

**SKRIPSI**

**PENGARUH TEMPERATUR, OKSIGEN DAN WAKTU DALAM  
PROSES PEROMBAKAN SAMPAH ORGANIK  
TERHADAP PERUBAHAN PH**



OLEH :

*Regina Anaawa Matalu*

WAINGAPU - NTT

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
S U R A B A Y A  
1 9 9 6**

SKRIPSI

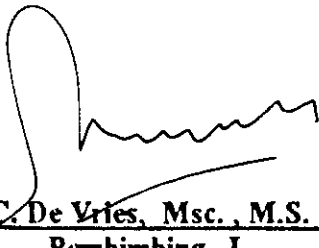
**PENGARUH TEMPERATUR, OKSIGEN DAN WAKTU  
DALAM PROSES PEROMBAKAN SAMPAH ORGANIK  
TERHADAP PERUBAHAN pH**

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Kedokteran Hewan  
pada  
Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga

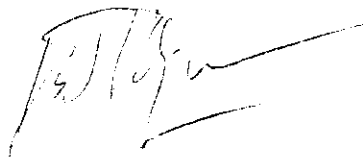
Oleh

**REGINA ANAAWA MATALU**  
068911616

Menyetujui,  
Komisi Pembimbing



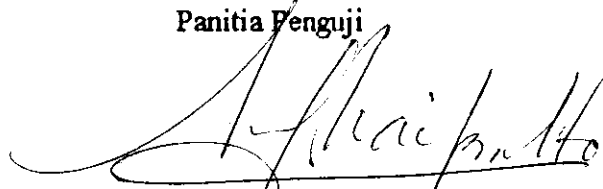
**Garry C. De Vries, Msc., M.S., Drh**  
Pembimbing I



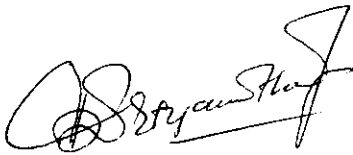
**Bambang Sasongko T. M.S., Drh**  
Pembimbing II

Setelah mempelajari dan menguji dengan sungguh-sungguh kami berpendapat bahwa tulisan ini baik ruang lingkup maupun kualitasnya dapat diajukan sebagai Skripsi untuk memperoleh gelar SARJANA KEDOKTERAN HEWAN.

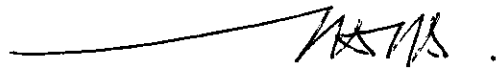
Menyetujui  
Panitia Penguji



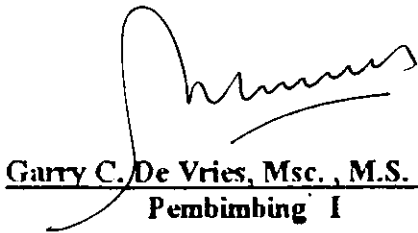
Midian Naibaho, M.S., Drh  
Ketua



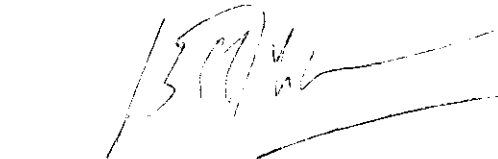
Setyowati Sigit, M.S., Drh  
Anggota



Angela Mariana Luciastuti, M.S., Drh  
Anggota



Garry C. De Vries, Msc., M.S., Drh  
Pembimbing I



Bambang Sasongko T. M.S., Drh  
Pembimbing II

Surabaya, April 1996

Fakultas Kedokteran Hewan

Universitas Airlangga

Dekan,



Prof. DR. H. Rochiman Susmita, M.S., Drh  
NIP. 150 350 739

**PENGARUH TEMPERATUR, OKSIGEN DAN WAKTU  
DALAM PROSES PEROMBAKAN SAMPAH ORGANIK  
TERHADAP PERUBAHAN pH**

Regina Anaawa Matalu

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sejauh mana pengaruh temperatur, oksigen (aerob dan fakultatif anaerob) dan waktu bagi proses perombakan sampah organik terhadap perubahan pH oleh mikroorganisme (bakteri dan Khamir).

Sampah organik yang telah terkumpul dipotong kecil-kecil, kemudian disterilisasi dengan pengukusan selama 30-60 menit. Setelah itu ditimbang masing-masing 235 gram untuk 12 sampel. Perombakan sampah organik ini dengan proses Fermentasi oleh khamir dan bakteri yang berasal dari ragi roti, ragi tape dan starter mikroba. Ragi roti, ragi tape dan starter mikroba ditimbang masing-masing 15 gram, setelah itu dicampurkan ke dalam sampah organik yang telah dipersiapkan sesuai prosedur masing-masing sampel. Sampel P<sub>0</sub> - P<sub>5</sub> diinkubasi pada inkubator dengan suhu 41 - 42° C dan Q<sub>0</sub> - Q<sub>5</sub> diinkubasi pada suhu ruang 27,5° C - 29,5° C selama 21 hari. Setiap hari dilakukan pengukuran terhadap perubahan pH.

Penelitian ini bersifat eksploratif, maka data-data disajikan dalam bentuk deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur, oksigen (suasana aerob dan fakultatif anaerob) dan waktu dalam proses perombakan sampah organik sangat berpengaruh terhadap perubahan pH.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah atas karunia yang telah dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini serta mewujutkannya dalam bentuk skripsi.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Prof. Dr. H. Rochiman Sasmita, M. S. , Drh, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya yang telah memberikan saran serta dorongan moral dalam penelitian ini.
2. Garry C. De Vries, Msc., M. S., Drh, selaku pembimbing pertama dan Bambang Sasongko T, M. S., Drh, selaku pembimbing kedua atas segala bantuan, bimbingan, saran serta nasehat sejak awal penelitian sampai selesainya penulisan, sehingga keseluruhannya dapat berjalan dengan baik.
3. Seluruh staf dan karyawan laboratorium Kesehatan Susu dan Daging Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.
4. Bapak ( T. Takandjandji ), Almarhum Ibu ( Wendelina Pada ), kakak-kakak ( Merry F. H. Matalu ; Mariana M. Matalu ; Dommu Hamanay sekeluarga ) adikku ( Adolfin Nanda Matalu ) terkasih, serta rekan-rekan Karsini, Anny, serta saudara-saudaraku yang dengan ketulusan hati memberikan bantuan dan dorongan moril dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penelitian dan penulisan skripsi ini, semoga Allah selalu memberkati kita semua.

Surabaya, April 1996

Penulis

## DAFTAR ISI

	halaman
INTISARI .....	i
UCAPAN TERIMA KASIH .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
I. PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang Masalah .....	1
Rumusan Permasalahan .....	3
Tujuan Penelitian .....	3
Manfaat Penelitian .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
Sampah .....	5
Dinamika Pertumbuhan Mikroba .....	8
Pertumbuhan Mikroba dan Hubungannya dengan Lingkungan .....	11
Peran Mikroba Fermentasi .....	12
Ragi Roti .....	13
Ragi Tape .....	14
Starter Mikroba (Starbio) .....	15
III. MATERI DAN METODE .....	17
Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
Materi Penelitian .....	17
Metode Penelitian .....	18
Analisis Data .....	20
IV. HASIL PENELITIAN .....	21

V.	PEMBAHASAN .....	30
VI.	KESIMPULAN .....	37
	RINGKASAN .....	38
	DAFTAR PUSTAKA .....	40
	LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	42

DAFTAR TABEL

Nomor

halaman

4.1. Data-Data Setelah Perlakuan ..... 21



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		halaman
2.1.	Kurva Pertumbuhan Mikroba .....	8
2.2.	Penyimpangan Kurva Pertumbuhan Mikroba .....	10
4.1.	Grafik Perubahan pH dari Kontrol ( $P_0$ ) pada Suhu Inkubator ( $41 - 42^\circ \text{C}$ ).....	22
4.2.	Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41 - 42^\circ \text{C}$ ) .....	23
4.3.	Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41 - 42^\circ \text{C}$ ) .....	23
4.4.	Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41 - 42^\circ \text{C}$ ) .....	24
4.5.	Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41 - 42^\circ \text{C}$ ) .....	24
4.6.	Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Starter Mikroba pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41 - 42^\circ \text{C}$ ) .....	25
4.7.	Grafik Perubahan pH ( $P_0 - P_5$ ) pada Proses Perombakan Sampah Organik yang Diinkubasi pada Inkubator ( $41-42^\circ \text{C}$ ) .....	25
4.8.	Grafik Perubahan pH dari Kontrol ( $Q_0$ ) pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^\circ \text{C}$ ) .....	26
4.9.	Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^\circ \text{C}$ ) .....	27
4.10.	Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^\circ \text{C}$ ) .....	27

4.11. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang (27,5-29,5° C) .....	28
4.12. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang (27,5-29,5° C) .....	28
4.13. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan dengan Menggunakan Starter Mikroba pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang (27,5-29,5° C) .....	29
4.14. Grafik Perubahan pH ( $Q_0 - Q_5$ ) pada Proses Perombakan Sampah Organik yang Diinkubasi pada Suhu Ruang (27,5 - 29,5° C) .....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		halaman
1.	Data Berat Sampel Awal dan Akhir Setelah per- lakukan .....	43
2.	Gambar Sampah yang telah dipotong, dihomoge- nisasikan dan dicuci .....	44
3.	Gambar Sampah yang telah dikukus selama 30 menit .....	44
4.	Gambar no 1 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi roti pada kondisi fakultatif anaerob dan diinku- basi pada inkubator (41-42° C) ...	45
	Gambar no 2 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi roti pada kondisi aerob pada inkubator (41-42° C) ..	45
5.	Gambar no 3 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi tape pada kondisi fakultatif anaerob dan diinku- basi pada inkubator (41-42° C) ...	45
	Gambar no 4 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi tape pada kondisi aerob pada inkubator (41-42° C) ..	45
6.	Gambar no 5 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi roti pada kondisi fakultatif anaerob dan diinku- basi pada suhu ruang (27,5° C - 29° C) .....	46
	Gambar no 6 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi roti pada kondisi aerob pada suhu ruang (27,5° C- 29,5° C) .....	46
7.	Gambar no 7 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi tape pada kondisi fakultatif anaerob dan diinku- basi pada suhu ruang (27,5° C - 29° C) .....	46
	Gambar no 8 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan ragi tape pada kondisi aerob pada suhu ruang (27,5° C- 29,5° C) .....	46
8.	Gambar no 9 = Sampel akhir fermentasi menggu- nakan starter mikroba pada kon- disi fakultatif anaerob dan di- inkubasi pada inkubator (41-	

	42° C) .....	47
Gambar no 10=	Sampel akhir kontrol yang diin-	
	kubasi pada inkubator (41-	
	42° C) .....	47
9. Gambar no 11=	Sampel akhir fermentasi menggu-	
	nakan starter mikroba pada kon-	
	disi fakultatif anaerob dan di-	
	inkubasi pada suhu ruang (27,5-	
	29,5° C) .....	47
Gambar no 12=	Sampel akhir kontrol yang diin-	
	nakan ragi tape pada kondisi	
	aerob pada suhu ruang (27,5-	
	42° C) .....	47

# BAB I

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Masalah pencemaran lingkungan telah cukup banyak mendapat perhatian dari masyarakat. Informasi dampaknya telah diketahui dan dipelajari juga tindakan untuk menghindari dan menyelamatkan lingkungan hidup masyarakat kota Surabaya telah dilakukan.

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan hidup yang sampai saat ini belum dapat ditangani secara baik, terutama pada negara-negara sedang berkembang. Lebih jauh kemampuan pengelola sampah dalam menanganinya tidak seimbang dengan produksi, sehingga menumpuk dimana-mana. Sampah yang tidak terurus dengan baik akan menyebabkan menurunnya kesehatan dan nilai estetika lingkungan karena pencemaran air, udara dan perkembangan hama penyakit, sehingga pemukiman penduduk di sekitar tumpukan sampah tidak layak lagi untuk dihuni.

Masalah sampah yang timbul di kota-kota besar adalah karena sulitnya pengumpulan, pengangkutan, pembuangan, pemanfaatan dan pemusnahan sampah baik sampah yang berasal dari rumah tangga, pasar, industri maupun sampah kantor. Sulitnya penanganan sampah erat kaitannya dengan buruknya kondisi pemukiman penduduk, karena pertumbuhan pemukiman yang tidak teratur mempersulit proses pengum-

pulan dan pengangkutan sampah sehingga akhirnya menumpuk. Sampah yang berasal dari pemukiman masyarakat umumnya berbentuk organik yang sifatnya mudah membusuk yang terdiri dari sampah dapur, kertas pembungkus, kulit buah-buahan, dedaunan dan sejenisnya.

Di Indonesia dewasa ini, sedang digalakkan upaya penanganan dan pengendalian sampah dalam rangka menanggulangi pencemaran. Berbagai media massa telah banyak menyoroti masalah ini dan diskusi-diskusi penanganannya juga telah banyak dilakukan. Akan tetapi sampai saat ini masih banyak sampah buangan yang belum tertangani dengan baik dan tepat. Sampah masih terlihat terbengkalai dimana-mana dan menimbulkan bau yang tak sedap dan perasaan kotor yang memuakkan.

