

**PENGARUH PENAMBAHAN RAGI TEMPE  
PADA PEMBUATAN MINYAK KELAPA (*Cocos nucifera* L.)  
SECARA BIOPROSES**

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
( SKRIPSI )**

**Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu  
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember**

<b>Aesl:</b>	nadiyah	<b>Klass</b> 644.3 KUP p e.
<b>Terima tgl:</b>	28 FEB 2004	
<b>No. Induk:</b>		
<b>Oleh :</b>	<b>Pengkatalog:</b> BU	

**HARY KURNIAWAN**  
NIM. 991710101131

MINYAK KELAPA

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2004**

**DOSEN PEMBIMBING :**

Ir. Achmad Marzuki Moen'im, M.SIE (DPU)

Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng (DPA I)

Ir. Djoko Pontjo Hardani (DPA II)

MOTTO :

*Terima kasihlah kepada orang yang telah menipu anda  
karena dia telah menambah pengalaman dan wawasan anda*

*Terima kasihlah kepada orang yang telah  
meninggalkan / mencampakkan anda  
karena dia telah mendidik anda untuk mandiri*

*Terima kasihlah kepada orang yang telah menjatuhkan anda  
karena dia telah menguatkan kemampuan anda*

*Terima kasihlah kepada orang yang telah memarahi anda  
karena dia telah membantu menumbuhkan  
ketenangan dan kebijaksanaan anda*

*Terima kasihlah kepada orang-orang yang telah membuat  
anda kuat, kokoh dan berhasil dalam kehidupan ini ....*

**Karya tulis ini kupersembahkan untuk :**

*Junjungan Nabi Besar Muhammad SAW*

*Ayahandaku Gino Adi Sukarno (Alm), yang akan  
selalu kukenang dan kudoakan*

*Ibundaku Nurwati, yang telah mengasuh dan  
mendidikku dengan penuh kasih sayang*

*Mbak Niniek, Mbak Erni, Dik Aries, Mas Imam, dan  
keponakanku Fikri, yang telah memberikan warna dan  
keceriaan di dalam kehidupanku*

*Dunia ilmu pengetahuan, khususnya teknologi pangan  
Almamater UNEJ yang kubanggakan*

Special Thanks to

- ♣ Keluarga Besar Mbah Lor dan Mbah Kidul di Desa Ngrejo, Gunung Kawi Malang (Bu Dhe Tumi, Pak Dhe Sukiran, Lek Kirman, Lek Nah, Lek Ti, Lek Dhi, Lek Mi, Mul, Agus, Aang, Mbak Nina, etc), terima kasih banyak atas segalanya
- ♣ Partnerku selama penelitian Mas Adi Wibowo, terima kasih atas kerjasama dan kekompakannya akhirnya kita bisa lulus bareng
- ♣ My best friend Priyanto yang telah banyak membantuku, sorry yo aku lulus duluan!
- ♣ Sobat-sobatku angkatan '99 are Zainul (thanks udah ngurusin ijin terminalku), Kurniawan (sukses dengan Psnya), Widiarso, Ogun, Roy, Timbul, Sulo (kapan nyusul), Suhe, Faisol, Jepang, Nadie, Eko, Ari, Suprihatin (thanks udah masangin dasi), Ika, Haris, Anam, dan masih banyak lagi yang gak bisa aku sebutin satu persatu
- ♣ Rekan-rekan angkatan '00 : Ranie, Santi, Yulianto, Andrew, Nani, Iksan, Marzuki, Linda, Sulis, Tri Kom, Agus, Nisa, Ismuul, etc. Terima kasih atas segala bantuannya sewaktu aku kuliah bareng kalian.
- ♣ Tim minyak yang udah lulus duluan ; Elly, Achmad, dan Lelly yang telah memberikan masukan hingga terselesainya skripsi ini
- ♣ Teman-temanku asisten; Mbak Hartin, Mbak Khusnul, Mbak Indah, Mbak Febri, Éris, Fitri, Soffie, etc. Semoga yang telah kita lakukan mendapat berkah dari Allah SWT!
- ♣ Mas Tyas, terima kasih analisa data dan penjelasannya
- ♣ Keluarga besar Fakultas Teknologi Pertanian tanpa terkecuali
- ♣ My motorcycle yang telah setia mengantarkan aku ke mana aju

Diterima Oleh:

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER**

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

Dipertanggungjawabkan pada:

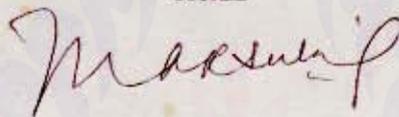
Hari : Sabtu

Tanggal : 24 Januari 2004

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

**Tim Penguji**

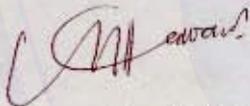
Ketua



Ir. Achmad Marzuki Moen'im, M.SIE

NIP. 130 531 986

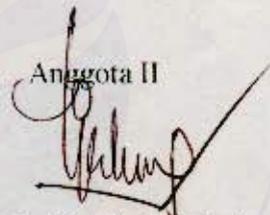
Anggota I



Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng

NIP 132 158 433

Anggota II



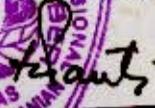
Ir. Djoko Pontjo Hardani

NIP. 130 516 244

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP 130 350 763

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Ragi Tempe Pada Pembuatan Minyak Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Secara Bioproses”**

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan akademik dalam rangka menyelesaikan pendidikan program Strata Satu pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan fasilitas yang sangat berarti dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS, selaku dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ijin dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ijin penelitian.
3. Bapak Ir. Achmad Marzuki Moen'im, M.SIE selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan saran yang berharga demi terselesainya skripsi ini.
4. Ibu Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA I) yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan, dan arahan yang berguna bagi penulis.
5. Bapak Ir. Djoko Pontjo Hardani selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA II) yang telah banyak memberikan dukungan, bimbingan, dan arahan yang berguna bagi penulis.
6. Ibu Ir. Herlina, MP, selaku Dosen Wali yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan saran yang berharga bagi penulis.

7. Teknisi Laboratorium : Mas Mistar, Mbak Wiem, Mbak Sari, Mbak Ketut, Mbak Widi, Mas Mutasor, Mas Dian yang telah banyak membantu penulis selama melaksanakan penelitian.
8. Seluruh staf dan karyawan di Fakultas Teknologi Pertanian yang telah banyak membantu penulis.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kelancaran penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Akhirnya penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua dan merupakan sumbangsih yang berharga bagi khasanah ilmu pengetahuan, terutama di bidang Teknologi Pertanian.

Jember, Januari 2004

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
RINGKASAN .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Kelapa .....	5
2.2 Santan Kelapa .....	6
2.3 Minyak dan Lemak .....	7
2.4 Minyak Kelapa .....	10
2.5 Pengolahan Minyak Kelapa .....	11
2.6 Ragi Tempe .....	13
2.7 Ragi Roti .....	15
2.8 Proses Fermentasi Ragi dalam Pemecahan Emulsi Santan Kelapa ..	16
2.9 Hipotesa .....	17
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18

3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	18
3.1.1 Bahan Penelitian.....	18
3.1.2 Alat Penelitian.....	18
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.3.1 Pembuatan Air Bibit (Starter).....	18
3.3.2 Produksi Minyak Kelapa.....	18
3.4 Metode Penelitian.....	19
3.4.1 Rancangan Percobaan.....	19
3.4.2 Uji Hipotesis.....	19
3.5 Pengamatan.....	20
3.6 Metode Analisis.....	20
3.6.1 Rendemen Minyak Kelapa.....	20
3.6.2 Kadar Air Minyak Kelapa.....	20
3.6.3 Angka Peroksida.....	21
3.6.4 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA).....	21
3.7 Skema Kerja.....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Rendemen.....	23
4.1.1 Rendemen Minyak Pertama.....	23
4.1.2 Rendemen Minyak Kedua dengan Perlakuan.....	25
4.2 Kadar Air.....	26
4.2.1 Kadar Air Minyak Pertama.....	26
4.2.2 Kadar Air Minyak Kedua.....	28
4.3 Bilangan Peroksida.....	30
4.3.1 Bilangan Peroksida Minyak Pertama.....	30
4.3.2 Bilangan Peroksida Minyak Kedua.....	32
4.4 Kadar Asam Lemak Bebas.....	33
4.4.1 Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Pertama.....	33
4.4.2 Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kedua.....	34
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>

