagi sel-sel baru.

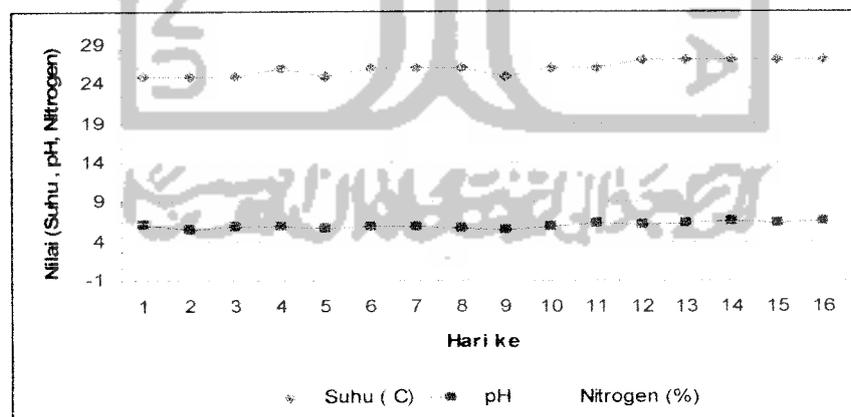
Penguraian bahan organik akan terjadi pada kondisi anaerob. Pertama kali, bakteri fakultatif penghasil asam menguraikan bahan organik menjadi asam lemak menjadi metan, amoniak,  $\text{CO}_2$  dan hidrogen, dengan demikian oksigen juga diperlukan untuk proses dekomposisi anaerob tetapi sumbernya senyawa kimia yang

tidak terlarut oleh oksigen. Apabila dibandingkan dibandingkan dengan proses anaerobyang melepaskan energi lebih besar hanya 26 kcal/moleglukosa yang dilepaskan pada kondisi anaerob.

Kandungan C Total kompos terbaik adalah kandungan dengan nilai C total terendah, Kandungan C kompos cenderung menurun setelah proses pengomposan terjadi. Hal ini disebabkan teroksidasinya karbon pada bahan kompos menjadi karbon dioksida.

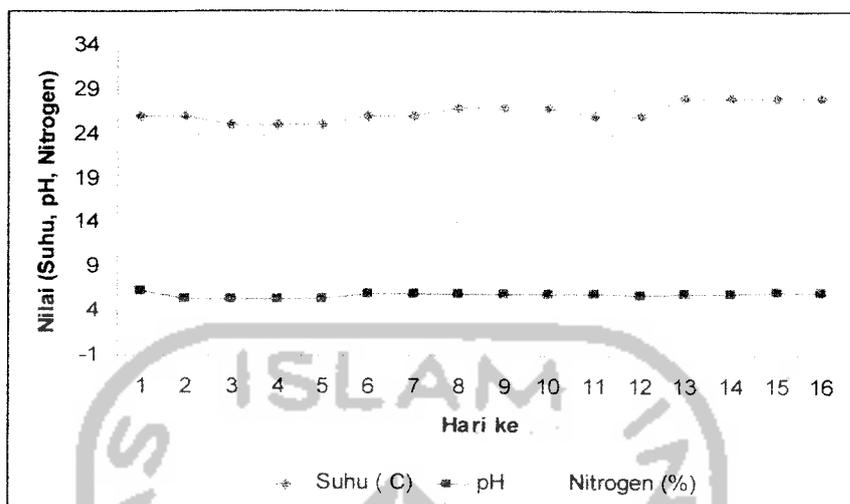
Kadar bahan organik (BO) dinyatakan dalam bentuk C organik, karena kandungan rata-rata C organik dari bahan organik sebesar  $\pm 58\%$ . Pengukuran bahan organik menggunakan metode Walkey & Black (pembakaran basah).

Hubungan antara suhu, pH dan bahan organik erat kaitannya. Agar mudah dalam pengamatannya ditunjukkan pada tabel 4.6 , 4.7, 4.8, 4.9, 5.0 dan 5.1.