Kotamadya Surabaya dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi telah memiliki tempat pusat pembakaran sampah (incinerator) untuk menanggulangi masalah sampah. Dengan segala kelebihan dan kekurangannya seperti residu hasil pembakarannya yang relatif stabil dan bersifat anorganik, masih memerlukan proses pengolahan lanjutan. Selain itu pembakaran sampah tersebut akan menghasilkan gas yang mencemari atmosfer di sekitar kita. Kendala lain yang dihadapi ialah masalah pengangkutan sampah dari tempat pengumpulan yang berada di berbagai pelosok ke tempat pusat pembakaran sampah.

Banyak cara penanggulangan sampah, akan tetapi cara alamiah adalah yang paling aman. Pengolahan secara biologis mengikuti cara tersebut merupakan suatu karunia, karena begitu banyak mikroorganisme (bakteri dan jamur) di sekeliling kita dalam lingkungan yang alamiah yang membuat ekosistem dalam keadaan seimbang. Mikroorganisme (bakteri dan jamur) membuat konsep tersebut menjadi kenyataan karena berfungsi untuk menembus siklus kehidupan alami, melengkapi dan mendorong mikroorganisme pengu-  
rai.

#### Rumusan Permasalahan

1. Apakah mikroorganisme dalam ragi roti, ragi tape, starter mikroba dapat merombak sampah organik.
2. Kondisi bagaimana yang paling baik bagi proses perombakan sampah organik oleh mikroorganisme.

#### Tujuan Penelitian

1. Mengukur temperatur dan pH optimal bagi proses perombakan sampah organik.
2. Mencari kondisi oksigen paling baik (aerob atau fakultatif anaerob) bagi proses perombakan sampah organik.
3. Hubungan waktu dengan temperatur, pH dan oksigen bagi proses perombakan sampah organik.

### Manfaat Penelitian

1. Memberi informasi tentang pemanfaatan dan kondisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam perombakan sampah organik, untuk mencegah pencemaran lingkungan.
2. Dengan proses perombakan ini, maka terjadi proses pengembalian unsur-unsur kimia (hara) di alam untuk menjaga keseimbangan ekologi.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Sampah

Istilah sampah merupakan istilah umum yang digunakan untuk menyatakan limbah padat. Limbah adalah bahan yang tidak digunakan lagi dan kemudian dibuang. Secara umum sampah dapat dibagi atas dua golongan, yaitu sampah yang mudah terurai dan sampah yang tidak mudah atau tidak dapat terurai (Bahar, 1985).

Menurut Murtadho dan Said (1988) secara umum, klasifikasi limbah padat menurut istilah teknis dapat dibagi menjadi enam kelompok yaitu :

1. Sampah organik mudah busuk, yaitu limbah padat semi basah berupa bahan organik yang umumnya berasal dari sektor pertanian dan makanan.
2. Sampah organik tak membusuk, yaitu limbah padat organik cukup kering yang sulit terurai oleh mikroorganisme, sehingga sulit membusuk.
3. Sampah abu, yaitu limbah padat yang berupa abu-abuan, misalnya abu hasil pembakaran.
4. Sampah bangkai binatang, yaitu semua limbah yang berupa bangkai binatang seperti tikus, ikan, anjing, dan lain-lain.
5. Sampah sapuan, yaitu limbah padat hasil sapuan jalan, yang berisi berbagai sampah yang tersebar di jalan.

6. Sampah industri, yaitu semua limbah yang berasal dari buangan industri.

Sampah berdasarkan sumbernya dikenal sampah domestik, sampah komersial, sampah industri dan sampah alami. Sampah domestik yaitu limbah padat yang berasal dari pemukiman masyarakat. Sampah komersial, yaitu limbah padat yang berasal dari lingkungan perdagangan atau jasa komersial baik warung, toko maupun pasar. Sampah industri, yaitu limbah yang berasal dari buangan hasil proses industri. Sampah alami berupa bahan yang terdapat di alam misalnya dedaunan dan sebagainya (Murtadho dan Said, 1988).

Menurut Bahar (1985) sampah sebagai hasil sampingan kegiatan manusia telah menimbulkan permasalahan yang sangat kompleks yang menyebabkan turunnya nilai estetika lingkungan, membawa berbagai jenis penyakit, menurunkan nilai sumber daya, menimbulkan polusi, menyumbat saluran air dan berbagai akibat negatif lainnya.

#### 1. Nilai Estetika.

Sampah yang menumpuk dan dibiarkan di tempat-tempat terbuka, menyebabkan rendahnya nilai estetika di sekitar tempat tersebut, hal ini disebabkan oleh penampakan fisik yang tidak enak dilihat, bau busuk yang tidak enak dan berkembangnya berbagai organisme.

## 2. Polusi udara dan air

Dengan pembakaran sampah secara terbuka dan tidak dikendalikan, disamping menghasilkan residu dari penghancuran sampah, juga menimbulkan emisi pada atmosfer dengan meningkatkan komponen-komponen polutan di udara. Air yang ada pada sampah umumnya mengandung bahan kimia, bakteri dan kotoran lainnya yang dapat merembes ke dalam tanah dan akhirnya mencemarkan sumber air.

## 3. Sumber penyakit

Tempat-tempat penumpukan sampah merupakan lingkungan kehidupan yang baik bagi perkembangan tikus, nyamuk, lalat, insekta, mikroba yang mana organisme ini dapat menimbulkan dan menyebarkan berbagai jenis penyakit kepada penduduk di sekitar tempat penimbunan dan penampungan sampah tersebut.

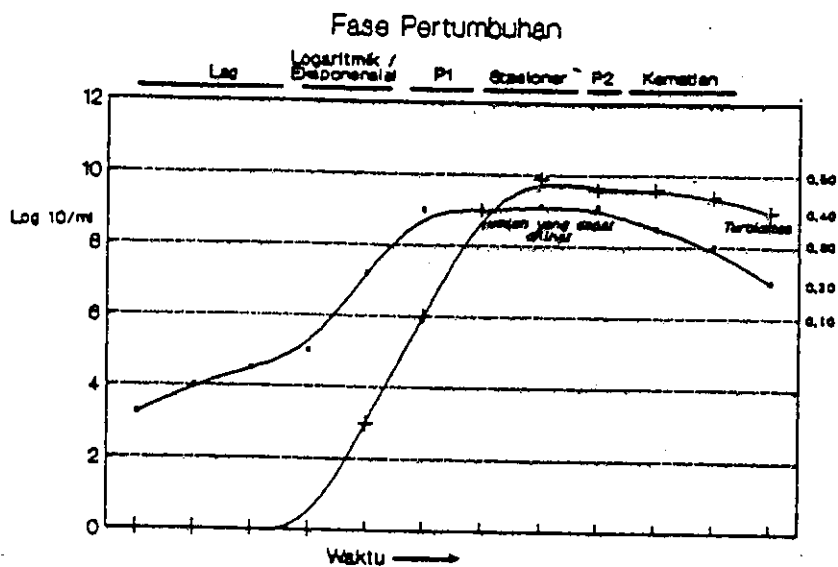
## 4. Penyumbatan saluran air

Kebiasaan buruk bagi sebagian besar orang adalah membuang sampah ke sungai, got atau saluran air lainnya. Hal ini menimbulkan polusi pada air, juga menyebabkan pendangkalan dan penyumbatan saluran air.

Adanya sampah yang semakin besar dan banyak, menimbulkan permasalahan maka perlu mendapat perhatian cara penanganan yang baik dan benar.

## Dinamika Pertumbuhan Mikroba

Menurut Suriawiria (1985), kurva pertumbuhan jasad hidup, khususnya mikroba, merupakan gambaran dari fase pertumbuhan secara bertahap sejak awal hingga berhenti mengadakan aktivitas. Kurva ini umumnya terbagi dalam beberapa fase pertumbuhan.



Gambar 2.1. Kurva Pertumbuhan Mikroba.  
Dikutip dari Sumber Suriawiria (1985)

### \* Fase Lag

Selama fase ini perubahan bentuk dan pertumbuhan jumlah individu tidak secara nyata terlihat, karena fase ini dapat juga dinamakan sebagai fase adaptasi (penyesuaian) ataupun fase pengaturan jasad untuk suatu aktivitas di dalam lingkungan yang mungkin baru.

\* Fase Eksponensial atau Logaritmik

Setelah setiap individu menyesuaikan diri dengan lingkungan baru selama fase lag maka mulailah mengadakan perubahan bentuk dan meningkatkan jumlah individu (sel) sehingga kurva meningkat dengan tajam (menanjak). Peningkatan ini harus diimbangi dengan banyak faktor, antara lain :

- a. Faktor biologis, yaitu bentuk dan sifat jasad terhadap lingkungan yang ada, serta asosiasi kehidupan diantara jasad yang ada kalau jumlah jenis lebih dari sebuah.
- b. Faktor non biologis, antara lain kandungan sumber nutrien di dalam media, temperatur, kadar oksigen, cahaya dan sebagainya. Kalau faktor-faktor di atas optimal, maka peningkatan kurva akan nampak tajam.

\* Fase pengurangan pertumbuhan

Berupa keadaan puncak, dari fase logaritmik sebelum mencapai fase stasioner, di mana penambahan jumlah individu mulai berkurang atau menurun yang disebabkan oleh banyak faktor, antara lain berkurangnya sumber nutrien di dalam media, tercapainya jumlah kejenuhan penambahan jasad dan sebagainya.

\* Fase stasioner

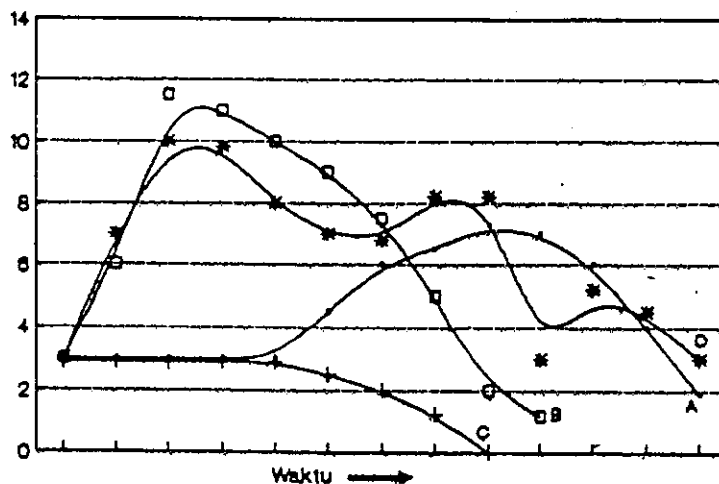
Pengurangan sumber nutrien serta faktor-faktor yang terkandung di dalam jasadnya sendiri, maka sampailah puncak aktivitas pertumbuhan kepada titik yang tidak

bisa dilampaui lagi, sehingga selama fase ini gambaran grafik akan mendatar.

\* Fase kematian

Fase ini merupakan akhir dari suatu kurva dimana jumlah individu secara tajam akan menurun sehingga grafik tampaknya akan kembali ke titik awal lagi.

Suriawiria (1985), juga menyatakan bahwa, gambaran kurva pertumbuhan mikroba tidak lancar seperti yang sudah diterangkan kalau faktor-faktor lingkungan yang menyertainya tidak memenuhi persyaratan.



Gambar 2.2. Penyimpangan Kurva Pertumbuhan Mikroba.  
Dikutip dari Sumber Suriawiria (1985)

Keterangan :

Kurva A = menunjukkan terdapatnya fase lag yang cukup lama sebelum mikroba dapat tumbuh dan bertambah.

Kurva B = menunjukkan tidak adanya fase lag, karena begitu ditanamkan, maka pertumbuhan mikroba dapat langsung ke fase logaritmik atau fase

eksponensial pertumbuhan.

Kurva C = menunjukkan fase lag yang panjang atau lama serta tidak dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya yang baru.

Kurva D = adalah gambaran suatu kurva pertumbuhan mikroba yang secara terus menerus diberi tambahan sumber nutrisi, sehingga ada kesinambungan pertumbuhan walaupun lama mengarah kepada penurunan.

### Pertumbuhan Mikroba dan Hubungannya dengan Lingkungan

Menurut Said (1987), kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan mensintesa produk pada suatu lingkungan tertentu, ditentukan oleh perilaku genetika mikroorganisme tersebut.

Lay dan Hastowo (1992), membagi bakteri dalam beberapa kelompok menurut suhu optimum, pH dan oksigen.

#### A. Suhu

##### 1. Psikrofil ( $5^{\circ}$ - $30^{\circ}$ C)

Kelompok bakteri ini menimbulkan kesulitan untuk makanan yang disimpan dalam lemari es, oleh karena kelompok ini masih dapat tumbuh pada suhu  $4^{\circ}$  C.