5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>41</b>



DAFTAR TABEL

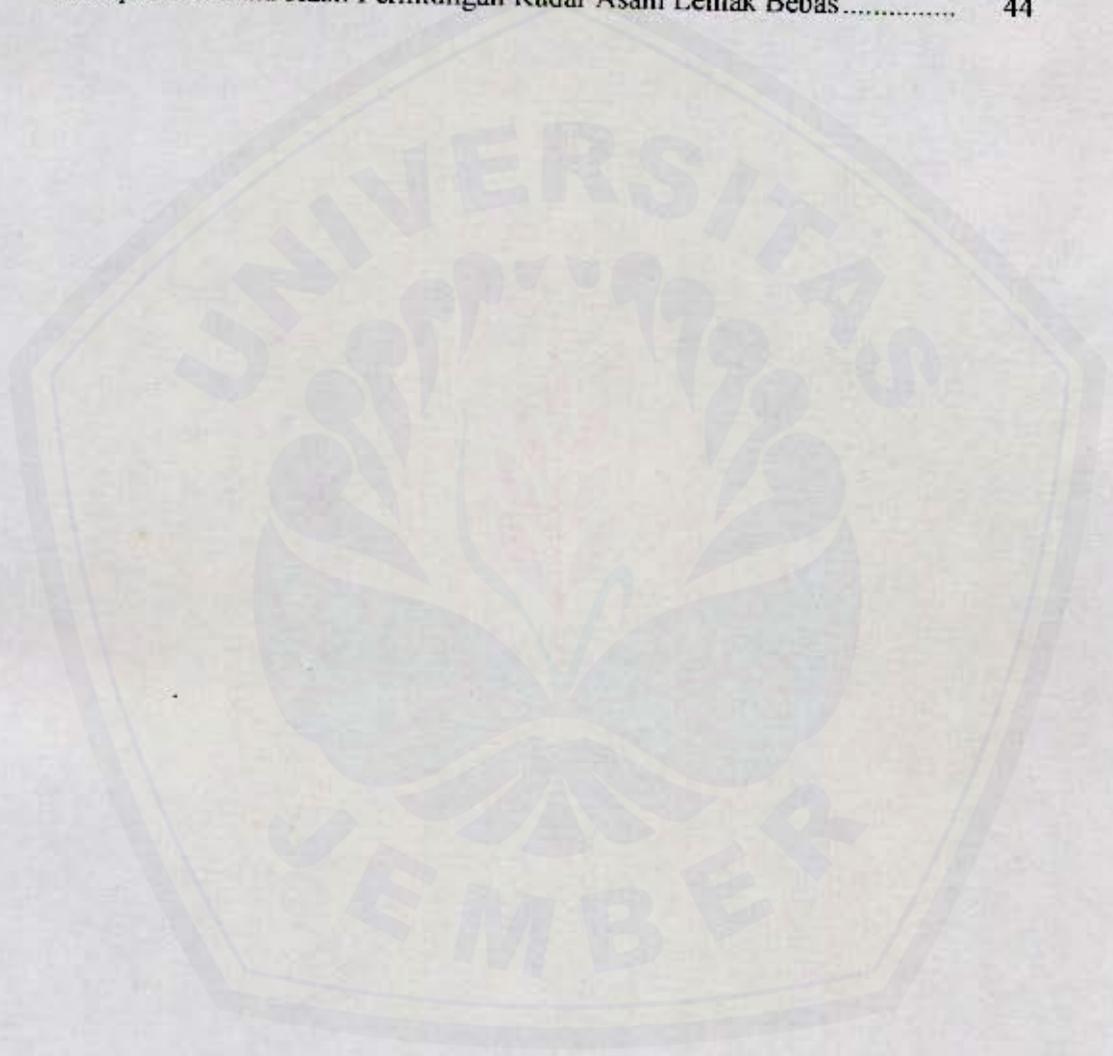
	Halaman
Tabel 1 Produksi dan Konsumsi Kelapa Indonesia.....	1
Tabel 2. Komposisi Kimia Daging Kelapa .....	6
Tabel 3. Komposisi Kimia Santan Kelapa .....	7
Tabel 4. Standar Minyak Menurut SII No.1/SII/1972 .....	10
Tabel 5. Standar Mutu Minyak Kelapa Indonesia.....	10
Tabel 6. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa .....	11
Tabel 7. Hasil Sidik Ragam Rendemen Minyak Pertama.....	23
Tabel 8. Hasil Sidik Ragam Rendemen Minyak Kedua.....	25
Tabel 9. Hasil Sidik Ragam Kadar Air Minyak Pertama.....	27
Tabel 10. Hasil Sidik Ragam Kadar Air Minyak Kedua. ....	29
Tabel 11. Hasil Sidik Ragam Bilangan Peroksida Minyak Pertama.....	30
Tabel 12. Hasil Sidik Ragam Bilangan Peroksida Minyak Kedua .....	32
Tabel 13. Hasil Sidik Ragam Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Pertama	33
Tabel 14. Hasil Sidik Ragam Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kedua..	35
Tabel 15. Data Hasil Perhitungan Rendemen Minyak Pertama.....	41
Tabel 16. Data Hasil Perhitungan Rendemen Minyak Kedua .....	41
Tabel 17. Data Hasil Perhitungan Kadar Air Minyak Pertama.....	42
Tabel 18. Data Hasil Perhitungan Kadar Air Minyak Kedua .....	42
Tabel 19. Data Hasil Perhitungan Bilangan Peroksida Minyak Pertama....	43
Tabel 20. Data Hasil Perhitungan Bilangan Peroksida Minyak Kedua .....	43
Tabel 21. Data Hasil Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Pertama.....	44
Tabel 22. Data Hasil Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kedua .....	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rumus Kimia Tri Gliserida .....	8
Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Minyak Kelapa Bioproses.....	22
Gambar 3. Grafik Hubungan Rendemen Minyak Pertama dengan Perlakuan.....	24
Gambar 4. Grafik Hubungan Rendemen Minyak Kedua dengan Perlakuan	25
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Air Minyak Pertama dengan Perlakuan.....	27
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Air Minyak Kedua dengan Perlakuan	29
Gambar 7. Grafik Hubungan Bilangan Peroksida Minyak Pertama dengan Perlakuan.....	31
Gambar 8. Grafik Hubungan Bilangan Peroksida Minyak Kedua dengan Perlakuan.....	32
Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Pertama dengan Perlakuan .....	34
Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kedua dengan Perlakuan .....	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Perhitungan Rendemen .....	41
Lampiran 2. Data Hasil Perhitungan Kadar Air.....	42
Lampiran 3. Data Hasil Perhitungan Bilangan Peroksida.....	43
Lampiran 4. Data Hasil Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas.....	44



**Hary Kurniawan (991710101131), Pengaruh Penambahan Ragi Tempe Pada Pembuatan Minyak Kelapa (*Cocos nucifera L.*) Secara Bioproses, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Marzuki Moen'im, M.SIE (DPU) dan Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng (DPA).**

## RINGKASAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa utama di dunia. Berbagai kemajuan telah diperoleh dalam pengembangan kelapa dan berbagai manfaat telah dapat diwujudkan sebagai hasil upaya dari kegiatan tersebut.

Salah satu kegunaan yang penting dari buah kelapa adalah sebagai bahan baku pembuatan minyak kelapa. Berdasarkan prosesnya pembuatan minyak kelapa dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu secara basah dengan menggunakan kelapa segar sebagai bahan baku dan secara kering dengan menggunakan kopra sebagai bahan baku. Karena adanya krisis energi dan untuk lebih menghemat bahan bakar, maka perlu adanya suatu alternatif pembuatan minyak kelapa yang lebih praktis, yaitu secara fermentasi dengan menggunakan ragi. Salah satu jenis ragi yang dapat digunakan adalah ragi tempe.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh prosentase ragi tempe yang ditambahkan terhadap kadar air, rendemen, bilangan peroksida, dan kandungan kadar asam lemak bebas dari minyak kelapa yang dihasilkan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor, yaitu prosentase ragi tempe yang ditambahkan sebesar 0,1%, 0,2%, dan 0,3% dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Parameter pengamatan yang diamati meliputi rendemen, kadar air, bilangan peroksida, dan kadar asam lemak bebas (FFA).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ragi tempe memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap rendemen minyak, berarti hipotesa diterima pada taraf 1%. Pada minyak pertama, semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka rendemen minyak semakin besar dengan nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) untuk minyak pertama sebesar 96,52%, sedangkan pada minyak kedua semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka rendemen minyak akan semakin kecil dengan nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) sebesar 94,19%. Penambahan ragi tempe terhadap kualitas minyak pertama memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf 1%, semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka akan semakin besar pula nilai kadar air, bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebasnya dengan nilai  $R^2$  masing-masing sebesar 99,02% untuk kadar air, 83,22% untuk bilangan peroksida, dan 98,03% untuk kadar asam lemak bebas. Pada minyak kedua penambahan ragi tempe memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar air, berarti hipotesa diterima pada taraf 5% dengan nilai  $R^2$  sebesar 94,38%, semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka nilai kadar air akan semakin turun, sedangkan untuk bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas penambahan ragi tempe memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada taraf 1% semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka nilai

bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebasnya akan semakin besar pula dengan nilai  $R^2$  masing-masing sebesar 89,94% untuk bilangan peroksida dan 94,68% untuk kadar asam lemak bebas,