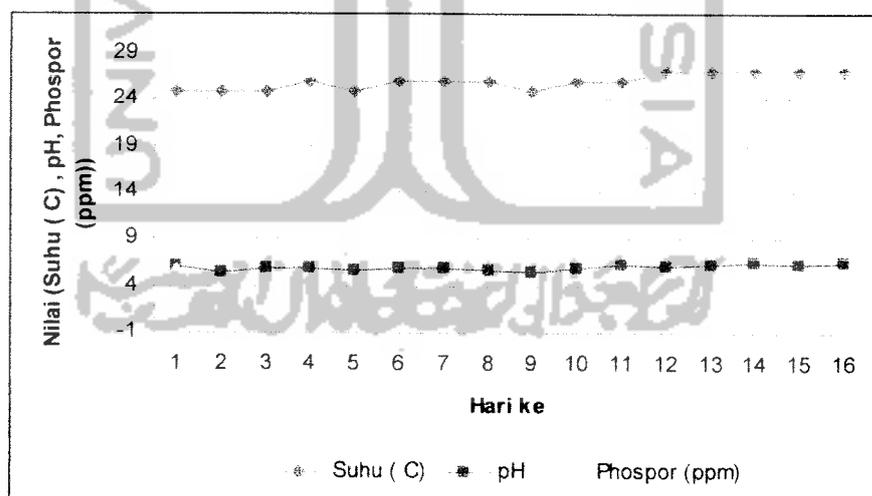


**Gambar 4.6 Hubungan Suhu, pH, Nitrogen Pada reaktor Fermentasi Rendaman**

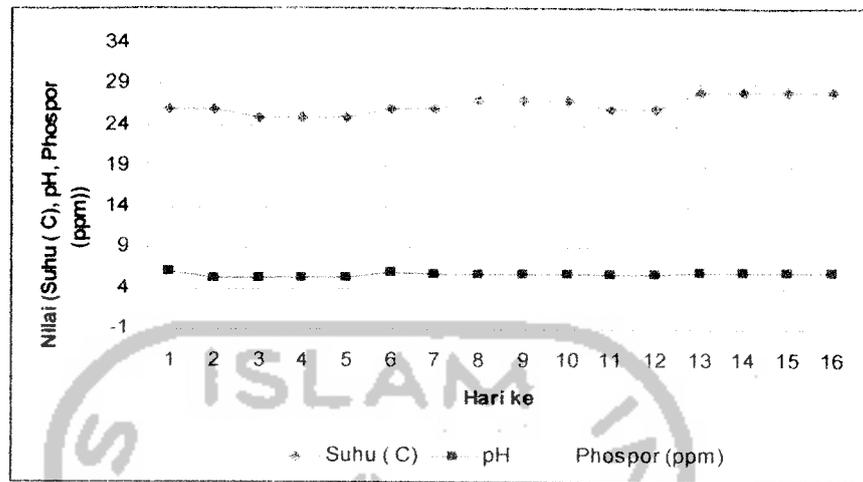




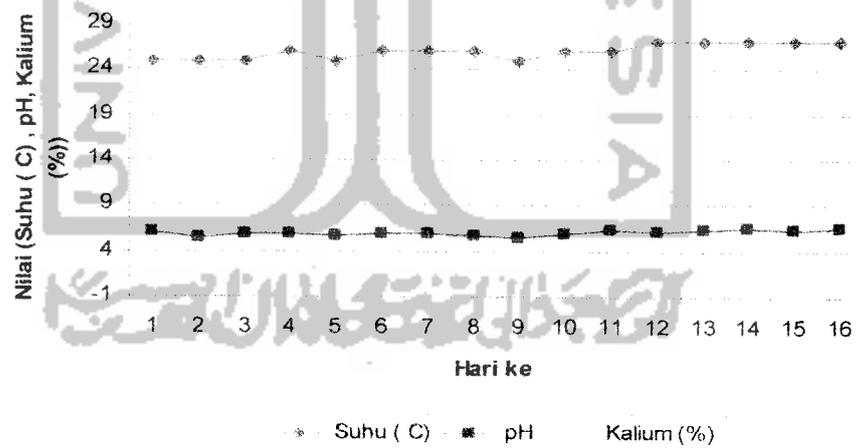
**Gambar 4.7 Hubungan Suhu, pH, Nitrogen Pada reaktor Fermentasi Rebusan**