##### 2. Mesofil ( $15^{\circ}$ - $50^{\circ}$ C)

Bakteri pada umumnya termasuk dalam kelompok ini. Bakteri patogen mempunyai suhu optimum  $\pm 35^{\circ}$  C -  $40^{\circ}$  C. Sedang bakteri tanah suhu optimum  $30^{\circ}$  C.

##### 3. Termofil ( $50^{\circ}$ - $60^{\circ}$ C)

Dalam kelompok ini sebenarnya termasuk juga bakteri dalam sumber air panas yang dapat tumbuh pada suhu  $90^{\circ}$  C.

## B. pH

Pada umumnya bakteri tumbuh pada pH  $\pm$  7,0 dan kisaran pertumbuhan 5,0-8,0. Ragi tumbuh baik pada pH rendah (asam).

## C. Oksigen

Bakteri dibagi dalam tiga kelompok menurut keperluan akan  $O_2$

### 1. Aerob Obligat

Kelompok ini selalu memerlukan  $O_2$  untuk pertumbuhannya.

### 2. Anaerob Obligat

Kelompok ini hanya dapat tumbuh bila tidak ada  $O_2$ .

### 3. Fakultatif Anaerob

Bakteri kelompok ini dapat tumbuh dalam keadaan dengan atau tanpa  $O_2$ .

## Peran Mikroba Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses perubahan-perubahan kimiawi dan senyawa-senyawa organik lain melalui kerja enzim yang dihasilkan mikroba (Ganjar, 1983). Winarno (1982), proses fermentasi adalah memperbanyak jumlah mikroba dan menggiatkan metabolisemnya di dalam makanan, tetapi jenis mikroba yang digunakan sangat terbatas sesuai dengan hasil akhir yang dikehendaki.



Menurut Judoamidjojo dkk (1992), mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi diantaranya adalah khamir, kapang dan bakteri. Tentunya tidak semua khamir, kapang atau bakteri dapat digunakan secara langsung tetapi diperlukan seleksi dari masing-masing untuk menjamin berlangsungnya proses fermentasi sesuai dengan ujian.

Mikroorganisme yang penting dalam industri fermentasi dapat diperoleh dari berbagai sumber di alam, misalnya dari tanah yaitu bakteri pembentuk spora *Bacillus sp* dan *Clostridium sp*, bakteri asam laktat pada susu, bakteri asam laktat pada sari buah dan sebagainya (Fardiaz, 1988).

### Ragi Roti

Penggunaan khamir untuk meragi atau membuat adonan mengembang dalam pembuatan roti telah tercatat dalam sejarah zaman dahulu diantara bangsa Yahudi, Mesir, Yunani dan Romawi. Pada pembuatan roti secara modern, biakan murni galur-galur *Saccharomyces cerevisiae* terpilih dicampur dengan adonan roti untuk menghasilkan perubahan-perubahan yang dikehendaki. Galur-galur *Saccharomyces cerevisiae* yang dipilih untuk memproduksi ragi roti secara komersial memiliki kemampuan untuk memfermentasi gula dengan baik di dalam adonan dan tumbuh dengan cepat (Pelczar dan Chan, 1986).

Khamir yang digunakan dalam pembuatan roti dan bir merupakan spesies *Saccharomyces* yang bersifat fermentatif kuat. Khamir fermentatif dapat melakukan fermentasi alkohol, yaitu memecah glukosa melalui jalur glikolisis (Fardiaz, 1992).

### Ragi Tape

Kata ragi dipakai untuk menyebut adonan atau ramuan yang digunakan dalam pembuatan berbagai makanan dan minuman seperti tempe, tape, roti, anggur, bir, brem dan lain-lain (Dwidjoseputro, 1982).

Generasi mikroorganisme yang terdapat atau sering dijumpai dalam ragi tape ialah *Candida*, *Endomycopsis*, *Hansenula*, *Amylomyces*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor* dan *Rhizopus* (Steinkraus, 1983).

Menurut Rahman (1993), organisme terpenting dalam ragi tape ialah kapang *Amylomyces rouxii* tipe *Calmette* dan khamir *Endomycopsis burtonii* (E. Chodati).

Masing-masing khamir mempunyai aktivitas pertumbuhan yang berbeda-beda, yaitu dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kandungan nutrisi substrat, pH, suhu, tersedianya oksigen, ada tidaknya senyawa penghambat dan sebagainya. Kisaran suhu untuk pertumbuhan kebanyakan khamir yaitu suhu optimum 25-30° C dan suhu maksimum 35-47° C. Kebanyakan khamir lebih menyukai tumbuh pada keadaan asam, yaitu pada pH 4-4,5 dan tidak dapat tumbuh dengan baik

pada medium alkali, kecuali telah beradaptasi. Khamir tumbuh baik pada kondisi aerobik tetapi yang bersifat fermentatif dapat tumbuh secara anaerobik meskipun lambat (Fardiaz, 1992).

### Starter Mikroba

Starter mikroba atau dikenal dengan nama starbio berasal dari isolasi mikroba rumen, kolon sapi, tanah hutan yang diperkaya dengan inner rhizosphere akar tanaman *graminae* yang kaya akan mikroba lignolitik, mikroba sellulolitik, mikroba proteolitik, mikroba lipolitik dan mikroba aminolitik. (Suharto, 1991).

Menurut Alexander (1976), mikroba lignolitik akan membantu perombakan ikatan lignoselulosa, sehingga selulosa dan lignin dapat terlepas dari ikatan tersebut karena mikroba lignolitik dapat menghasilkan enzim lignase yang terdiri dari phenol oksidase, laktase dan peroksidase yang akan merombak lignin.

Mikroba selulolitik akan menghasilkan suatu enzim selulase yang berperan untuk menghidrolisa selulosa menjadi selobiose yang dilakukan oleh mikroba selulolitik yang heterotrof dan selanjutnya dihidrolisa menjadi D-glukosa yang akhirnya akan difermentasi dan menghasilkan asam laktat, etanol, CO<sub>2</sub> dan amoniak (Suharto, 1991).

Alexander (1976), menambahkan bahwa langkah permulaan pemecahan selulosa adalah hidrolisa enzimatis terha-

dap polimer dari selulosa tersebut. Sistem enzim yang nyata memecah polimer selulosa yang tidak larut menjadi bentuk yang sederhana yang larut seperti monosakarida dan disakarida. Selanjutnya gula sederhana tersebut dimetabolisme menjadi  $CO_2$ , asam-asam organik dan alkohol. Sedangkan mikroba proteolitik akan menghasilkan enzim protease yang akan merombak protein menjadi polipeptida-polipeptida. Selanjutnya menjadi peptida sederhana, dan yang terakhir menjadi asam amino bebas,  $CO_2$  dan air. Mikroba lipolitik berperan dalam perombakan lemak dengan menghasilkan enzim lipase. Mikroba amilolitik akan merombak karbohidrat menjadi volatile fatty acid dan keto acids selanjutnya menjadi asam amino.

## BAB III

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Zoonosis-Epidemiologi dan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga pada tanggal 16 Maret sampai dengan 6 April 1995.

#### Materi Penelitian

##### A. Sampah

Penelitian ini menggunakan sampah organik yang berasal dari sampah rumah tangga jalan Gubeng Airlangga III Surabaya, terdiri dari kulit buah (pisang, apel, kedondong, rambutan, pepaya), sisa sayuran (kangkung, bayam, kenikir, sawi, wortel, kol, kacang panjang), daun-daunan.

##### B. Khamir dan Bakteri

Khamir yang digunakan berasal dari ragi roti merek Saf-levure, ragi tape merek burung gelatik. Sedangkan bakteri yang digunakan berasal dari starter mikroba yang diperoleh dari CV. Gita Cipta Selaras.

##### C. Alat-alat

Alat-alat yang digunakan meliputi stoples kaca, timbangan, inkubator, termometer ruang, kertas aluminium, pisau, papan iris, pH meter, pengaduk, sendok, kukusan, panci.

## Metode Penelitian

### a. Persiapan Sampel

Sampah organik yang telah dikumpulkan, dipotong kecil-kecil dengan pisau kemudian dihomogenisasikan. Bahan yang telah dipotong, kemudian dicuci dan disterilisasi dengan pengukusan selama 30-60 menit lalu didinginkan. Setelah bahan dingin, ditimbang sesuai dengan kebutuhan perlakuan.

### b. Persiapan Khamir dan Bakteri

Ragi roti, ragi tape dan Starter mikroba, masing-masing ditimbang sebanyak 15 gram sejumlah yang dibutuhkan untuk perlakuan.

### c. Persiapan Stoples

Siapkan stoples kaca sebanyak 12 buah, 8 buah diambil kemudian pada bagian dasar diberi alas berupa saringan yang dibuat dari paralon setinggi 4 cm, yang dibungkus dengan kasa kemudian diikat. 4 buah stoples tidak diberi saringan. Masing-masing stoples diberi nomor P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub> untuk suhu inkubator dan Q<sub>0</sub>, Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>, Q<sub>5</sub> untuk suhu ruang. Stoples dengan nomor P<sub>0</sub> dan P<sub>5</sub> serta Q<sub>0</sub> dan Q<sub>5</sub> bagian dasar tidak diberi saringan.

### Cara Kerja

- Sampel ditimbang masing-masing 235 g sebanyak 12 sampel.
- Sampel I dimasukkan dalam stoples ( $P_0$ ) kemudian ditutup.
- Sampel II dimasukkan dalam stoples ( $P_1$ ) + 15 g ragi roti, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup rapat dengan aluminium foil.
- Sampel III dimasukkan dalam stoples ( $P_2$ ) + 15 g ragi roti, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup tetapi tidak rapat.
- Sampel IV dimasukkan dalam stoples ( $P_3$ ) + 15 g ragi tape, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup rapat dengan aluminium foil.
- Sampel V dimasukkan dalam stoples ( $P_4$ ) + 15 g ragi tape, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup tetapi tidak rapat.
- Sampel VI dimasukkan dalam stoples ( $P_5$ ) + 15 g starter mikroba + 100 ml aquadest dicampur hingga rata, kemudian ditutup tetapi tidak rapat.
- Stoples  $P_0$  sampai  $P_5$  dimasukkan dalam inkubator dengan suhu 41-42° C.
- Sampel VII dimasukkan dalam stoples ( $Q_0$ ) kemudian ditutup.
- Sampel VIII dimasukkan dalam stoples ( $Q_1$ ) + 15 g ragi

- roti, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup rapat dengan aluminium foil.
- Sampel IX dimasukkan dalam stoples ( $Q_2$ ) + 15 g ragi roti, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup tetapi tidak rapat.
  - Sampel X dimasukkan dalam stoples ( $Q_3$ ) + 15 g ragi tape, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup rapat dengan aluminium foil.
  - Sampel XI dimasukkan dalam stoples ( $Q_4$ ) + 15 g ragi tape, dicampur hingga rata kemudian stoples ditutup tetapi tidak rapat.
  - Sampel XII dimasukkan dalam stoples ( $Q_5$ ) + 15 g starter mikroba + 100 ml aquades, dicampur hingga rata dan stoples ditutup tetapi tidak rapat.
  - Stoples  $Q_0$  sampai  $Q_5$  disimpan pada suhu ruang 27,5-29,5° C.
  - Setiap hari dilakukan pengukuran terhadap pH dan suhu.
  - Ke-12 sampel ini diinkubasi selama 21 hari.
  - Pada hari ke-22 sampel dikeluarkan, kemudian ditimbang untuk mengetahui sampel akhir.

### Analisis Data

Pengumpulan data dari hasil pengamatan dan pengukuran terhadap parameter disajikan dalam bentuk deskriptif (tabulasi dan grafik).



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian tentang pengaruh temperatur (suhu inkubator dan suhu ruang), pH, oksigen (aerob dan fakultatif an aerob) terhadap waktu dalam perombakan sampah organik menggunakan ragi roti, ragi tape dan starter mikroba disajikan pada tabel (4.1).

Tabel 4.1. Data-data yang Diperoleh Setelah Perlakuan.