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seperti halnya negara-negara di Samudera Pasifik, Indonesia merupakan penghasil kelapa utama dunia. Hal ini memungkinkan karena tanaman kelapa yang juga sering disebut pohon kehidupan (the tree of life) tumbuh dominan di kawasan pantai. Disebut pohon kehidupan karena seluruh bagian tanamannya sangat bermanfaat bagi manusia. Beberapa produk dari kelapa antara lain minuman segar dari air kelapa, daging kelapa, santan kelapa, kelapa parut kering, lidi, janur, gula kelapa, dan roti. Di lain pihak, peran kelapa akan semakin besar bila ditinjau dari industri non pangan seperti industri sabut, arang aktif, bahkan kerajinan tangan (Sukamto,2001).

Berbagai kemajuan telah diperoleh dalam pengembangan kelapa dan berbagai manfaat telah dapat diwujudkan sebagai hasil upaya dari kegiatan tersebut. Untuk memberi gambaran tentang perkelapaan Indonesia serta prospeknya, berikut tabel produksi dan konsumsi kelapa di Indonesia yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Produksi dan Konsumsi Kelapa Indonesia ( Dalam 000 Ton)**

No	Uraian	1996	1997	1998	1999	2000
1.	Stok Awal	75	126	1	122	297
2.	Produksi	745	730	750	753	750
3.	Impor	44	20	5	0	0
4.	Ekspor	379	644	373	350	735
5.	Konsumsi	359	231	261	228	250
6.	Stok Akhir	126	1	122	297	62

Sumber : Ditjen Bina Produksi Perkebunan (2000)

Di tingkat dunia, konsumsi kelapa dan olahannya meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk. Dalam kurun waktu lima tahun terakhir ini, konsumsi minyak kelapa dunia meningkat sekitar 1,3% yaitu sekitar 2,9 juta ton di tahun 1992 menjadi lebih dari 3 juta ton di tahun 1997. Dengan demikian dapat diprediksi bahwa kelapa masih merupakan komoditas hasil perkebunan yang penting bagi masyarakat di masa yang akan datang (Sukamto,2001).

Salah satu kegunaan yang penting dari buah kelapa adalah sebagai bahan baku pembuatan minyak kelapa baik secara tradisional maupun secara industrial.

Kandungan minyak dalam daging kelapa sebesar 30 – 50%. Minyak kelapa tersusun atas gliserol dan asam-asam lemak, antara lain asam laurat 45%, asam miristat 18%, asam palmitat 9,5%, asam oleat 8,2%, asam kaprilat 7,8%, asam kaproat 7,6% dan asam stearat 5% (Woodroof, 1970).

Sebagian besar masyarakat Indonesia menggunakan minyak kelapa untuk keperluan sehari-hari terutama sebagai minyak goreng. Minyak kelapa di samping sebagai minyak goreng juga digunakan untuk pembuatan margarine, kue, industri sabun dan deterjen (Murdijati dkk, 1979).

Minyak kelapa dapat diperoleh setelah daging buah kelapa tersebut dikupas, diparut, dan dibuat santan. Pada pembuatan santan, sejumlah air ditambahkan sehingga pembuatan minyak dengan cara ini membutuhkan banyak energi yang diperlukan untuk menguapkan air tersebut. Cara demikian banyak dilakukan di pedesaan dan disebut dengan pembuatan minyak cara basah. Cara lainnya disebut cara kering, dalam hal ini daging buah yang digunakan telah dikeringkan terlebih dahulu dengan menggunakan sinar matahari atau dijemur. Cara ini banyak dilakukan di perusahaan minyak dengan bahan baku yang cukup besar (Thieme, 1968).

Problem utama dalam pembuatan minyak kelapa secara basah adalah pemisahan air dari santan. Cara pemisahan air dengan cara pemanasan atau pendidihan dianggap tidak ekonomis. Hal ini disebabkan karena untuk menguapkan air sampai habis dan menggumpalkan protein menjadi blondo dibutuhkan banyak bahan bakar. Dewasa ini dengan adanya anjuran dari pemerintah tentang penghematan bahan bakar minyak, maka perlu dipikirkan cara pengolahan minyak kelapa yang memerlukan sedikit energi dan lebih praktis.

Suatu cara yang lebih praktis dalam pembuatan minyak kelapa adalah dengan cara fermentasi/enzimatis. Menurut Rochani (1982), menyatakan bahwa cara fermentasi ini mempunyai beberapa keuntungan antara lain produksi per unit lebih tinggi, protein tidak rusak karena pemanasan yang lama pada suhu tinggi sehingga masih memiliki nilai nutrisi yang cukup baik, hasil minyak yang diperoleh lebih baik daripada cara tradisional, dan lebih menghemat bahan bakar.

Pada pembuatan minyak kelapa dengan cara fermentasi ini dapat menggunakan ragi sebagai inokulum. Jenis ragi yang biasa digunakan adalah ragi

roti (baker's yeast), sedangkan jenis ragi yang berada di pasaran tidak hanya ragi roti melainkan juga ada jenis ragi lain yang mempunyai sifat hampir sama dengan ragi roti, antara lain ragi tempe (*Rhizopus oligosporus*). Salah satu sifat dari ragi tempe adalah menghasilkan enzim protease yang mempunyai kemampuan untuk mendegradasi protein. Dengan adanya enzim ini, maka dalam pembuatan minyak secara fermentasi dengan penambahan ragi tempe, emulsi santan dipecah sehingga terjadi pemisahan antara fase minyak dan fase air, dengan demikian air mudah dipisahkan dari minyak.

## 1.2 Permasalahan

Dalam penelitian ini, permasalahan yang ada yaitu belum diketahuinya seberapa besar pengaruh prosentase jumlah ragi tempe yang ditambahkan terhadap rendemen, kadar air, angka peroksida, dan kadar asam lemak bebas dari minyak yang dihasilkan.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk mengetahui pengaruh penambahan ragi tempe pada minyak yang dihasilkan pada pembuatan minyak kelapa secara bioproses, maka kami batasi permasalahan dalam satu faktor perlakuan yaitu penambahan ragi tempe sebesar 0,1%; 0,2%; 0,3%, kemudian dilakukan pengamatan parameter rendemen, kadar air, angka peroksida, dan kadar asam lemak bebas.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penambahan jumlah ragi tempe terhadap rendemen minyak pada pembuatan minyak kelapa secara bioproses.
2. Mengetahui pengaruh penambahan jumlah ragi tempe terhadap kualitas minyak (kadar air, bilangan peroksida, kadar asam lemak bebas) yang dihasilkan pada pembuatan minyak kelapa secara bioproses.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menginformasikan kepada masyarakat tentang cara pembuatan minyak kelapa secara bioproses dengan penambahan ragi tempe.
2. Meningkatkan nilai tambah kelapa dengan adanya pembuatan minyak kelapa secara bioproses.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Pada garis besarnya, skripsi ini terdiri dari 5 bab yang saling berkaitan satu sama lain.

**Bab I. Pendahuluan**, yang berisi latar belakang permasalahan penelitian secara garis besar, batasan masalah untuk menghindari terjadinya penyimpangan, serta tujuan dan manfaat yang hendak dicapai.

**Bab II. Tinjauan Pustaka**, yang berisi beberapa teori dasar yang berhubungan dengan penelitian. Untuk mempermudah pembahasan dan juga sebagai landasan serta alat untuk mengupas permasalahan dan hipotesa penelitian.

**Bab III. Metode Penelitian**, yang menguraikan tentang alat-alat dan bahan apa saja yang diperlukan, tempat dan waktu penelitian, pengamatan serta prosedur analisa pengamatan yang dapat mempermudah dalam melakukan pembahasan.

**Bab IV. Hasil dan Pembahasan**, yang berisi tentang hasil analisa data serta pembahasan yang dilengkapi dengan daftar sidik ragam, dan grafik hubungan terhadap masing-masing perlakuan.