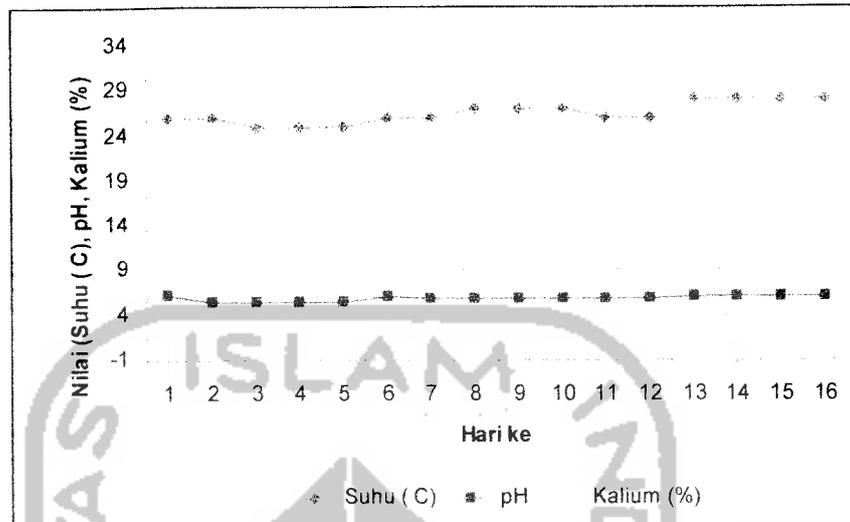
**Gambar 4.8 Hubungan Suhu, pH, Phospor Pada Reaktor Fermentasi Rendaman**



**Gambar 4.9 Hubungan Suhu, pH, Phospor Pada Reaktor Fermentasi Rebusan**



**Gambar 5.0 Hubungan Suhu, pH, Kalium Pada Reaktor Fermentasi Rendaman**



**Gambar 5.1 Hubungan Suhu, pH, Kalium Pada Reaktor Fermentasi Rebusan**

Kandungan N yang terbesar pada reaktor 1 sebesar 11206 ppm yaitu fermentasi rendaman. Berdasarkan hasil pengukuran nilai N pada fermentasi rendaman, diketahui bahwa semakin lama proses fermentasi berjalan maka akan semakin naik kandungan N, tetapi tidak untuk fermentasi rebusan, pada tahap ke 3 mengalami penurunan nilai N fermentasi sebesar 5600 ppm .

Kandungan N total pada kompos cenderung mengalami kenaikan. Hal ini dapat terjadi karena nitrogen bersamaan dengan pasokan unsur karbon diperlukan mikroorganisme untuk mendapatkan energi. Setelah unsur terserap, mikroorganisme akan bekerja untuk mendegradasi bahan kompos sampai mati, namun mikroorganisme yang mati tersebut akan menyuplai nitrogen kembali dari sel-selnya

tersebut. Dengan didukung oleh kondisi suhu dan pH, maka kandungan N total kompos semakin besar sehingga kualitas komposnya semakin baik.

Apabila kandungan N rendah, maka mikroorganisme yang menguraikan sampah organik akan mengalami kekurangan unsur N untuk keperluan hidupnya. Kekurangan tersebut akan mengakibatkan mikroorganisme mengambil unsur N dalam tanah jika pupuk organik cair tersebut digunakan sebagai pupuk, sehingga jumlah N dalam tanah akan berkurang. Sebaliknya bila kandungan N tinggi sehingga melebihi jumlah yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, maka kelebihan itu akan tertinggal di dalam tanah atau dalam kata lain terjadi penambahan unsur N ke dalam tanah. (Sutanto,2002).