Hari	pH											
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>
1	4,4	4,3	4,7	4,6	4,5	5,1	4,5	4,4	4,6	4,7	4,8	5,5
2	5,4	5,3	5,1	5,4	5,3	5,3	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,7
3	5,4	5,7	5,6	6,4	6,5	4,9	5,8	5,1	5,1	4,9	5,0	5,4
4	5,9	5,3	5,4	6,6	6,4	4,6	5,4	4,5	5,7	4,3	4,1	5,0
5	5,4	6,6	6,4	6,6	6,0	4,5	4,9	4,6	6,4	4,8	4,4	5,7
6	5,4	6,3	8,3	6,8	6,2	5,1	6,0	5,3	6,8	5,1	4,9	5,7
7	5,8	7,1	8,2	5,4	5,3	6,2	5,9	5,3	6,7	5,5	5,7	5,9
8	5,8	7,7	8,2	5,3	5,2	5,7	5,4	5,7	6,1	5,4	5,8	5,2
9	6,0	7,2	8,9	4,7	5,2	6,3	6,2	6,1	6,6	5,5	5,7	5,4
10	6,2	8,3	8,9	5,8	7,3	6,5	6,4	6,1	7,9	6,3	6,6	6,0
11	6,4	8,1	8,9	5,6	7,3	6,4	6,3	6,8	8,0	6,3	6,7	6,0
12	6,0	8,0	8,7	5,4	7,1	6,8	5,9	7,2	8,2	6,4	6,8	6,3
13	6,5	7,9	8,9	5,2	7,0	7,3	6,0	7,4	8,6	6,5	6,7	6,5
14	6,4	8,2	8,4	5,2	7,3	7,0	5,9	7,6	8,7	6,4	7,8	6,7
15	6,6	8,1	8,7	5,3	6,6	6,5	6,1	7,9	8,6	7,2	7,4	7,1
16	6,0	8,4	8,9	6,3	6,7	6,3	5,7	7,5	8,6	6,9	7,0	7,0
17	5,8	8,3	9,5	5,7	6,9	6,3	5,9	7,4	8,4	7,1	7,4	6,5
18	5,6	8,3	9,4	6,8	7,4	6,4	5,9	7,4	8,2	6,8	7,2	6,3
19	5,9	8,3	9,3	7,2	7,9	6,6	5,9	7,5	8,3	6,5	7,1	6,2
20	6,1	8,2	8,9	7,2	7,5	5,8	6,1	7,2	8,1	5,9	6,4	6,0
21	6,3	8,2	8,8	7,0	7,3	5,9	6,0	7,1	7,9	5,9	6,4	5,4

Keterangan :

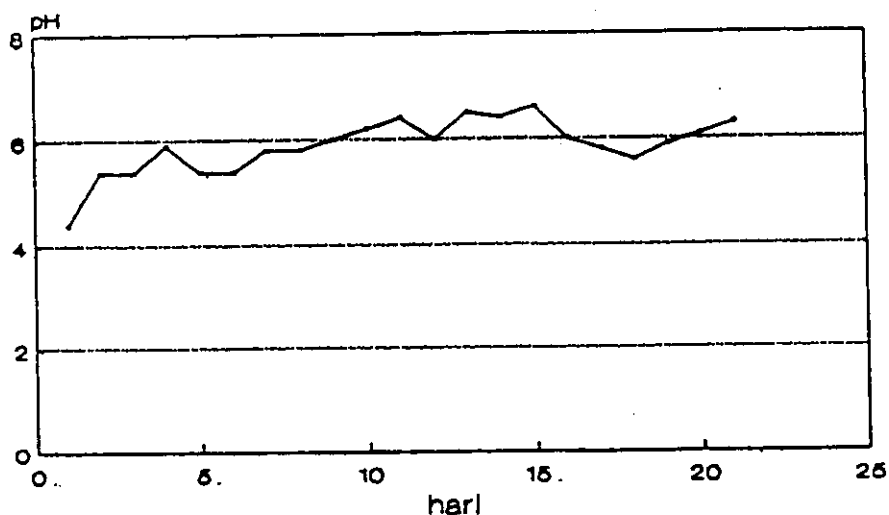
P<sub>0</sub> = Sampel, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada inkubator 41-42° C (Kontrol).

P<sub>1</sub> = Sampel + ragi roti, ditutup rapat dengan aluminium foil, diinkubasi pada inkubator.

P<sub>2</sub> = Sampel + ragi roti, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada inkubator.

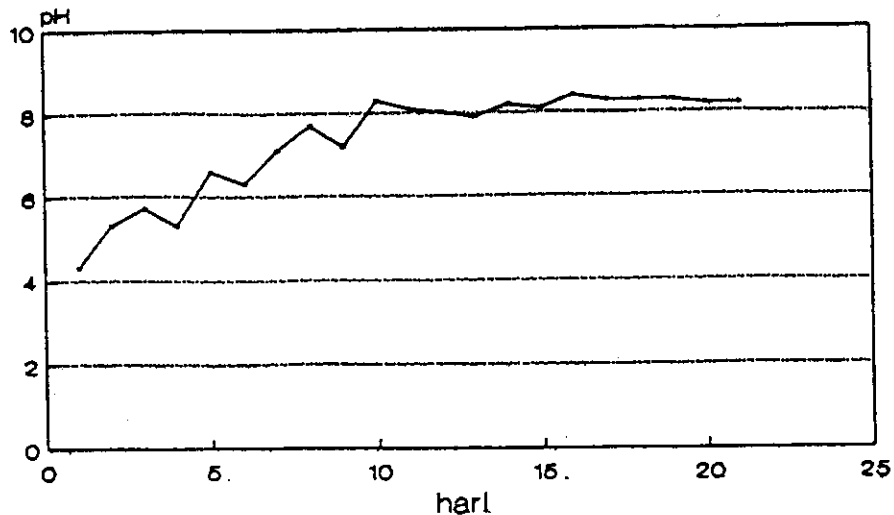
- $P_3$  = Sampel + ragi tape, ditutup rapat dengan aluminium foil, diinkubasi pada inkubator.  
 $P_4$  = Sampel + ragi tape, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada inkubator.  
 $P_5$  = Sampel + starter mikroba + air, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada inkubator.  
 $Q_0$  = Sampel, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada suhu ruang  $27,5-29,5^{\circ} C$ .  
 $Q_1$  = Sampel + ragi roti, ditutup rapat dengan aluminium foil, diinkubasi pada suhu ruang.  
 $Q_2$  = Sampel + ragi roti, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada suhu ruang.  
 $Q_3$  = Sampel + ragi tape, ditutup rapat dengan aluminium foil, diinkubasi pada suhu ruang.  
 $Q_4$  = Sampel, ragi tape, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada suhu ruang.  
 $Q_5$  = Sampel + starter mikroba + air, tidak ditutup rapat, diinkubasi pada suhu ruang.

Pengaruh temperatur (suhu inkubator dan suhu ruang), pH, oksigen (aerob dan fakultatif anaerob) terhadap waktu dalam perombakan sampah organik, dijelaskan dalam bentuk grafik.



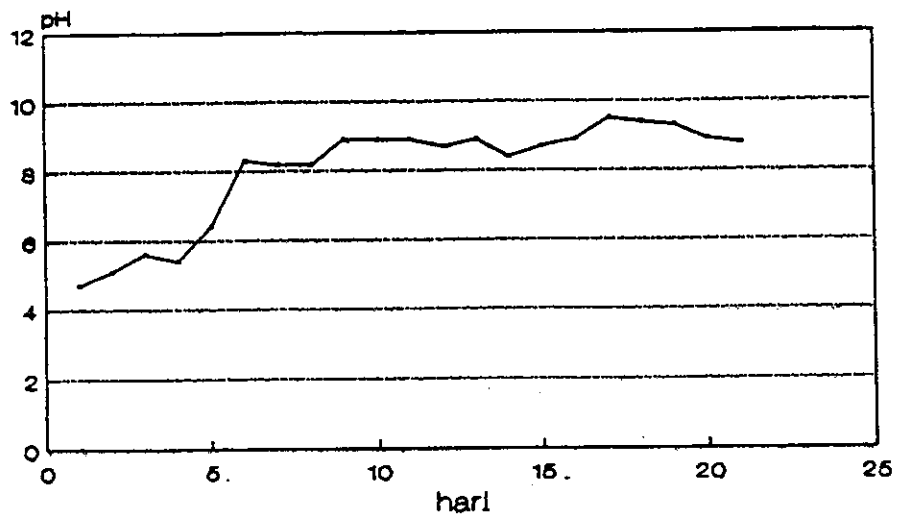
Gambar 4.1. Grafik Perubahan pH dari Kontrol ( $P_0$ ) pada suhu inkubator ( $41-42^{\circ} C$ ).

Pada sampel yang tidak diberi perlakuan (kontrol inkubator), pH terendah yaitu pada hari pertama (4,4) dan tertinggi pada hari ke-15 (6,6).



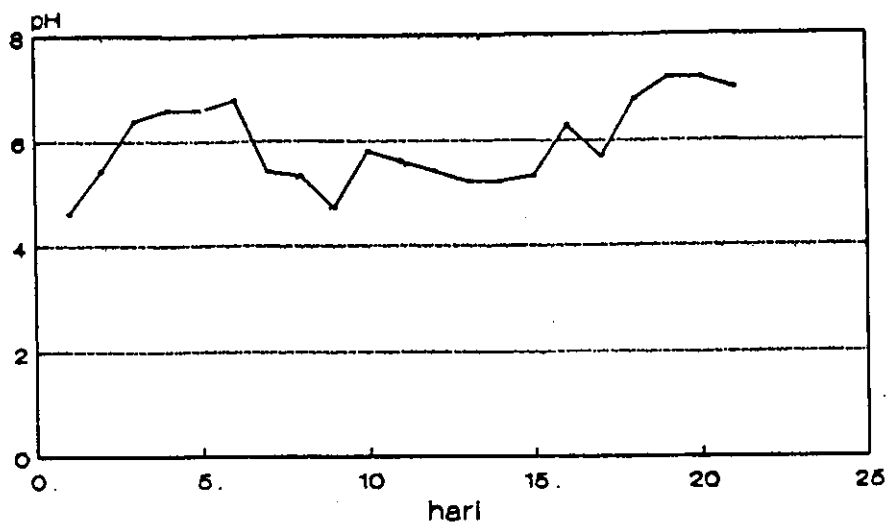
Gambar 4.2. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41-42^{\circ}\text{C}$ ).

Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi roti pada kondisi fakultatif an aerb, pH terendah yaitu pada hari pertama (4,3) dan tertinggi pada hari ke-16 (8,4).



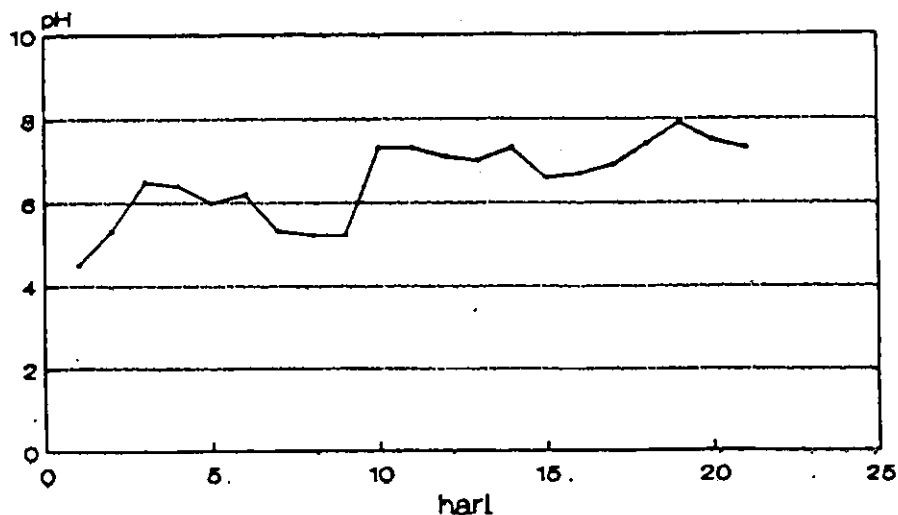
Gambar 4.3. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41-42^{\circ}\text{C}$ ).

Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi roti pada kondisi aerob, pH terendah pada hari pertama (4,7) dan tertinggi pada hari ke 17 (9,5).



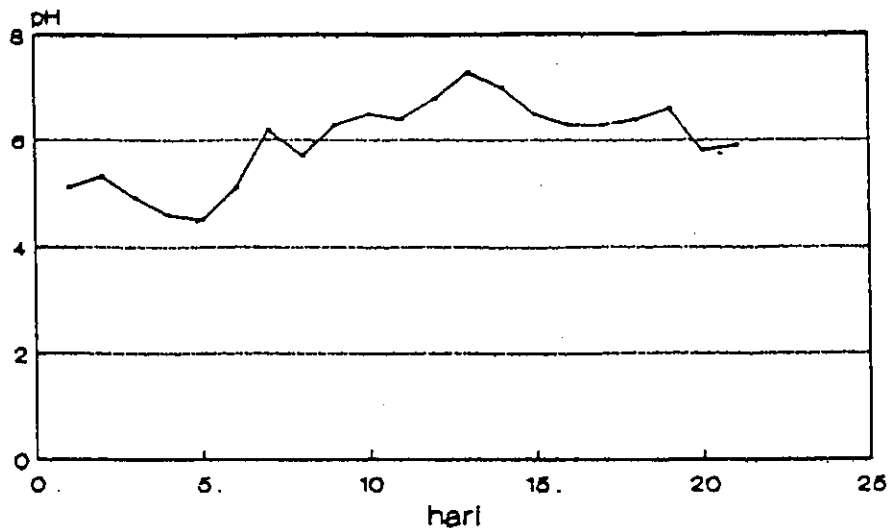
Gambar 4.4. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41-42^{\circ}\text{C}$ ).

Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi tape pada kondisi anaerab, pH terendah pada hari pertama (4,6) dan tertinggi pada hari ke-19 dan ke-20, dengan fluktuasi yang selalu berubah.