**Bab V. Kesimpulan dan Saran**, merupakan bab terakhir dalam penulisan skripsi ini, berisikan tentang kesimpulan yang merupakan jawaban dari hipotesa, jawaban ini diambil atas dasar hasil analisa data dan pembahasan yang telah diuraikan dalam bab IV, serta saran sebagai sumbangan pemikiran agar hasil dari penelitian dapat diterapkan dan dikembangkan di masyarakat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kelapa

Menurut Benson dalam Anonim (1978), sistematika kelapa adalah sebagai berikut :

- Divisio : Spermatophyta
- Kelas : Angiospermae
- Sub kelas : Monocotyledonae
- Ordo : Palmales
- Famili : Palmae
- Genus : Cocos
- Species : Cocos nucifera L.

Kelapa banyak ragamnya, ada yang berumur genjah dan ada pula yang berumur panjang. Selain umur, tinggi tanaman, warna buah, dan kadar minyakpun beraneka ragam (Anonim, 1978).

Varietas dalam adalah jenis kelapa yang mempunyai ciri-ciri batangnya tinggi besar, dapat tumbuh mencapai 30 meter atau lebih, pangkal batang biasanya besar, mulai berbuah sekitar 6-8 tahun setelah tanam, dapat mencapai umur 100 tahun atau lebih. Varietas genjah mempunyai ciri-ciri bentuk batang ramping dari batang hingga ke ujung, tinggi batang mencapai 5 meter atau lebih, mulai berbuah sekitar 3-4 tahun setelah tanam dan dapat mencapai umur lebih dari 50 tahun (Setyamidjaja, 1982).

Bunga betina tanaman kelapa akan dibuahi 18-25 hari setelah bunga berkembang dan buah kelapa akan menjadi masak atau "ripe" setelah 12 bulan (Ketaren, 1986). Berdasarkan varietasnya, kelapa yang diusahakan petani adalah sebagai berikut :

1. Varidis : buah yang tua maupun yang muda berwarna hijau, ukuran buah sedang, dan kaya akan minyak.
2. Rufila : warna kemerah-merahan dan rasa agak manis
3. Rubescends Hask : agak kemerah-merahan, ukuran buah biasa dengan bentuk agak bulat.

Dari ketiga jenis tersebut 65 % petani menanam jenis varidis.

Daging buah kelapa merupakan bagian yang terpenting dari buah kelapa yang jumlahnya sekitar 28 % dari kelapa. Selain sebagai sumber utama minyak, daging buah kelapa juga mempunyai nilai yang tinggi sebagai bahan makanan. Daging buah kelapa tersusun dari berlapis-lapis sel, dengan panjang sel antara 70 sampai 700 mikron, rata-rata 350 mikron. Minyak terdapat dalam sel daging buah kelapa yang merupakan globula minyak yang dikelilingi oleh lapisan protein dan air. Daging buah kelapa yang sudah masak dapat dijadikan kopra dan dijadikan sebagai bahan makanan. Sebagai bahan makanan, daging buah kelapa merupakan sumber protein yang mudah dicerna. Komposisi kimia daging buah kelapa pada berbagai tingkat kematangan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi Kimia Daging Kelapa**

Analisis ( dalam 100g)	Buah Muda	Buah Setengah Tua	Buah Tua
Kalori	68 kal	180 kal	359 kal
Protein	1 g	4 g	3,4 g
Lemak	0,9 g	13 g	34,7 g
Karbohidrat	14 g	10 g	14 g
Kalsium	17 mg	8 mg	21 mg
Fosfor	30 mg	35 mg	21 mg
Besi	1 mg	1,3 mg	2 mg
Thiamin	-	0,5 mg	0,1 mg
Asam askorbat	4 mg	4 mg	2 mg
Air	83,3 g	70 g	56,9 g
bdd	53 g	53 g	53 g

Sumber : Thieme (1968) dalam Ketaren (1986)

## 2.2 Santan Kelapa

Santan kelapa diperoleh dari buah kelapa, yang sebelumnya buah kelapa dikupas terlebih dahulu untuk menghilangkan tempurung dan kulit arinya yang berwarna merah. Daging buah yang putih warnanya setelah dicuci, diparut menjadi bagian kecil-kecil. Selanjutnya parutan kelapa diberi air dan diperas untuk dibuat santan. Supaya hasilnya optimum, air yang ditambahkan pada daging buah yang berbanding sebagai 1:1, walaupun demikian ada beberapa variasi menurut kebiasaan para pengrajin di daerah masing-masing, mengingat air yang dipakai adalah air bersih mempunyai nilai ekonomi sendiri. Pengrajin yang sudah agak maju dalam pembuatan santan kelapa menggunakan hidrolik press.

Minyak kelapa terdapat dalam sel daging buah kelapa yang berbentuk globula dikelilingi oleh lapisan protein, dengan ukuran 0 – 35 mikron. Untuk mengeluarkan globula tersebut, sel-sel daging buah harus dirusak. Makin sempurna proses pengrusakan sel-sel daging buah tersebut, maka makin banyak minyak yang mampu dikeluarkan (Arbianto dan M. Serad, 1977).

Santan kelapa merupakan dispersi suatu larutan (minyak) dalam larutan lain. Dispersi suatu larutan ke dalam fase larutan lain tersebut dibantu oleh adanya tegangan antara permukaan yang rendah. Adanya protein sebagai stabilisator emulsi pada santan kelapa berperan dalam menurunkan tegangan permukaan. Struktur dari lapisan yang meliputi gelembung minyak diperkirakan terdiri atas lapisan senyawa-senyawa protein yang berkelompok sedemikian rupa sehingga gugusan yang polar menjurus ke larutan air dan gugusan yang tidak polar masuk ke dalam fase minyak

Dari daging kelapa dapat diambil santannya. Santan kelapa ini dapat dijadikan bahan pengganti susu dan minyak. Dalam santan kelapa banyak mengandung lemak atau minyak dan sedikit protein dan gula. Gula yang terdapat dalam santan kelapa kurang dari 1% yang terdiri dari raffinosa, sukrosa, fruktosa, galaktosa, dan glukosa sehingga menyebabkan proses fermentasi berlangsung baik (Djarmiko dkk, 1985). Komposisi kimia santan kelapa dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Komposisi Kimia Santan Kelapa**

Komponen (%)	Nathanael (1954)	Clemente (1966)
Air	50	47,0 – 53,0
Lemak	39,77	39,6 – 40,0
Protein	2,78	2,6 – 2,9
Pati	0,09	0,08 – 10,0
Gula	2,99	2,8 – 2,9
Total Padatan	10,38	1,1 – 1,3

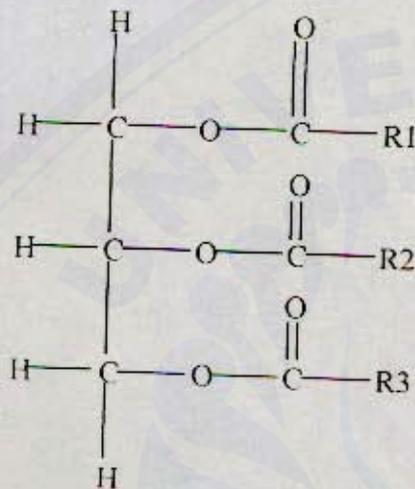
Sumber : Cancel (1970)

### 2.3 Minyak dan Lemak

Lemak dan minyak (lipida) adalah senyawa organik yang terdapat di alam, tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar seperti hidrokarbon dan dietil eter. Kebanyakan lipida terdiri dari karbon, hidrogen, oksigen, dan beberapa juga mengandung nitrogen serta fosfor. Lipida tidak mempunyai gugus fungsi tertentu, tetapi sebagian besar lipida adalah ester yang

dibentuk oleh asam-asam karboksilat berantai panjang yang disebut asam lemak. Asam lemak umumnya mengandung jumlah atom karbon genap tidak bercabang. Asam lemak yang mengandung ikatan rangkap dua pada rantai karbonnya, disebut asam lemak tidak jenuh. Asam lemak yang mengandung lebih dari satu ikatan rangkap dua disebut "polysaturated" (Setiadji, 1998).

Lemak dan minyak merupakan ester gliserol dari campuran beberapa asam lemak. Secara kimiawi yang diartikan lemak dan minyak adalah tri ester dari gliserol yang disebut trigliserida dengan rumus kimia seperti pada Gambar 1 (K.A. Buckle dkk, 1985).