Nitrogen (N) merupakan hara makro utama yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk ion  $\text{NO}_3^-$  atau  $\text{NH}_4^+$  dari tanah. Kadar nitrogen rata-rata dalam jaringan tanaman adalah 2% - 4% berat kering. Dalam tanah, kadar Nitrogen sangat bervariasi, tergantung pada pengelolaan dan penggunaan tanah tersebut. Menurut Mengel dan Kirby (1987), pada pH rendah, nitrat diserap lebih cepat dibandingkan dengan amonium, sedangkan pada pH netral, kemungkinan penyerapannya seimbang. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya persaingan anion  $\text{OH}^-$  dengan anion  $\text{NO}_3^-$  sehingga penyerapan nitrat sedikit terhambat. Pada pH 4,0 penyerapan nitrat lebih banyak dibandingkan dengan amonium. Amonium dalam kadar tinggi dapat meracuni tanaman. Hal ini disebabkan oleh adanya amoniak yang terbentuk dalam amonium.

Pemupukan Nitrogen akan menaikkan produksi tanaman, kadar protein, dan kadar selulosa, tetapi sering menurunkan kadar sukrosa, polifuktosa dan pati. Hasil asimilasi CO<sub>2</sub> diubah menjadi karbohidrat, dan karbohidrat akan disimpan dalam jaringan tanaman apabila tanaman kekurangan unsur nitogen. Untuk pertumbuhan yang optimum selama fase vegetatif, pemupukan N harus diimbangi dengan pemupukan unsur lain. Pembentukan senyawa N organik tergantung pada imbangn ion-ion lain, termasuk Mg untuk pembentukan klorofil dan ion posphat untuk sintesis asam nukleat. Penyerapan N nitrat untuk sintesis menjadi protein juga dipengaruhi oleh ketersediaan ion K<sup>+</sup>. Imobilisasi hara anorganik N & P terjadi apabila bakteri dan fungi mendekomposisi residu yang kandungan kedua unsur tersebut rendah selama proses imobilisasi berlangsung bentuk hara tersedia dimanfaatkan oleh mikroorganisme dan diubah menjadi bentuk organik. Karena imobilisasi membantu mengurangi kehilangan N apabila dijumpai dalam jumlah yang melampaui kebutuhan tanaman. Bakteri *clostridium*, yang dapat lebih menyesuaikan diri pada keadaan asam dibandingkan dengan bakteri-bakteri lain. Kadang-kadang penyebarannya lebih luas, sehingga sering ditemukan di setiap jenis tanah dalam keadaan yang menguntungkan karena dapat mengikat nitrogen. Menurut Waksman (1961), bakteri fiksasi nitrogen memerlukan sumber-sumber energi yang dapat diperoleh dengan kemampuannya dari senyawa-senyawa organik karbon tertentu, yang digunakannya juga bagi sintesa sel. Organisme ini dapat digolongkan dengan berdasar pada basis kemampuannya untuk memnfaatkan sumber-sumber energi yang tersedia dalam suatu persoalan nonsimbiotik. Organisme-organisme lainnya berkemampuan memperoleh karbon

bagi energinya dan bagi sintesa sel dari tanaman-tanaman yang tumbuh dan dengan organisme tadi hidup secara simbiotis. Organisme-organisme tersebut dapat dikemukakan sebagai berikut:

Organisme anaerobik nitrogen nonsimbiotik:

- *Clostridium pasteurianum*, meliputi golongan bukan fermentasi tepung tipe clostridia
- *Bacillus Sacharobutyricus*, terdiri dari clostridia fermentasi tepung dan plectrida
- Golongan *plectridium* termasuk *plectridium* fermentasi tepung, yang berbeda-beda dari *plectrida* dari golongan sebelumnya pada pembentukan tangkai-tangkai, terutama panjang, ramping dan terkadang kelok-keloknya. Dengan spora-sporanya yang tebal oval terutama pada ujung-ujungnya yang ekstrim, perbedaan lainnya yaitu pada keadaan yang menjadi lebih proteolitik dan kurang fermentatif
- Golongan pembentukan butyl-alkohol, yang secara morfologis berhubungan pada golongan 2 yaitu *Clostridium* fermentasi tepung

Bakteri anaerobik lebih banyak melimpah dibanding dengan anggota-anggota golongan Azotobacter. Temuan ini mengarahkan para peneliti untuk menyimpulkan bahwa genus *Clostridium* dibanding dengan azobacter sepertinya merupakan

golongan yang paling penting dalam golongan bakteri nonsimbiotik pemfiksasi Nitrogen.

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan P yang terbesar pada reaktor 2 sebesar 19,23 ppm yaitu pada fermentasi rebusan. Dari hasil pengukuran kandungan P untuk fermentasi rendaman, bahwa semakin lama proses fermentasi berjalan kandungan nilai P semakin naik, tetapi pada fermentasi rebusan mengalami turun naik untuk nilai phospat.

Phospor sangat sukar berikatan, salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah suhu, pada suhu yang relatif hangat ketersediaan phospor meningkat dan proses perombakan organik lebih cepat, sedangkan pada pH rendah, phospor berikatan dengan besi, sehingga membentuk besi phospat, menyebabkan kadar phospat turun. (Isnaini,2006)

Kelarutan P yang terikat kalsium, besi, aluminium dan mangan dapat diperbesar dengan memanfaatkan peranan beberapa jenis bakteri. Mekanisme mikrobiologi dalam meningkatkan kelerutan P adalah melalui asam yang dihasilkan oleh kegiatan mikrobiologi sehingga melarutkan mineral fosfat dan mereduksi besi dan mangan. Beberapa proses oksidaasi/reduksi N, Fe, Mn dan S dilaksanakan oleh kegiatan mikroorganisme. Apabila konsentrasi oksigen dalam larutan tanah menurun akibat sebagian besar agregat atau kesuburan tanah menjadi jenuh air, elektron yang dihasilkan dari metabolisme bakteri yang mereduksi N, Fe, Mn dan S dan adanya

proses yang mengkonsumsi  $H^+$  menyebabkan pH meningkat. Proses reduksi yang dominan menyebabkan pH rendah

Kandungan P kompos digunakan oleh jasad renik untuk membentuk zat putih telur didalam tubuhnya yang digunakan untuk peruraian bahan dasar pupuk tersebut sehingga dapat menjadi pupuk yang baik (Murbandono,1998). Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar. Jumlah pospor dalam tanaman lebih kecil dibandingkan nitrogen dan kalium. Tetapi pospor dianggap sebagai kunci kehidupan. Kekurangan unsur P umumnya menyebabkan volume jaringan tanaman menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi lebih gelap. Kadang-kadang kadar nitrat dalam tanaman menjadi lebih tinggi karena proses perubahan kadar nitrat terhambat. Kadar P pada daun indikator mulia menampakkan gejala defisiensi untuk tanaman. Bentuk P sangat erat kaitannya dengan kemasaman (pH). Adsorpsi P oleh Fe dan Al-oksida dapat menurun apabila pH meningkat. Apabila kemasaman makin rendah (pH tinggi) ketersediaan P juga akan berkurang oleh fiksasi Ca dan Mg yang banyak pada tanah-tanah alkalin.

Berdasarkan hasil pengukuran untuk kandungan K yang terkandung dalam pupuk organik menunjukkan bahwa untuk variasi kandungan K pupuk organik cair yang terbesar pada reaktor fermentasi rebusan sebesar 29889 ppm. Dari hasil pengukuran kandungan K pada fermentasi rendaman mengalami kandungan yang stabil dari tahap pertama hingga akhir, tetapi untuk fermentasi rebusan mengalami turun pada hari ke 8 namun naik kembali pada hari ke 15 sebesar 29889 ppm.