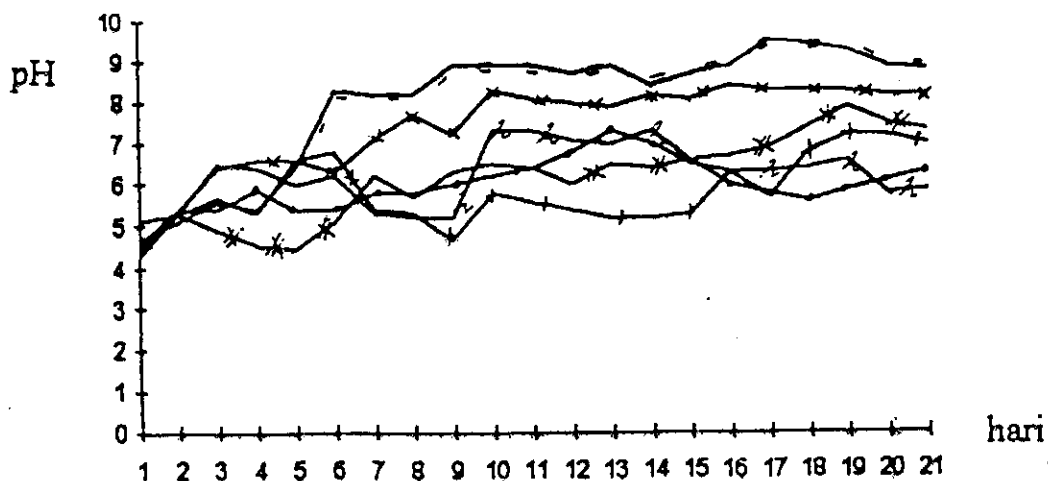
Gambar 4.5. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Inkubator ( $41-42^{\circ}\text{C}$ ).

Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi tape pada kondisi aerob, pH terendah pada hari pertama (4,7) dan tertinggi pada hari ke-19 (7,9), dengan fluktuasi yang selalu berubah.



Gambar 4.6. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Starter Mikroba pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Inkubasi (41-42° C).

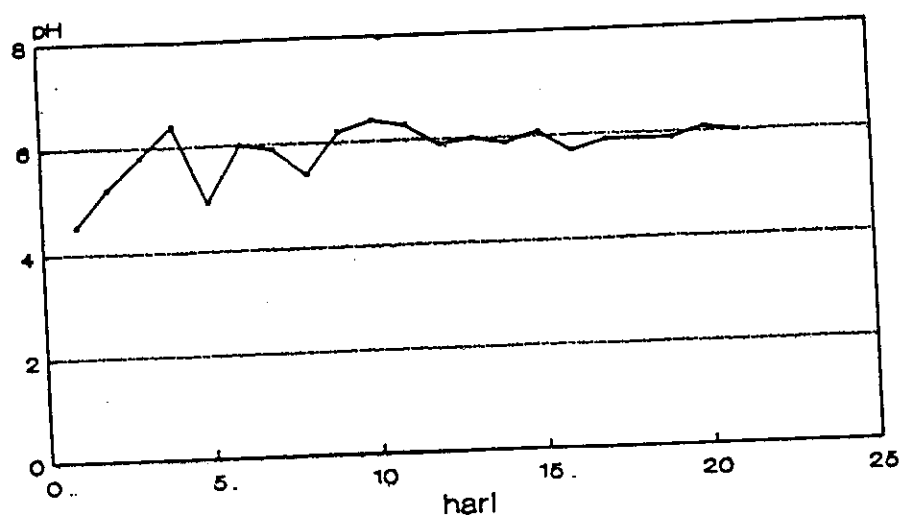
Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan starter mikroba pada kondisi aerob, pH terendah pada hari ke-5 (4,5) dan tertinggi pada hari ke-13 (7,3).



Gambar 4.7. Grafik Perubahan pH ( $P_0 - P_5$ ) pada Proses Perombakan Sampah Organik yang Diinkubasi pada Inkubator (41-42° C).

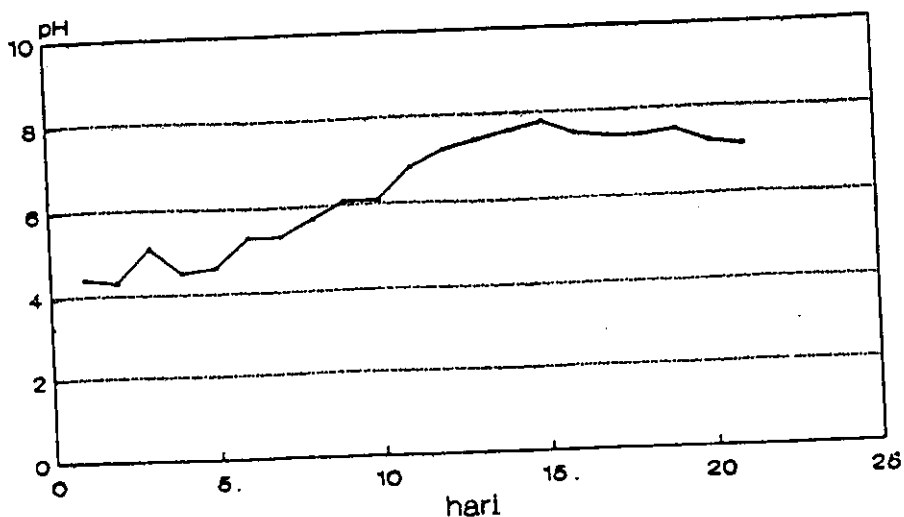
## Keterangan :

- P0 (•) = Grafik Perubahan pH dar Kontrol.  
 P1 (x) = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Fakultatif Anaerob.  
 P2 (=) = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Aerob.  
 P3 (+) = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Fakultatif Anaerob.  
 P4 (&) = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Aerob.  
 P5 (x) = Grafik Perubahan pH Menggunakan Starter Mikroba pada Kondisi Aerob.



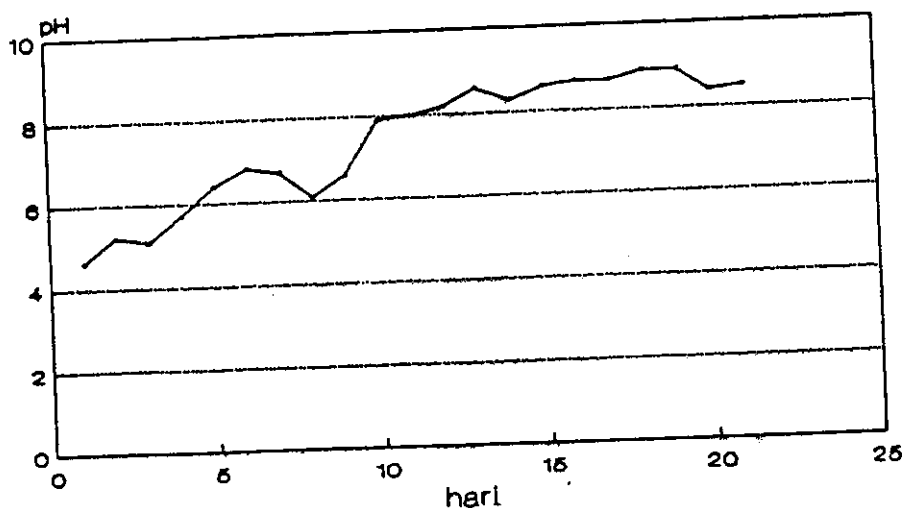
Gambar 4.B. Grafik Perubahan pH dari Kontrol ( $Q_0$ ) pada suhu ruang ( $27,5-29,5^{\circ}C$ ).

Pada sampel yang tidak diberi perlakuan (kontrol suhu ruang), pH terendah yaitu pada hari pertama (4,5) dan tertinggi pada hari ke-10 (6,4).



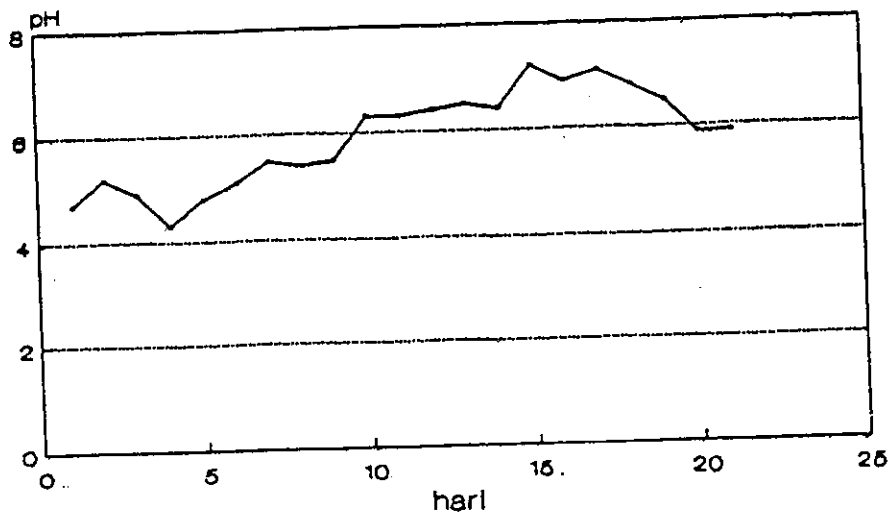
Gambar 4.9. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^{\circ}\text{C}$ ).

Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi roti pada kondisi fakultatif anaerob, pH terendah pada hari pertama (4,4) dan tertinggi pada hari ke-15 (7,8).



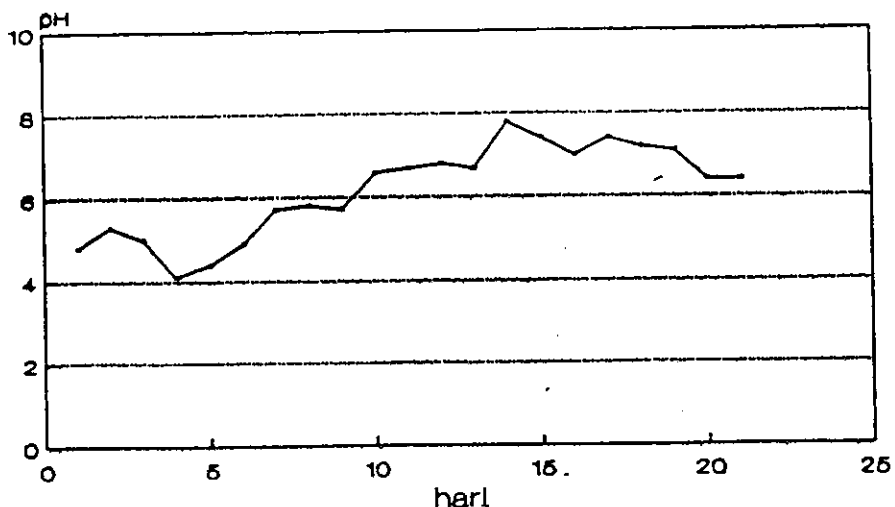
Gambar 4.10 Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^{\circ}\text{C}$ ).

Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi roti pada kondisi aerob, pH terendah pada hari pertama (4,6) dan tertinggi pada hari ke-14 (8,7).



Gambar 4.11. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Fakultatif Anaerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^{\circ}\text{C}$ ).

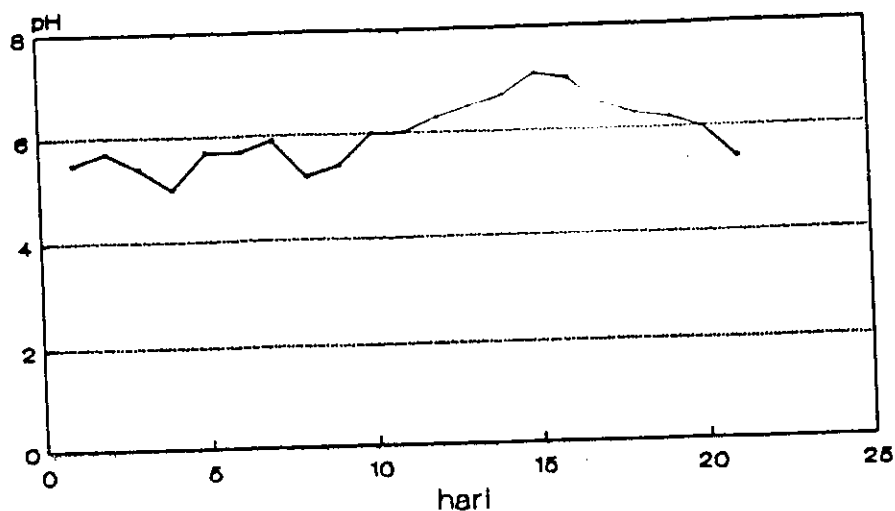
Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi tape pada kondisi fakultatif anaerob, pH terendah pada hari ke-4 (4,3) dan tertinggi pada hari ke-15 (7,2),



Gambar 4.12. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^{\circ}\text{C}$ ).