Gambar 1. Rumus Kimia Tri Gliserida

R adalah gugus alkil asam lemak di mana R1 tidak sama dengan R2 dan tidak sama dengan R3. Asam lemak yang menyusun dapat berupa asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Minyak dan lemak dapat dibedakan menurut titik cairnya. Minyak merupakan cairan pada temperatur kamar, sedangkan lemak akan berupa padatan atau semi padat. Perbedaan ini tidak begitu menyolok tergantung pada keadaan alam dan iklim di mana minyak / lemak berada. Gliserida dari asam-asam lemak yang jenuh dengan rantai yang panjang mempunyai titik cair yang lebih tinggi daripada asam-asam lemak jenuh dengan rantai yang pendek. Demikian pula untuk asam-asam lemak yang tidak jenuh (Djatkiko dan Widjaja, 1973).

Dalam cairan yang mengandung asam lemak dikenal peristiwa "tengik". Bau yang khas ini disebabkan karena adanya senyawa campuran asam keto dan asam hidroksi keto yang berasal dari dekomposisi asam lemak yang terdapat

dalam cairan tersebut. Reaksi menjadi tengik dikenal sebagai reaksi radikal asam lemak tak jenuh (Martoharsono, 1985). Beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan lemak, yaitu :

a. Penyerapan bau (tainting)

Lemak bersifat mudah menyerap bau. Apabila bahan pembungkus dapat menyerap lemak, maka lemak yang terserap itu akan teroksidasi oleh udara sehingga rusak dan berbau. Bau sebagian lemak yang rusak akan diserap oleh lemak yang ada dalam pembungkus sehingga seluruh lemak menjadi rusak (F.G Winarno, 2002).

b. Hidrolisis

Lemak yang dididihkan dengan larutan basa akan mengalami hidrolisis/reaksi penyabunan menghasilkan gliserol dan garam dari asam lemaknya. Proses hidrolisis yang dapat mengakibatkan kerusakan minyak/lemak terjadi karena terdapatnya sejumlah air pada lemak/minyak tersebut. Minyak yang telah terhidrolisis, smoke pointnya menurun, bahan-bahan menjadi coklat, dan lebih banyak menyerap air. Hidrolisis gliserida menghasilkan asam-asam lemak yang baunya tak enak (asam-asam lemak dengan jumlah atom C kurang dari 10 berbau tak enak) (Setiadi, 1998).

c. Reaksi Oksidasi

Ketengikan disebabkan oleh otoolsidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lemak. Udara mengoksidasi molekul-molekul lemak yang mengandung radikal asam lemak menghasilkan peroksida yang mudah pecah dan dapat memulai oksidasi yang lain. Proses ini dikatalisiskan oleh cahaya,  $O_2$ ,  $H_2O$ , beberapa logam (Cu, Fe, Co, Mn), suhu tinggi, peroksida lemak. Logam porfirin seperti hematin, hemoglobin, miogloblin, klorofil, dan enzim-enzim lipoksidase (Riawan, 1990).

d. Penguraian oleh Bakteri

Proses hidrolisis disusul dengan proses-proses oksidasi dan dikarboksilasi di mana terdapat metil keton-metil keton yang baunya tidak enak (Riawan, 1990).

Menurut F.G Winarno (2002), proses ketengikan dipengaruhi oleh adanya prooksidan dan antioksidan. Prooksidan akan mempercepat terjadinya oksidasi, sedangkan antioksidan akan menghambatnya. Penyimpanan lemak yang baik

adalah dalam tempat tertutup, gelap, dan dingin. Tempatnya lebih baik terbuat dari aluminium/stainless steel, lemak harus dihindarkan dari logam besi atau tembaga. Kandungan gula yang tinggi dapat mengurangi kecepatan timbulnya ketengikan.

Antioksidan ada 2 macam, yaitu :

- a. Antioksidan primer, adalah suatu zat yang dapat menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal yang melepaskan hidrogen. Contohnya tokoferol, lesitin, fosfatida, sesamol, gosipol, dan asam askorbat.
- b. Antioksidan sekunder, adalah suatu zat yang dapat mencegah kerja prooksidan. Contohnya asam sitrat, EDTA (Etilendiamin Tetraasetat).

#### 2.4 Minyak Kelapa

Secara fisik, minyak kelapa berwarna kuning muda, titik cairnya adalah  $24^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$  dan akan mengeras pada suhu di bawah  $5^{\circ}\text{C}$  (Mattil dan Norris, 1964). Standar mutu minyak menurut SII (Standart Industri Internasional) dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan standar mutu minyak kelapa Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 4. Standar Minyak Menurut SII No. 1/SII/1972**

Komponen	Kadar
Kadar Air	Maksimum 0,5%
Kotoran	Maksimum 0,5%
Bilangan Yodium	8 - 10
Bilangan Peroksida	Maksimum 5
Warna dan bau	Normal

Sumber : SII (1972)

**Tabel 5. Standar Mutu Minyak Kelapa Indonesia**

Karakteristik	Nilai		
	Mutu I	Mutu II	Mutu III
Kadar air, % maks	0,10	0,30	0,50
Kadar asam lemak bebas, % maks	0,10	0,50	0,60
Bilangan Iodium	6 - 10	6 - 10	6 - 10
Bilangan Penyabunan	250-263	250-263	250-263
Zat-zat asing	-	-	-
Bilangan Peroksida	-	-	-

Sumber : Anonim (1978)

Kerusakan minyak kelapa dapat disebabkan oleh kondisi penyimpanan yang lembab, temperatur tinggi, serta karena udara dan cahaya secara langsung sehingga minyak menjadi tengik. Kondisi penyimpanan yang lembab memungkinkan tumbuhnya mikroorganisme serta terjadinya hidrolisa minyak (Ketaren, 1986). Pemasakan minyak pada suhu tinggi akan mengakibatkan turunnya mutu minyak dan mutu bahan yang digoreng (Djarmiko dan Enie, 1983). Menurut Ariani (1987), pemanasan minyak pada suhu tinggi dengan adanya oksigen akan mengakibatkan rusaknya asam-asam lemak tidak jenuh seperti asam oleat dan asam linoleat. Komposisi asam lemak minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa**

Komposisi Asam Lemak	Prosentase (%)
Asam kaprilat	7,6
Asam kaproat	7,3
Asam laurat	48,2
Asam miristat	16,6
Asam palmitat	8,0
Asam palmitoleat	1,0
Asam stearat	3,8
Asam oleat	5,0
Asam linoleat	2,5

Sumber : Ariani (1987).

### 2.5 Pengolahan Minyak Kelapa

Minyak kelapa termasuk minyak nabati dari tanaman tahunan. Minyak ini dapat diperoleh dari daging buah kelapa. Tanaman ini tumbuh di daerah tropis dan merupakan sumber minyak yang besar potensinya, baik sebagai minyak makan maupun untuk keperluan industri (Murdijati dkk, 1979).

Bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan minyak kelapa adalah buah kelapa segar yang cukup tua. Menurut para pengusaha, buah yang baik atau kadar minyaknya tinggi mempunyai ciri-ciri antara lain tempurung berwarna hitam dan mengkilap. Pengolahan minyak kelapa pada umumnya bertujuan untuk :

- Memperoleh minyak sebanyak-banyaknya dengan proses yang ekonomis
- Memperoleh minyak yang berkualitas baik, tanpa kerusakan dan bebas dari kotoran
- Memperoleh residu yang mempunyai guna cukup tinggi (Ketaren, 1986).

Pada pengolahan minyak kelapa sebenarnya dikenal ada 3 macam metode yaitu metode basah, ekstraksi dengan solvent, dan metode pengepresan. Metode basah banyak dilakukan oleh penduduk atau industri rumah tangga dengan pembuatan santan. Metode ekstraksi dengan zat pelarut tidak banyak dilakukan karena memerlukan peralatan yang relatif mahal dan diperlukan pengamatan yang teliti. Beberapa zat pelarut yang dapat digunakan antara lain heksana, heptana, sikloheksana. Metode pengepresan banyak dilakukan untuk pabrik-pabrik minyak kelapa (Djarir Makfoeld, 1982).

Pada pengolahan minyak dan lemak, pengerjaan yang spesifik dilakukan tergantung pada sifat alami minyak atau lemak tersebut dan juga tergantung dari hasil akhirnya yang dikehendaki. Secara umum proses ekstraksi minyak kelapa adalah pengeluaran minyak dari sel-sel daging buah kelapa dilakukan dengan memberikan tekanan yang cukup. Maksud pemberian tekanan ialah untuk merusak sel-sel dan untuk mendorong supaya minyak dapat keluar dari selnya. Pemberian tekanan ini dapat diberikan dalam 2 cara yaitu proses basah dan proses kering (Murdijati dkk, 1979). Dalam proses basah, daging buah kelapa ditekan supaya tidak menghasilkan minyak tetapi menghasilkan santan. Santan merupakan emulsi minyak dan air. Daging buah kelapa mengandung air 50 persen dan minyak 30 persen. Oleh karena itu dalam pembuatan minyak kelapa, air harus dipisahkan (Thieme, 1968).