Peningkatan konsentrasi K dapat lebih besar apabila temperatur tinggi. Jika bahan organik awal yang digunakan untuk pembuatan kompos cukup nitrogennya, maka biasanya unsur hara lainnya P dan K akan tersedia dalam jumlah yang cukup.(Dalzell,1991).

Kalium merupakan hara utama ketiga setelah N, P. Kalium mempunyai valensi satu dan diserap dalam bentuk ion  $K^+$ . Kalium tergolong unsur mobil dalam tanaman baik dalam sel, dalam jaringan tanaman maupun dalam xilem dan floem. Kalium banyak terdapat dalam sitoplasma; garam kalium berperan dalam tekanan osmose sel. Dalam sitoplasma kisaran konsentrasi K relatif sempit. Peranan K dalam mengatur turgor sel diduga berkaitan dengan konsentrasi K dalam vakuola. Pada pH 7-8 terjadi proses reaksi yang optimum untuk hampir semua enzim yang ada dalam tanaman. Bila pH turun 7,7 menjadi 6,5 maka aktivitas nitrat reduktase hampir berhenti.

Kualitas produk yang dihasilkan memang lebih rendah dari pupuk kimia yang tersedia ditoko-toko yang banyak digunakan oleh petani, inilah yang membedakan pupuk organik cair dengan pupuk buatan sehingga tidak dapat dijadikan unsur utama bagi tanaman (Anonim,1994). Penggunaan pupuk organik cukup besar karena didorong oleh pemahaman peranan bahan organik dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pemberian pupuk organik dalam jangka panjang mampu meningkatkan aktivitas mikrobia penyemat nitrogen melalui peningkatan kandungan

bahan organik tanah yang mudah terdekomposisi, meningkatkan pembentukan agregat yang stabil dan kapasitas pertukaran kation.

Pupuk organik cair yang dihasilkan ini sangat baik digunakan sebagai pupuk organik karena daya penambahan pupuk organik ini tanah yang ringan strukturnya dapat ditingkatkan sedang tanah yang berat menjadi ringan serta meningkatkan kapasitas ikat tanah. Disamping itu penambahan pupuk organik cair pada tanah dapat mempertinggi daya ikat tanah terhadap unsur hara sehingga tidak mudah larut dalam air. (Effi Ismawati,2003)

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 pemakain pertanian, pupuk organik cair dapat dicampurkan dengan bahan kimia atau pupuk tertentu.

Pupuk organik cair hasil fermentasi limbah VCO dengan pupuk Biomikro yang ada dipasaran dapat dibandingkan pada tabel 4.6

**Tabel 4.6** Perbandingan Pupuk Biomikro Dengan Pupuk Fermentasi Limbah VCO

<b>Parameter</b>	<b>Pupuk Biomikro</b>	<b>Pupuk Fermentasi Rendaman</b>	<b>Pupuk Fermentasi Rebusan</b>
Nitrogen	1.2 (%)	1.1206 (%)	0.56 (%)
Phospor	0.1 (%)	0.0016 (%)	0.0019 (%)
Kalium	0.14 (%)	2.4070 (%)	2.9889 (%)

Dari tabel diatas dapat dilihat, untuk kandungan N dan P lebih besar pupuk yang ada dipasaan namun untuk kandungan kalium lebih besar pupuk organik cair fermentasi limbah VCO.