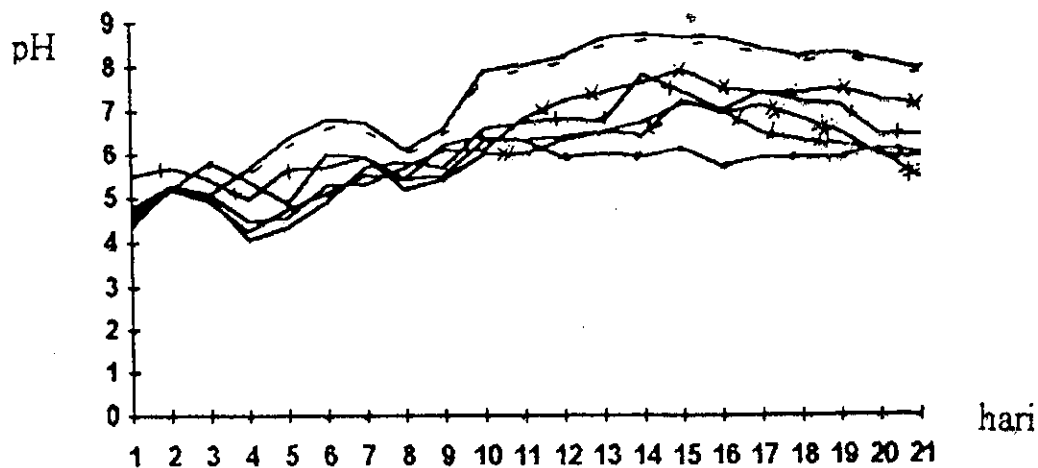


Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan ragi tape pada kondisi aerob. pH terendah pada hari ke-4 (4,7) dan tertinggi pada hari ke-14 (7,8), dengan fluktuasi yang selalu berubah.



Gambar 4.13. Grafik Perubahan pH pada Proses Perombakan Sampah dengan menggunakan Starter Mikroba pada Kondisi Aerob dan Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5-29,5^{\circ}\text{C}$ ).

Ditunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan starter mikroba pada kondisi aerob, pH terendah pada hari ke-12 (4,4) dan tertinggi pada hari ke-15 (7,1), dengan fluktuasi yang selalu berubah.



Grafik 4.14. Grafik Perubahan pH ( $Q_0 - Q_5$ ) pada Proses Perombakan Sampah Organik yang Diinkubasi pada Suhu Ruang ( $27,5 - 29,5^{\circ}C$ ).

Keterangan :

- $Q_0(\bullet)$  = Grafik Perubahan pH dari kontrol.
- $Q_1(x)$  = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Fakultatif Anaerob.
- $Q_2(=)$  = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Roti pada Kondisi Aerob.
- $Q_3(+)$  = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Tape pada Kondisi Fakultatif Anaerob.
- $Q_4(x)$  = Grafik Perubahan pH Menggunakan Ragi Tape pada kondisi Aerob.
- $Q_5(x)$  = Grafik Perubahan pH Menggunakan Starter Mikroba pada Kondisi Aerob.

Hasil penelitian tentang berat sampel awal perlakuan dan akhir perlakuan dapat dilihat pada lampiran (1).

## BAB V

### PEMBAHASAN

Menurut Suriawiria (1985), kurva pertumbuhan jasad hidup, khususnya mikroba merupakan gambaran dari fase pertumbuhan secara bertahap sejak awal hingga berhenti mengadakan aktivitas. Kurva ini umumnya terbagi dalam beberapa fase pertumbuhan yaitu : fase lag (adaptasi), fase eksponensial, fase pengurangan pertumbuhan, fase stasioner dan fase kematian (lihat gambar 2.1).

Dijelaskan juga oleh Suriawiria (1985), bahwa gambaran kurva pertumbuhan mikroba tidak lancar seperti yang sudah diterangkan kalau faktor-faktor lingkungan yang menyertainya tidak memenuhi syarat.

Kemampuan mikroba untuk tumbuh dan berkembang sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya seperti nutrien, suhu, pH, oksigen (fardiaz, 1988).

#### Pengaruh Temperatur dan pH Terhadap Waktu dan Proses Perombakan Sampah Organik

Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi (Winarno dan Fardiaz, 1988).

Menurut Pelczar dan Chan (1986), setiap spesies bakteri tumbuh pada suatu kisaran suhu tertentu, atas dasar itu maka bakteri diklasifikasikan sebagai : *Psikrofil* (0-30° C), *Mesofil* (25-40° C) dan *Termofil* (50° C

atau lebih).

Kisaran suhu untuk pertumbuhan khamir yaitu suhu optimum 25-30° C dan suhu maksimum 35-47° C (Fardiaz, 1988).

Bila temperatur meningkat menuju pertumbuhan optimal, laju pertumbuhannya mendekati dua kali dalam selang temperatur 10° C. Temperatur di atas pertumbuhan optimum, laju pertumbuhan akan menurun dengan cepat bersama kenaikan temperatur (Judoamidjojo dkk, 1990).

Kebanyakan bakteri mempunyai pH optimum sekitar 6,5-7,5. Di bawah 5,0 dan di atas 8,5 bakteri tidak tumbuh dengan baik. Khamir menyukai pH 4-5 dan tumbuh pada kisaran pH 2,5-8,5 (Fardiaz, 1988).

Berdasarkan gambar (4.1) dan (4.7) yaitu sebagai kontrol inkubator dan kontrol suhu ruang yang tidak diberi tambahan mikroorganisme, proses penguraian sampah organik mencapai maksimal pada hari ke 15 dan 10 yang ditunjukkan dengan pH 6,6 dan 6,4 yang mana kedua sampel ini tidak dapat melebihi pH 7 (pH normal). Hal ini disebabkan karena tidak ada tambahan mikroorganisme yang membantu proses penguraian sampah organik ini.

Berdasarkan gambar (4.2) dan (4.3) penguraian sampah organik mencapai maksimal pada hari ke 16 dan ke 17 yang ditunjukkan dengan pH 8,4 dan 9,5 pada suhu inkubator 41-42° C. Kedua sampel ini pHnya melebihi 7 (pH normal) sehingga bersifat basa. Pada gambar (4.2), mulai hari ke

17 mikroorganisme memasuki fase pengurangan pertumbuhan menuju ke fase stasioner, sedangkan gambar (4.3) mikroorganisme memasuki fase pengurangan pertumbuhan mulai hari ke 18. Gambar (4.8) dan (4.9) menunjukkan proses penguraian sampah organik mencapai maksimal pada hari ke 15 dan ke 14 yang ditunjukkan dengan Ph 7,9 dan 8,7 pada suhu ruang 27,5-29,2<sup>o</sup> C. Kedua sampel ini pHnya melebihi 7 (pH normal) sehingga bersifat basa. Pada gambar (4.8), mulai hari ke 16 mikroorganisme memasuki fase pengurangan pertumbuhan menuju fase stasioner, sedangkan gambar (4.9) mikroorganisme memasuki fase pengurangan pertumbuhan mulai hari ke 16. Dijelaskan oleh Suriawiria (1985), fase pengurangan pertumbuhan terjadi karena penambahan jumlah individu mulai berkurang atau menurun antara lain berkurangnya sumber nutrien, tercapainya jumlah kejenuhan pertumbuhan jasad dan sebagainya. Sedangkan fase stasioner merupakan puncak aktifitas pertumbuhan kepada titik yang tidak bisa dilampaui lagi sehingga selama fase ini gambaran grafik akan mendatar.

Berdasarkan gambar (4.4) dan (4.5), proses penguraian sampah organik mencapai maksimal pada hari ke-20 dan ke-19 yang ditunjukkan dengan pH 7,2 dan 7,9 pada suhu inkubator 41-42<sup>o</sup> C. Kedua sampel ini pH nya melebihi 7 (pH normal) dengan fluktuasi yang selalu berubah-ubah. Pada gambar (4.10) dan (4.11), penguraian sampah organik mencapai maksimal pada hari ke 15 dan 14 yang ditunjukkan

dengan pH 7,2 dan 7,8 pada temperatur 27,5-29,5° C. Kedua sampel ini pHnya melebihi 7 (pH normal), dengan fluktuasi yang selalu berubah. Fluktuasi yang selalu berubah-ubah pada proses perombakan sampah organik, dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti : faktor biotik (sifat jasad, apakah tolerans terhadap perubahan yang tiba-tiba atau timbul, yang datang dari lingkungan sesama mikroba ataupun bukan dengan kemampuan jasad untuk menyesuaikan diri dan tumbuh berkembang). Selain faktor biotik, faktor abiotik yang berpengaruh seperti : susunan senyawa dalam media, faktor-faktor luar yang menyertainya seperti (temperatur, cahaya, kelembaban) dan kehadiran senyawa yang mungkin dapat bersifat toksik atau meracun terhadap jasad tersebut (Suriawiria, 1985).

Gambar (4.6), penguraian sampah organik oleh starter mikroba mencapai maksimal pada hari ke-13 dengan pH 7,3 pada suhu inkubator 41-42° C. Sedangkan grafik (4.12), penguraian sampah organik oleh starter mikroba mencapai maksimal pada hari ke-15 dengan pH 7,1 pada suhu ruang 27,5-29,5° C. Kedua sampel ini pHnya melebihi 7 (pH normal), dengan fluktuasi yang selalu berubah. Starter mikroba mengandung macam-macam bakteri yang kerjanya berbeda-beda, ada yang lignolitik, merubah lignin menjadi derivat lignin yang lebih sederhana dan memiliki kemampuan untuk mengikat  $\text{NH}_4^+$ . Proteolitik akan merombak

protein menjadi polipeptida-polipeptida. Lipolitik merombak lemak dengan menghasilkan enzim lipase. Amilolitik merombak karbohidrat menjadi volatile fatty acid, ketoacids (Alexander, 1976). Selulolitik menghasilkan enzim selulose yang berperan untuk menghidrolisa selulosa menjadi selobiose (Suharto, 1991). Jadi gambaran fluktuasi grafik-grafik ini mungkin disebabkan karena pergantian kerja dari bakteri-bakteri yang ada dan juga tergantung dari suasana yang cocok.

Dari data-data tersebut menunjukkan bahwa proses penguraian sampah organik sangat dipengaruhi suhu, dimana proses penguraiannya oleh khamir (ragi roti dan ragi tape) lebih cepat mencapai maksimal pada suhu 27,5-29,9°C dibanding suhu 41-42°C. Hal ini sesuai dengan kisaran suhu pertumbuhan khamir yang optimum 25-40°C (mesofil).

Pengaruh pH pada proses perombakan sampah organik sesuai dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa pH sangat berpengaruh terhadap proses perombakan sampah organik. Hal ini dibuktikan dengan mulai berkurangnya pertumbuhan khamir (ragi roti dan ragi tape) setelah mencapai pH 7,2-9,5, dimana kisaran pH pada khamir adalah 2,5-8,5. Demikian juga halnya dengan bakteri (starter mikroba), pertumbuhan dan perkembangannya mulai berkurang setelah mencapai pH 7,1-7,3, dimana kisaran pH optimum pada bakteri 6,5-7,5.

## Pengaruh Oksigen ( $O_2$ ) Terhadap Waktu dalam Proses Perombakan Sampah Organik

Mikroba dapat dibedakan atas tiga group berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, yaitu aerobik, anaerobik dan fakultatif anaerobik. Khamir pada umumnya bersifat aerobik, sedangkan bakteri dapat bersifat aerobik dan anaerobik (Fardiaz, 1988).

Dari data hasil penelitian membuktikan bahwa oksigen sangat berpengaruh terhadap proses perombakan sampah organik. Hal ini dibuktikan bahwa perombakan sampah organik oleh khamir (ragi roti dan ragi tape) lebih maksimal, ditunjukkan pada gambar (4.3), (4.3), (4.9) dan (4.11), dimana kondisi oksigen yang paling baik adalah aerobik. Demikian juga halnya dengan proses perombakan sampah organik oleh bakteri (starter mikroba), kondisi oksigen yang paling baik adalah aerobik.



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Suasana pH pada proses perombakan sampah organik tergantung pada :

1. Lama waktu proses perombakan (fermentasi) sampah organik.
2. Temperatur yang sesuai untuk mikroorganisme.
3. Jumlah mikroorganisme yang diberikan.
4. Suasana oksigen yang ada.

#### Saran

Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan mikroorganisme murni, untuk melihat :

1. Cara kerja mikroorganisme secara tunggal.
2. Sinergisme atau antagonisme kerja antar mikroorganisme, baik pada sampah organik tunggal dan campuran.

## RINGKASAN

Regina Anaawa Matalu. Pengaruh Temperatur, Oksigen dan Waktu dalam Proses Perombakan Sampah Organik Terhadap Perubahan pH (Di bawah bimbingan Bapak Garry C. De Vries sebagai pembimbing pertama dan Bapak Bambang Sasongko T. sebagai pembimbing kedua).

Tujuan penelitian ini adalah mengukur atau mempelajari sejauh mana pengaruh temperatur, oksigen dan waktu bagi proses perombakan sampah organik terhadap perubahan pH.