Pada proses secara kering, bahan lebih dahulu dikeringkan sampai mencapai kadar air kira-kira 5-6 persen kemudian baru ditekan. Kelapa kering ini dikenal dengan sebutan kopra (Murdijati dkk, 1979).

Pada pembuatan minyak kelapa secara basah pada prinsipnya adalah mendisintegrasi daging buah kelapa dan setelah itu memaksa santan keluar dari sel-selnya dengan cara pemberian tekanan, dipress atau diinjak-injak, maupun dengan penumbuk dari kayu. Setelah didapatkan santan, ada yang langsung memanaskannya, tetapi ada yang membiarkan santan terpisah menjadi 2 bagian lebih dahulu, baru setelah itu bagian atasnya dipanaskan. Pada waktu santan dipanaskan terjadi koagulasi. Koagulasi ini dikenal dengan nama *blondo*. Waktu yang diperlukan untuk pemanasan lebih kurang 3-4 jam, dan setelah itu pemanasan dilanjutkan lagi kira-kira 8-9 jam (Murdijati dkk, 1979).

Ada beberapa cara basah yang terkenal antara lain proses Roblendano Luzuriaga (RL process). Cara RL process ini berasal dari Filipina yang pada pokoknya terdiri atas pengepresan daging buah kelapa, dengan diusahakan sebanyak mungkin mengeluarkan santan dari kelapa. Setelah itu santan disentrifusi sehingga terpisah menjadi 3 bagian yaitu krim, skim milk, dan sejumlah protein. Kemudian krim yang didapat diperlakukan secara enzimatik pada suhu dan pH tertentu dengan maksud untuk memecahkan emulsi, kemudian dilakukan sentrifusi sampai didapatkan minyak. Minyak yang diperoleh disaring dan siap untuk disimpan. Fraksi airnya dikerjakan sama dengan fase minyaknya sehingga akan terpisah menjadi 3 komponen yaitu minyak, air, dan protein. Dengan pemanasan dan sentrifusi lebih lanjut maka akan didapat fraksi-fraksi dari proteinnya. Ampas dikeringkan dan sekali lagi diekstrak minyaknya yang masih ketinggalan (Murdijati dkk, 1979).

Pengolahan minyak kelapa secara kering merupakan cara yang konvensional untuk memperoleh minyak kelapa yaitu dengan cara mengeringkan kelapa sampai kadar airnya 5 – 6 persen. Hal ini mendekati kadar air biji-bijian lain yang lazim diambil minyaknya. Cara mendapatkan minyak ada 2 cara yaitu dengan penekanan dan ekstraksi menggunakan pelarut. Disini tidak akan terjadi santan yang berbentuk emulsi, sehingga minyak yang didapat siap dikonsumsi, setelah terlebih dahulu disaring atau diendapkan untuk memisahkan kotorannya (Murdijati dkk, 1979).

## 2.6 Ragi Tempe

Ada beberapa jenis mikrobia yang berperan membentuk suatu ragi untuk tempe, antara lain jamur benang, yeast, dan kelompok bakteri asam tertentu.

### a. Jamur benang

Tempe dikenal sebagai produk fermentasi oleh jamur benang, sehingga selayaknya bahwa jamur benang akan didapatkan dominan pada tempe tersebut. Adapun jamur benang yang paling banyak dijumpai adalah dari jenis *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* (Kasmidjo, 1989). Ada juga yang menjumpai berbagai jenis yang lain seperti *Aspergillus oryzae*, *Trichosporon pullulans*, *Aspergillus niger*, *Fusarium*, dan *Mucor javanicum*.

b. Bakteri dan yeast (khamir).

Ikut sertanya mikroorganisme jenis ini terutama terjadi selama proses pengolahan seperti perendaman, saat menjelang inokulasi serta kontaminasi peralatan yang digunakan. Selain itu juga berasal dari alat atau bahan pembungkus, dari raginya atau dapat ditularkan dari pekerjaanya. Namun keikutsertaannya jarang membuat proses penjamuran pada hari pertama dan kedua terganggu, dalam hal ini berarti bakteri tersebut sedikit sekali perannya dalam proses fermentasi hari pertama dan hari kedua (Kasimidjo, 1989).

Kapang dari genus *Rhizopus* adalah yang paling dominan dan berperan di dalam fermentasi tempe. Di dalam fermentasi tempe kedele *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* yang banyak berperan sedangkan untuk tempe dari gandum adalah *Rhizopus oligosporus*. Untuk fermentasi tempe yang paling berperan adalah *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus modosus*. Jenis kapang yang aktif di dalam proses fermentasi tempe ditentukan oleh bahan dasar yang digunakan (Anonim, 1978).

*Rhizopus sp.* pertumbuhannya menghendaki suhu antara 25–37 °C, kelembaban (RH) antara 65–86 % dengan keadaan mengandung oksigen bebas (aerobik). Perkembangan kapang ini secara seksual dengan fusi dari dua gametangia yang ukurannya seimbang, sehingga menghasilkan zygospora. Selanjutnya zygospora berkembang menjadi kuat dan dengan adanya dinding sel maka dapat bertahan selama satu sampai tiga bulan. Pada saat germinasi maka dinding sel pecah, terbuka dan menghasilkan sporangium yang selanjutnya menghasilkan spora sebagai alat reproduksi seksual.

Beberapa spesies *Rhizopus* seperti *Rhizopus oligosporus* menghasilkan "chlamydospora" yang mirip dengan zygospora, hanya saja chlamydospora dihasilkan secara aseksual. Chlamydospora ini memiliki kemampuan untuk memperbanyak diri yang sangat tinggi yaitu dengan spora aseksual atau dengan memproduksi miselium yang mengandung chlamydospora (Shuttrleff dan Akiko Aoyagi, 1979).

*Rhizopus oligosporus* di samping dapat memperbanyak diri dengan miselium yang mengandung chlamydospora, juga memproduksi enzim protease yang tinggi tetapi aktivitas amylase rendah, bahkan aktivitas pektinase hampir

tidak pernah diketemukan (Pepler, 1976). Keistimewaan lain dari *Rhizopus oligosporus* yaitu seperti dilaporkan Wong didalam Stenkraus (1983) yaitu dapat menghasilkan antibiotik yang aktif melawan bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*.

Seperti halnya mikroba yang lain, kapang yang aktif di dalam fermentasi tempe di dalam pertumbuhannya dan aktivitasnya juga dipengaruhi oleh kelembaban, oksigen, suhu, pH, dan komposisi substrat. Menurut Frazier (1978), maka di dalam pertumbuhannya kapang menghendaki kelembaban yang lebih rendah daripada khamir dan bakteri. Kadar air total antara 14 - 15 % di dalam tepung atau buah-buahan dapat mencegah atau menghambat pertumbuhan kapang. Kapang yang bersifat mesofil tumbuh baik pada suhu kamar dengan suhu optimal 25 - 30<sup>o</sup> C (77 - 88<sup>o</sup> F), walaupun beberapa kapang tumbuh baik pada suhu 35-37<sup>o</sup> C ( 95 - 96,8<sup>o</sup> F). Pada umumnya kapang bersifat aerob sehingga membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya, sedangkan pH yang dikehendaki yaitu antara 2,0 - 8,5, tetapi pH yang optimal adalah pH asam. Jenis substrat yang dikehendaki oleh kapang yaitu mulai yang sederhana sampai pada yang kompleks. Kapang ini memiliki enzim hidrolitik yang dapat menghidrolisa senyawa amilosa, pektin, protein dan lipida.

Menurut Shurtleff dan Akiko Aoyagi (1979), daya enzimatik yang bersifat proteolitik mempunyai arti penting di dalam fermentasi tempe dengan menggunakan *Rhizopus oligosporus*, begitu juga sifat lipolitiknya. Kapang *Rhizopus oligosporus* menghasilkan enzim yang dapat mendegradasi protein. Enzim yang berperan di dalam pendegradasian protein adalah jenis protease.

## 2.7 Ragi Roti

Ragi roti (baker's yeast) merupakan suatu hasil pemisahan sel tunggal yang diseleksi secara khusus dari strain *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi roti akan menghasilkan sel yang baik pada media yang sesuai, mempunyai sifat-sifat yang stabil, akan tetap aktif walaupun telah disimpan beberapa waktu, akan menghasilkan CO<sub>2</sub> secara cepat di dalam adonan roti, di samping itu juga lebih ekonomis dan praktis bila dibandingkan dengan menggunakan biakan murni. Ragi roti bukan hanya digunakan dalam pembuatan roti saja, tetapi juga dapat

digunakan sebagai bahan obat-obatan dan beberapa industri fermentasi (Frazier dan Westhoff, 1978).