**Tabel 4.8** Perbandingan Pupuk Organik Cair Industri VCO Dengan Pupuk Organik Limbah Industri Kerupuk Kulit

Parameter	Limbah Industri VCO Fermentasi rebusan	Limbah Industri Kerupuk Kulit Fermentasi rebusan
Nitrogen	5600 ppm	410 ppm
Phospor	19,23 ppm	127 ppm
Kalium	29889 ppm	140 ppm
Bahan Organik	1,0076 %	12.54 %

**Tabel 4.9** Perbandingan Pupuk Organik Cair Industri VCO Dengan Pupuk Organik Limbah Industri Kerupuk Kulit

Parameter	Limbah Industri VCO Fermentasi rendaman	Limbah Industri Kerupuk Kulit Fermentasi rendaman
Nitrogen	11206 ppm	70 ppm
Phospor	16.79 ppm	6 ppm
Kalium	24070 ppm	23 ppm
Bahan Organik	0.6717 %	10.34 %

Hasil perbandingan antara pupuk organik cair Limbah industri VCO dengan pupuk organik cair limbah industri kerupuk kulit dapat dilihat untuk pupuk organik cair limbah VCO Fermentasi Rebusan, kandungan Nitrogen dan Kalium lebih tinggi, tetapi untuk kandungan Phospor dan bahan organik lebih rendah daripada Limbah

Industri kerupuk kulit. Sedangkan untuk fermentasi Rendaman, kandungan Nitrogen, Phospor dan Kalium lebih tinggi, tetapi untuk Bahan organik lebih rendah daripada limbah industri kerupuk kulit.

Sampai saat ini, di Indonesia belum ada standar kualitas pupuk organik yang dikeluarkan secara resmi (Standar Nasional Indonesia), akibatnya, tidak ada pedoman yang dipakai secara seragam. Sesuai dengan Keputusan menteri No 02/Pert/HK.060/2/2006, mengenai syarat teknis minimal pupuk organik, menunjukkan C organik  $< 4,5 \%$ , Untuk fermentasi rendaman  $\%C = 0,398$  sedangkan fermentasi rebusan  $\%C = 0,5844\%$ , ini menunjukkan bahwa limbah cair VCO layak digunakan sebagai pupuk organik cair, sedangkan standar kualitas pupuk organik menurut standar internasional (terlampir), kandungan nitrogen  $> 6 \%$ , sedangkan untuk fermentasi rebusan N sebesar 5600 ppm atau  $0,56 \%$ , untuk fermentasi rendaman N sebesar 11206 ppm atau  $1,1206\%$ , ini menunjukkan untuk standar internasional pupuk organik cair belum memenuhi standar. Kandungan P dan K tidak tercantum pada standar internasional.

Dari hasil kandungan organik yang didapat, variasi fermentasi yang menghasilkan hasil kandungan optimal terdapat pada variasi fermentasi rendaman, karena kandungan organik yang didapat pada hasil akhir fermentasi mengalami kenaikan kandungan organik secara keseluruhan dari awal proses fermentasi hingga akhir fermentasi.

Secara kualitatif, kandungan unsur hara dalam pupuk organik tidak dapat lebih unggul daripada pupuk anorganik, namun penggunaan pupuk organik secara terus menerus dalam rentang waktu tertentu akan menjadikan kualitas tanah lebih baik dibanding pupuk anorganik. Penggunaan pupuk organik tidak akan meninggalkan residu pada hasil tanaman sehingga aman bagi kesehatan manusia. Bahkan produk yang dihasilkan akan diterima negara-negara yang mensyaratkan batas ambang residu yang sudah ditetapkan pada produk tertentu seperti teh dan kopi. (Suhut, 2006)

Pemberian zat N yang banyak bagi tanaman penghasil daun (tebu, rumput-rumputan, dll) memang akan sangat menguntungkan tanaman-tanaman tersebut, akan tetapi pemberian zat 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 masakannya biji/butir-butir padi

Didalam tanah fungsi Phospor (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 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 disamping zat Nitrogen dan Phospor. 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 unsur-unsur lain, terutama Kalium, Phospat. dan Zat kalium yang tidak diberikan secara cukup, maka efisiensi N dan P rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan. (Lakitan, 1989)