Pada proses perombakan sampah organik, yang berperan adalah mikroba fermentatif yang berasal dari ragi roti, ragi tape dan starter mikroba. Sampah organik yang telah terkumpul dipotong kecil-kecil kemudian disterilisasi dengan pengukusan selama 30-60 menit, setelah itu ditimbang masing-masing 235 gram untuk 12 sampel. Ragi roti, ragi tape dan starter mikroba ditimbang masing-masing 15 gram, setelah itu dicampurkan ke dalam sampah organik yang telah dimasukkan dalam stoples masing-masing sampai homogen. Stoples dengan nomer P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, Q<sub>1</sub> dan Q<sub>2</sub> dicampur ragi roti, stoples P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, Q<sub>3</sub> dan Q<sub>4</sub> dicampur ragi tape, sedangkan stoples P<sub>5</sub> dan Q<sub>5</sub> dicampur starter mikroba dan aquades 100 ml, stoples P<sub>0</sub> dan Q<sub>0</sub> sebagai kontrol. Setelah tercampur dengan baik, sampel P<sub>0</sub> - P<sub>5</sub> diinkubasi pada inkubator (41-42° C) dan sampel Q<sub>0</sub> - Q<sub>5</sub> disimpan pada suhu ruang. Semua sampel diinkubasi selama 21 hari,

dan setiap hari dilakukan pengukuran pH.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur, oksigen dan waktu dalam proses perombakan sampah organik sangat berpengaruh terhadap perubahan pH.

Saran yang diberikan dari penelitian ini adalah untuk diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan mikroorganisme murni untuk melihat cara kerja mikroorganisme secara tunggal dan sinergisme atau antagonisme kerja antar mikroorganisme baik pada sampah organik tunggal dan campuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1976. Introduction To Soil Microbiology, Second Edition. John Wiley and Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 63; 175 - 185
- Apriadji, W.H. 1991. Memproses Sampah. Edisi IV. Penerbar Swadaya, Jakarta. 5 - 10
- Bibiana, W.L dan S. Hastowo, 1992. Mikrobiologi. Pusat Antar Universitas. Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Rajawali Pers, Jakarta. 18-24
- Dwidjoseputro, D. 1985. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Djambatan, Malang. 15 -16
- Fardiaz, S. 1983. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 15 - 22
- Fardiaz, S. 1988. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. 18 - 20
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan. Vol 1. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 244-248
- Ganjar, I. 1983. Perkembangan Mikrobiologi dan Bioteknologi di Indonesia. Dalam Suharno, J.R. Utji dan V.H. Warsa, Editor. Mikrobiologi di Indonesia. Perhimpunan Mikrobiologi di Indonesia, Jakarta. 422
- Murtadho, D. dan E.G. Said, 1988. Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Padat. Edisi 1. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 5 - 8
- Muljono, J; A.A. Darwis dan E.G. Said, 1992. Teknologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas, Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Rajawali Pers, Jakarta, 5- 6; 111-114
- Outerbridge, T., 1991. Limbah Padat di Indonesia : Masalah atau Sumber Daya ?. Edisi 1. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Pelczar, M.J.Jr; E.C.S. Chan and N.R. Krieg, 1986. Microbiology. Fifth Edition. McGraw-Hill Book Company. New York. 644 - 646

- Pelczar, M.J.Jr and E.C.S. Chan. 1986. Elements of Microbiology. Internatiol Student Edition, New York. 131 - 142
- Rahayu, K, 1989. Fermentasi Pangan dan Bahan Berpati. Kursus Singkat Fermentasi Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gisi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Rahman, A., 1992. Teknologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gisi. Institut Pertanian Bogor. Arcan, Jakarta. 33-35
- Steinkraus, K.H., 1983. Hand Book of Indicious Fermented Foods. Marcel Dekker Inc, New York Basel.
- Said, E.G., 1987. Bioindustri : Penerapan Teknologi Fermentasi. Edisi 1. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta. 123-127
- Sardjono, 1989. Produksi Inokulum. Kursus Singkat Fermentasi Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gisi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Suharto, 1991. Starter Mikroba dan Peranannya dalam Perombakan Bahan Organik. Laporan, Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor.
- Suharto, 1993. Peternakan Babi Tidak Berbau Berkat Starbio. Suara Merdeka, Kamis 30 September.
- Suriawiria, U., 1985. Pengantar Mikrobiologi Umum. Penerbit Angkasa, Bandung. 78-83
- Winarno, F.G.; S. Fardiaz dan D. Fardiaz, 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Gramedia, Jakarta. 59-65
- Yu, H.B. 1986. Teknologi Penanganan dan Pemanfaatan Sampah. Waca Utama Pramesti, Jakarta. 5-8

**LAMPIRAN**

Lampiran 1. Data Berat Sampel Awal dan Akhir Setelah Per-  
lakuan.

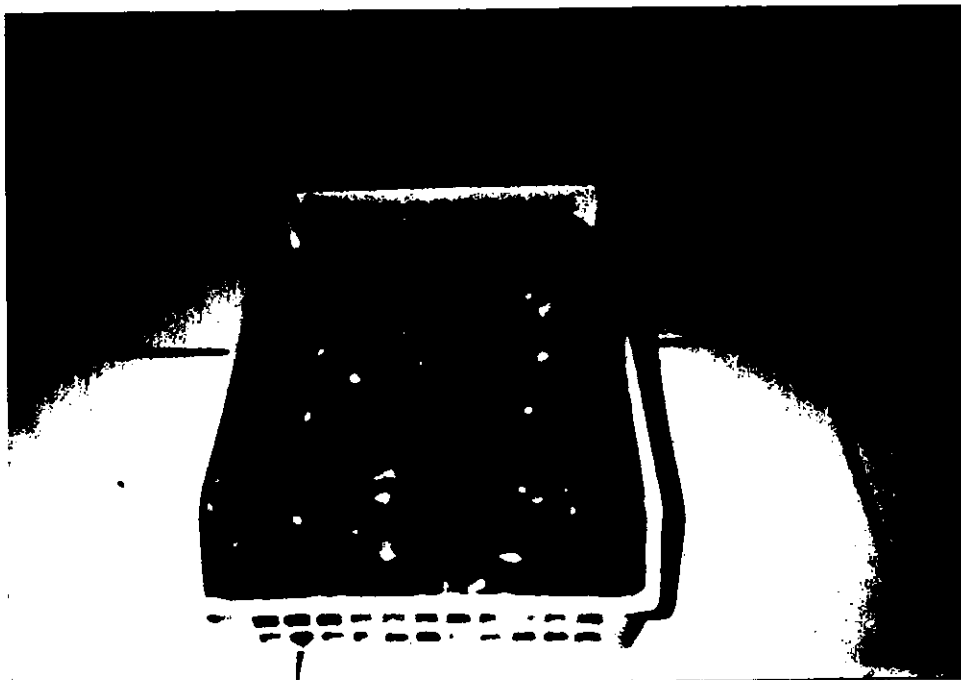
PADA SUHU INKUBATOR (41-42° C)			
BERAT SAMPEL AWAL		BERAT SAMPEL AKHIR	
P <sub>0</sub>	235 g	P <sub>0</sub>	211,6 g dan 12 ml cairan
P <sub>1</sub>	235 g + 15 g	P <sub>1</sub>	188,4 g dan 29 ml cairan
P <sub>2</sub>	235 g + 15 g	P <sub>2</sub>	189,7 g dan 27 ml cairan
P <sub>3</sub>	235 g + 15 g	P <sub>3</sub>	197,4 g dan 25 ml cairan
P <sub>4</sub>	235 g + 15 g	P <sub>4</sub>	184,8 g dan 32 ml cairan
P <sub>5</sub>	235 g + 15 g + 100 ml aqd	P <sub>5</sub>	147,7 g dan 32 ml cairan

PADA SUHU RUANG (27,5-29,5° C)			
BERAT SAMPEL AWAL		BERAT SAMPEL AKHIR	
Q <sub>0</sub>	235 g	Q <sub>0</sub>	214,3 g dan 16 ml cairan
Q <sub>1</sub>	235 g + 15 g	Q <sub>1</sub>	172,7 g dan 49 ml cairan
Q <sub>2</sub>	235 g + 15 g	Q <sub>2</sub>	168,3 g dan 52 ml cairan
Q <sub>3</sub>	235 g + 15 g	Q <sub>3</sub>	174,8 g dan 45 ml cairan
Q <sub>4</sub>	235 g + 15 g	Q <sub>4</sub>	187,6 g dan 37 ml cairan
Q <sub>5</sub>	235 g + 15 g + 100 ml aqd	Q <sub>5</sub>	153,5 g dan 182 ml cairan

## Keterangan :

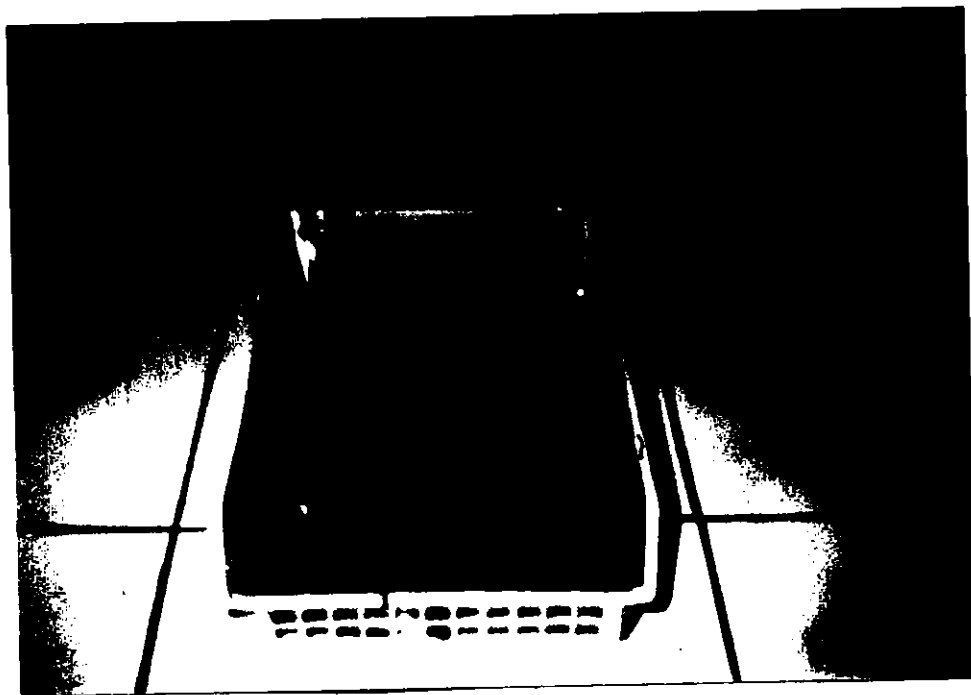
P<sub>0</sub> dan Q<sub>0</sub> = tidak diberi perlakuan (kontrol)P<sub>1</sub> dan Q<sub>1</sub> = Sampah (235 g) + ragi roti (15 g), ditutup aluminium foil.P<sub>2</sub> dan Q<sub>2</sub> = Sampah (235 g) + ragi roti (15 g), tidak ditutup rapat.P<sub>3</sub> dan Q<sub>3</sub> = Sampah (235 g) + ragi tape (15 g), ditutup aluminium foil.P<sub>4</sub> dan Q<sub>4</sub> = Sampah (235 g) + ragi tape (15 g), tidak ditutup rapat.P<sub>5</sub> dan Q<sub>5</sub> = Sampah (235 g) + starter mikroba (15 g) tidak ditutup rapat.

## Lampiran 2



Gaebat : Saepah yang telah dipotong, dihomogenisasi dan dicuci

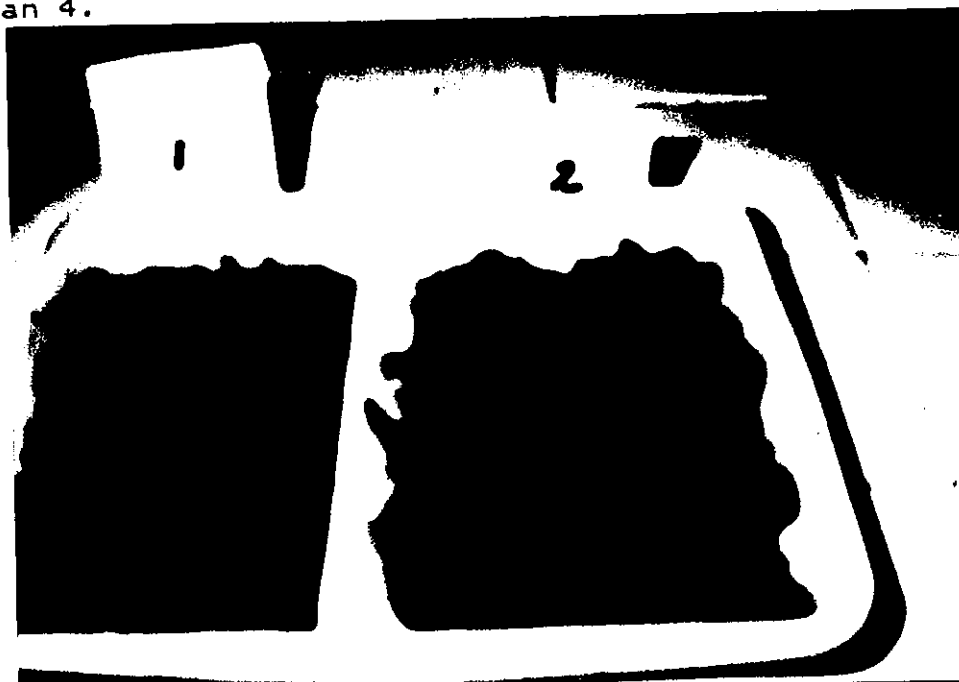
## Lampiran 3



Gaebat : Saepah yang telah dikukus selaa 30 menit.