Ragi roti sebagai sumber khamir yang mempunyai enzim bermacam-macam antara lain enzim protease dan enzim oksidoreduktase. Enzim protease adalah enzim yang bekerja pada substrat protein dan mengubah substrat tersebut menjadi polipeptida. Enzim peptidase merupakan enzim yang memecah ikatan peptida pada polipeptida sehingga dihasilkan asam-asam amino. Enzim investase adalah enzim yang menggunakan sukrose sebagai substrat dan menghasilkan gula invest. Enzim oksidoreduktase adalah enzim yang mengkatalisa reaksi oksidasi reduksi. Berbagai jenis khamir mempunyai potensi untuk memecah emulsi santan dan memisahkan minyak, karena di dalam khamir terdapat enzim protease yang mampu digunakan untuk memecah protein yang membungkus minyak di dalam santan kelapa (Tjoan, 1986).

### **2.8 Proses Fermentasi Ragi dalam Pemecahan Emulsi Santan Kelapa**

Jap Kie Tjoan (1986) mengatakan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan suatu proses fermentasi. Faktor-faktor tersebut antara lain kadar enzim, kadar substrat, waktu, pH, suhu, aktivator, dan induktor. Kecepatan reaksi enzimatik dipengaruhi oleh kadar enzim dan kadar substrat. Penambahan kadar enzim yang berturut-turut sampai jumlah tertentu, pada susbtrat yang tetap atau sebaliknya akan mempercepat reaksi enzimatik sehingga waktu reaksi enzimatik yang dibutuhkan juga lebih cepat.

Penggunaan ragi sebagai sumber mikroba di dalam proses fermentasi harus dilakukan inkubasi dalam suhu kamar pada waktu beberapa hari terlebih dahulu (starter) sebelum digunakan, agar diperoleh mikroba pada fase logaritmik dimana mikroba berada dalam kecepatan pertumbuhan paling tinggi (Passulen, 1982). Keadaan ini berlangsung hingga salah satu atau beberapa nutrien habis atau telah terjadi penimbunan hasil yang bersifat racun dan menyebabkan pertumbuhan terhambat. Agar pertumbuhan tetap berada dalam fase logaritmik maka mikroorganisme yang berada dalam fase tersebut dipindahkan ke medium baru yang komposisinya sama dengan medium semula.

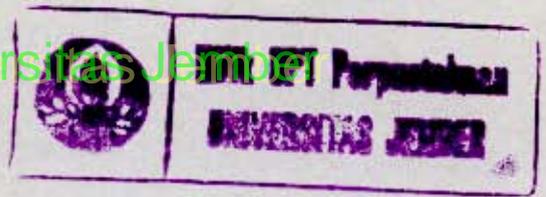
Pada proses fermentasi santan pemecahan emulsi minyak dilakukan dengan menggunakan aktivitas mikroba. Peranan mikroba disini dimaksudkan untuk :

1. Merendahkan pH sehingga dapat memecah emulsi
2. Penambahan senyawa pengemulsi yang juga akan menyebabkan pemisahan fase minyak.
3. Penurunan pH dan penambahan senyawa pengemulsi
4. Pencegahan terhadap terjadinya pembusukan (Frazier dan Westhoff, 1978).

### 2.9 Hipotesa

Hipotesa dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bahwa penambahan ragi tempe yang digunakan sebagai starter (0,1%, 0,2%, 0,3%) berpengaruh terhadap rendemen minyak kelapa
2. Bahwa penambahan ragi tempe yang digunakan sebagai starter (0,1%, 0,2%, 0,3%) berpengaruh terhadap kualitas minyak kelapa



### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi buah kelapa, ragi tempe, aquadest, asam asetat : kloroform (3:2), KI jenuh, Na-thiosulfat 0,1 N, pati 1%, alkohol 96%, Phenophtalein, NaOH 0,1 N

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ember, kain saring, timbangan, termometer, gelas ukur, pipet tetes, pipet ukur, pipet volume, beaker glass, toples plastik, labu erlenmeyer, buret, oven, eksikator, pendingin balik.

#### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada akhir September sampai dengan Desember 2003 di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

#### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

##### 3.3.1 Pembuatan Air Bibit (Starter)

Daging buah kelapa dicuci dan diparut dan hasil parutan ditambah air dengan perbandingan 1:1, diremas-remas sampai keluar santannya. Santan yang dihasilkan didiamkan selama  $\pm 1$  jam, sehingga terjadi pemisahan antara santan kental (krim) dengan santan encer (skim). Skim santan ditambah ragi dengan prosentase 0,1%, 0,2%, 0,3% lalu diinkubasi pada suhu kamar selama 2 hari. Jumlah ragi yang ditambahkan dihitung berdasarkan hasil perkalian antara prosentase ragi dengan jumlah skim yang digunakan untuk starter.

##### 3.3.2 Produksi Minyak Kelapa

Hasil dari parutan kelapa ditambah air dengan perbandingan 1:1 kemudian diperas dengan menggunakan kain saring sehingga didapatkan santan kelapa.

Santan yang diperoleh didiamkan kurang lebih 1jam sehingga terjadi pemisahan antara krim dan skim. Skim dibuang, sedangkan krim ditambah dengan starter.

Semua perlakuan difermentasikan selama 48 jam. Selesai fermentasi akan terbentuk lapisan protein, lapisan minyak, dan lapisan air. Lapisan minyak diambil, sedangkan lapisan protein (blondo) dipanaskan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ - $170^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 5$  menit untuk mendapatkan minyak II.

### 3.4 Metode Penelitian

#### 3.4.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktorial dengan menggunakan 3 kali ulangan. Faktor yang digunakan yaitu penambahan ragi tempe dengan tiga taraf yaitu 0,1%; 0,2%; dan 0,3%.

Model untuk RAK adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + R_j + A_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

- $Y_{ij}$  = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j  
 $\mu$  = nilai rata-rata sebenarnya  
 $R_j$  = efek sebenarnya dari ulangan  
 $A_i$  = efek sebenarnya dari perlakuan  
 $\epsilon_{ij}$  = efek sebenarnya dari unit eksperimen dalam kombinasi perlakuan (ij)

Asumsi-asumsi yang digunakan agar dapat dilakukan pengujian secara statistika adalah :

- Komponen – komponen  $\mu$ ,  $A_i$ ,  $\epsilon_{ij}$  bersifat konstan
- $R_j = 0$

#### 3.4.2 Uji Hipotesis

Dalam uji hipotesis digunakan analisis/uji regresi linier yang digunakan sebagai alat untuk mencari konfirmasi teori melalui model.

Menurut Gazpersz (1991), model linier tersebut adalah :

$$Y = A + Bx$$

Dimana  $y$  = hasil proses pembuatan minyak

$x$  = penambahan ragi tempe

Dari persamaan di atas akan kita ketahui besarnya nilai  $r$  yang merupakan koefisien korelasi dan  $R$  yang merupakan koefisien determinasi, dimana  $r$  harus memenuhi  $-1 < r < 1$ . Menurut Gazpersz (1991), dalam percobaan model regresi sering digunakan untuk mengetahui atau meramalkan sejauh mana perlakuan yang dicobakan berpengaruh terhadap peubah respon yang diamati (dalam hal ini ragi tempe). Analisis ragam dalam percobaan akan sangat membantu mengidentifikasi faktor-faktor mana yang penting dari sekian faktor yang dicobakan, dan model regresi akan membantu menjelaskan secara kuantitatif hubungan pengaruh di antara faktor yang dicobakan tersebut dan respon yang terjadi.

### 3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap produk akhir minyak kelapa meliputi:

1. Kadar air
2. Rendemen
3. Angka Peroksida
4. Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

### 3.6 Metode Analisis

#### 3.6.1 Rendemen Minyak Kelapa

Pengamatan dilakukan dengan menimbang banyaknya minyak (gram) yang dihasilkan dengan berat krim yang digunakan dikalikan 100 %.

#### 3.6.1 Kadar Air Minyak Kelapa

Digunakan metode thermogravimetri. Prosedur awalnya yaitu botol dan tutup yang telah dikeringkan selama 15 menit dan didinginkan dalam eksikator, ditimbang beratnya (A). Ditimbang sampel 1 – 2 gram dalam botol timbang (B). Kemudian botol timbang beserta isi dimasukkan ke dalam oven selama 3 – 5 jam.