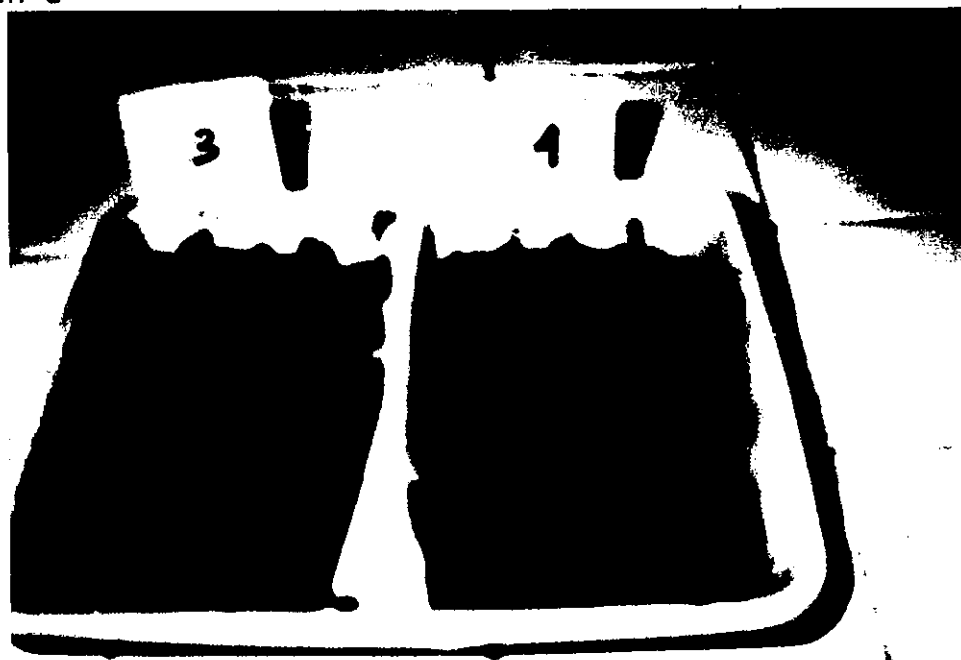


## Lampiran 4.



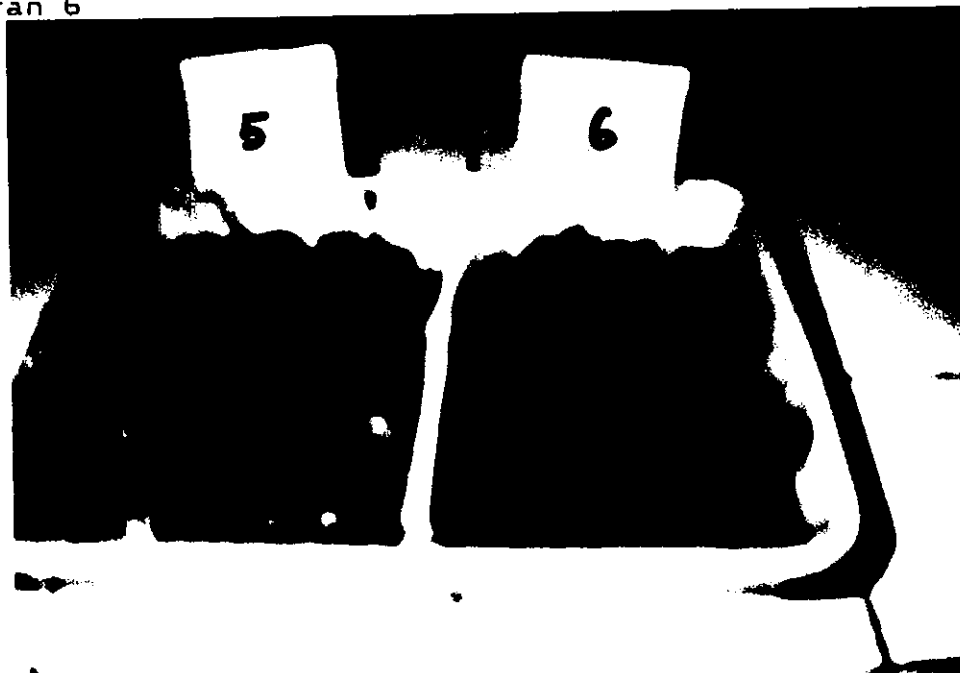
Gambar : no 1 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi roti pada kondisi fakultatif anaerob dan diinkubasi pada inkubator ( $41 - 42^{\circ} \text{C}$ ).  
no 2 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi roti pada kondisi aerob dan diinkubasi pada inkubator ( $41 - 42^{\circ} \text{C}$ ).

## Lampiran 5



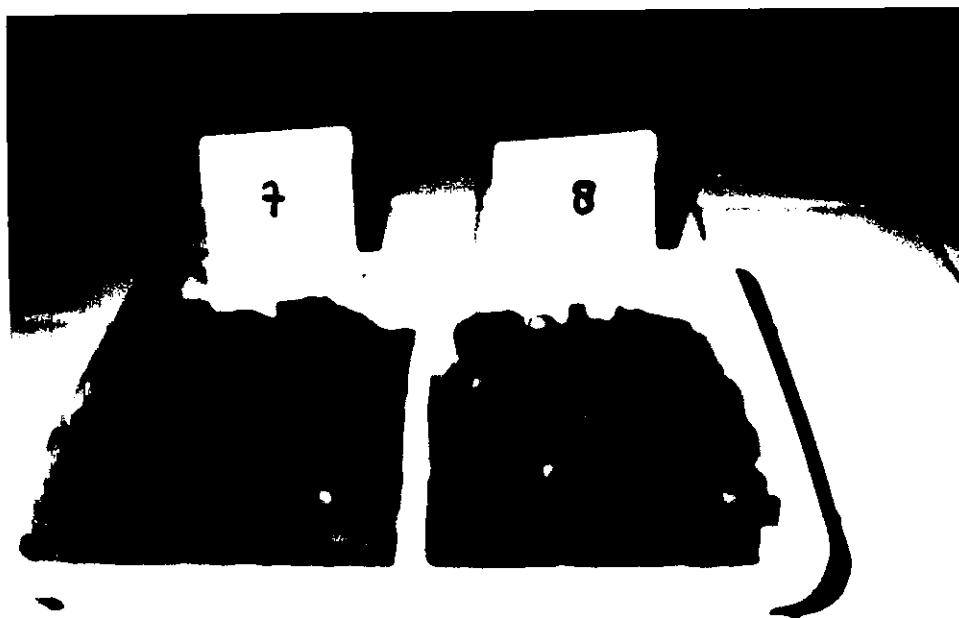
Gambar : no 3 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi tape pada kondisi fakultatif anaerob dan diinkubasi pada inkubator ( $41 - 42^{\circ} \text{C}$ )  
no 4 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi tape pada kondisi aerob dan diinkubasi pada inkubator ( $41 - 42^{\circ} \text{C}$ )

## Lampiran 6



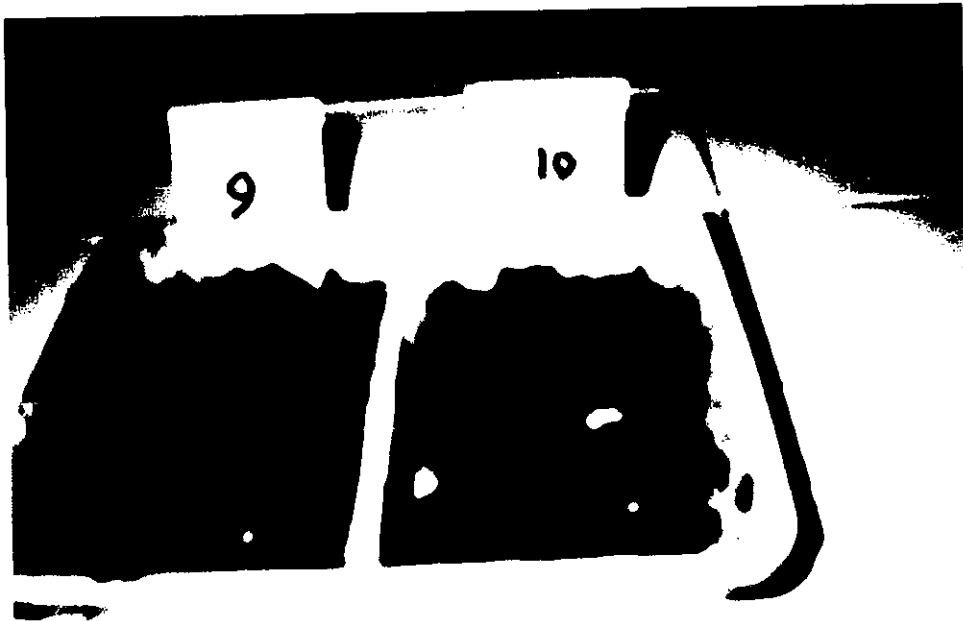
Gambar : no 5 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi roti pada kondisi fakultatif anaerob dan diinkubasi pada suhu ruang ( $27,5 - 29,5^{\circ} \text{C}$ ).  
 no 6 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi roti pada kondisi aerob dan diinkubasi pada suhu ruang ( $27,5 - 29,5^{\circ} \text{C}$ ).

## Lampiran 7



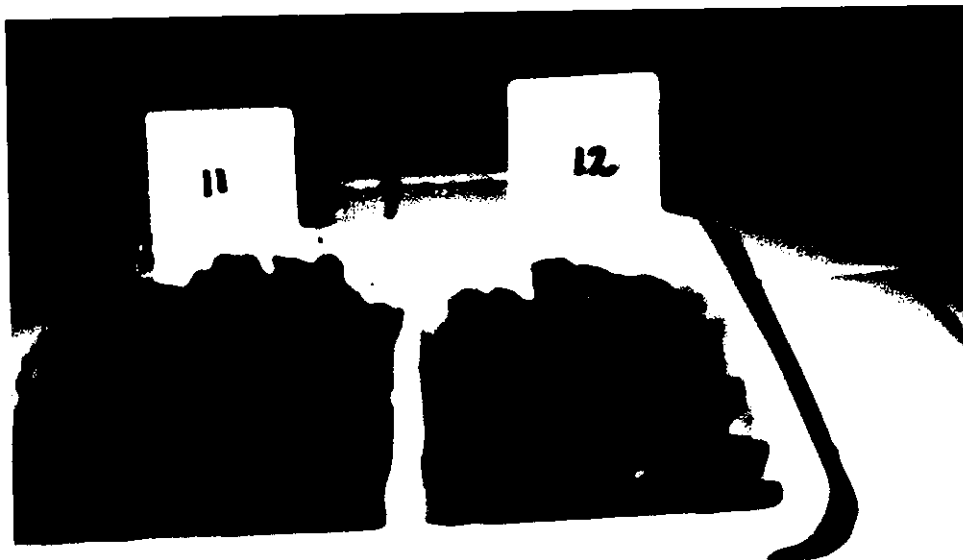
Gambar : no 7 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi tape pada kondisi fakultatif anaerob dan diinkubasi pada suhu ruang ( $27,5 - 29,5^{\circ} \text{C}$ ).  
 no 8 = Sampel akhir fermentasi menggunakan ragi tape pada kondisi aerob dan diinkubasi pada suhu ruang ( $27,5 - 29,5^{\circ} \text{C}$ ).

## Lampiran 8



Gambar : no 9 = Sampel akhir fermentasi menggunakan starter mikroba pada kondisi aerob dan diinkubasi pada inkubator ( $41 - 42^{\circ} \text{C}$ ).  
 no 10= Sampel akhir dari kontrol yang diinkubasi pada inkubator ( $41 - 42^{\circ} \text{C}$ ).

## Lampiran 9



Gambar : no 11= Sampel akhir fermentasi menggunakan starter mikroba pada kondisi aerob dan diinkubasi pada suhu ruang ( $27,5 - 29,5^{\circ} \text{C}$ ).  
 no 12= Sampel akhir dari kontrol yang diinkubasi pada suhu ruang ( $27,5 - 29,5^{\circ} \text{C}$ ).