Dipindahkan botol timbang ke dalam eksikator dan ditimbang lagi setelah kering. Proses penimbangan dilakukan berulang kali sampai beratnya konstan (C).

Kadar air dari bahan dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kadar Air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

### 3.6.3 Angka Peroksida

1. Timbang 5 gram minyak dalam erlenmeyer 250 ml. Tambahkan 30 ml asetat khloroform (3:2). Goyang sampai larut. Tambahkan 0,5 ml larutan KI jenuh
2. Diamkan selama 1 menit dengan kadang kala dikocok, lalu ditambahkan 30 ml aquadest
3. Titrasi dengan 0,1 N  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  sampai warna kuning hampir hilang
4. Tambahkan 0,5 ml larutan pati 1%, lanjutkan titrasi sampai warna biru mulai hilang
5. Angka Peroksida dinyatakan dalam miliequivalen dari peroksida dalam setiap 1000 gram contoh

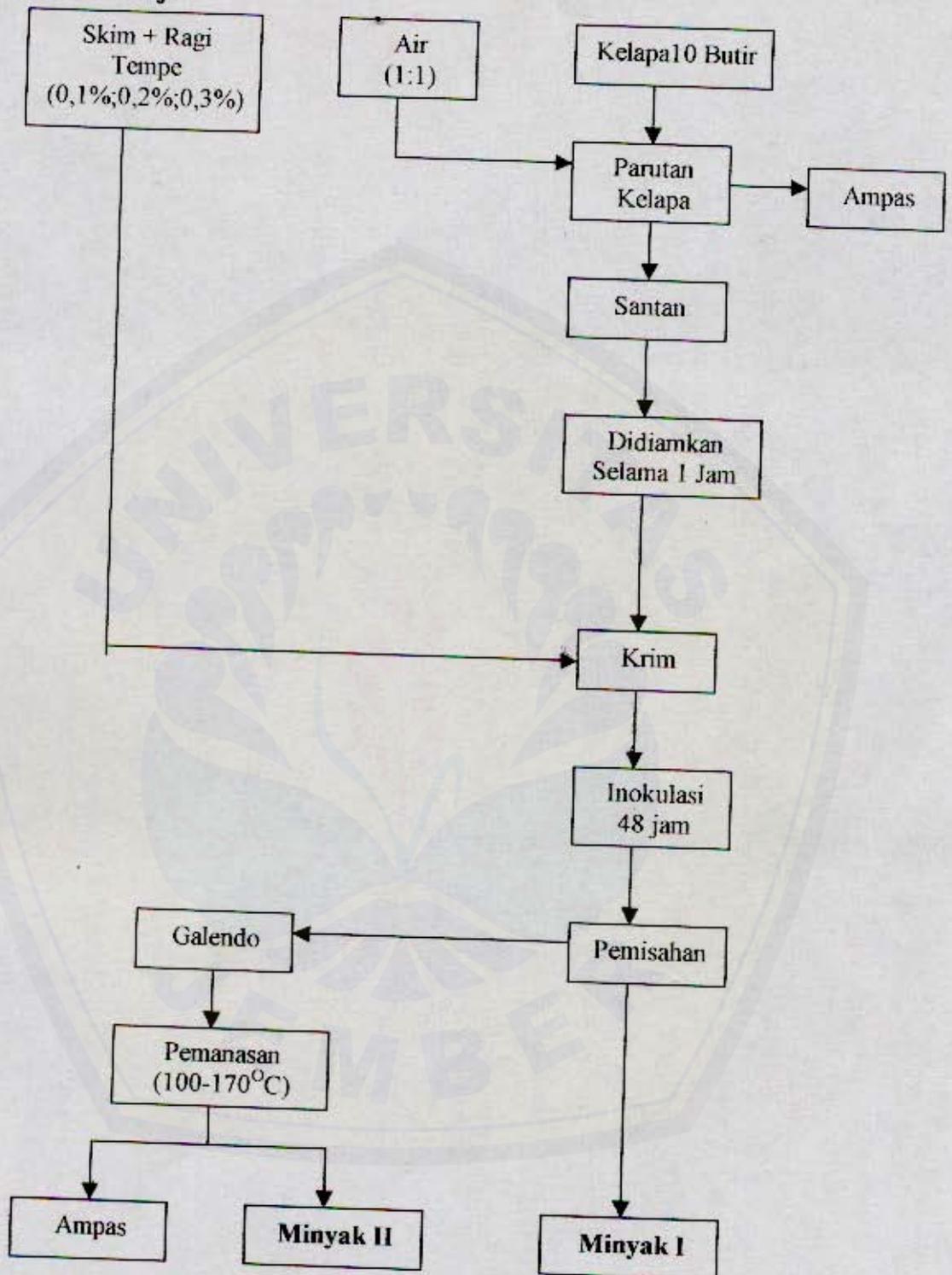
$$\text{Angka Peroksida} = \frac{\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{\text{Berat sampel (gram)}}$$

### 3.6.4 Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

1. Timbang sebanyak 5 – 10 gram contoh minyak dalam labu erlenmeyer
2. Ditambah 25 ml alkohol netral 96%, lalu dipanaskan sampai mendidih
3. Setelah dingin, ditambah dengan 5 tetes indikator phenolphthalein dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai warna berubah menjadi merah muda yang tidak hilang selama 30 detik
4. Kadar Asam Lemak Bebas dihitung dengan menggunakan berat molekul asam laurat

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{Berat Molekul}}{\text{Berat contoh} \times 1000} \times 100$$

## 3.7 Skema Kerja



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Minyak Kelapa Bioproses

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penambahan ragi tempe memberikan perbedaan sangat nyata terhadap rendemen minyak, berarti hipotesa diterima pada taraf 1%. Pada minyak pertama, semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka rendemen minyak semakin besar, dengan nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) sebesar 96,52%, sedangkan pada minyak kedua semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka rendemen minyak akan semakin kecil dengan nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) sebesar 94,19%.
2. Penambahan ragi tempe memberikan perbedaan sangat nyata pada taraf 1% terhadap kualitas minyak pertama, semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka akan semakin besar pula nilai kadar air, bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebasnya dengan nilai  $R^2$  masing-masing sebesar 99,02% untuk kadar air, 83,22% untuk bilangan peroksida, dan 98,03% untuk kadar asam lemak bebas. Pada minyak kedua penambahan ragi tempe memberikan perbedaan nyata terhadap kadar air, berarti hipotesa diterima pada taraf 5%, semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka nilai kadar air akan semakin turun dengan nilai  $R^2$  sebesar 94,38%, sedangkan untuk bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas penambahan ragi tempe memberikan perbedaan sangat nyata pada taraf 1%, dimana semakin besar prosentase ragi yang ditambahkan maka nilai bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebasnya akan semakin besar pula dengan nilai  $R^2$  masing-masing sebesar 89,94% untuk bilangan peroksida dan 94,68% untuk kadar asam lemak bebas.

### 5.2 Saran

Perlu dikaji tentang pengaruh penambahan ragi tempe pada prosentase ragi yang lebih tinggi terhadap tingkat rendemen dan kualitas minyak kelapa bioproses.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1978. **Mikrobiologi Hasil Pertanian**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta
- \_\_\_\_\_. 1978. **Penelitian Minyak Kelapa**. Departemen Perindustrian. Banda Aceh
- \_\_\_\_\_. 1982. **Pengembangan Pembuatan Minyak Kelapa Secara Fermentasi**. Balai Industri. Ujung Pandang
- Arbianto, P., Serad, M.* 1977. **Pemecahan Emulsi Santan Kelapa Dengan Cara Fermentasi**. ITB. Bandung
- Ariani. 1987. **Peranan Bakteri Lipolitik Pada Desaturasi Minyak Kelapa**. Fakultas Biologi. UGM. Yogyakarta.
- Buckle, K.A. Edward, R.A. Fleet, G.H and Wootton. 1987. **Ilmu Pangan**. Penerjemah : Purnomo, Adiono. UI Press. Jakarta
- Cancel, L.E. 1971. **Effect of Amaut and Temperature of Water in The Extraction of Coconut Milk from Coconut Pulp**. University of San Carlos. Philippines.
- Djarmiko, Bambang. dkk. 1985. **Pengolahan Kelapa I**. Agro Industri Press. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fateta. IPB. Bogor
- Djarmiko, Bambang., Enie, A.B. 1985. **Proses Penggorengan dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisiko Kimia Lemak**. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fateta. IPB. Bogor
- Djarmiko, Bambang., Widjaya, P. 1973. **Minyak dan Lemak**. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. Fatemeta. IPB. Bogor
- Frazier, W.C and Westhoff. 1978. **Food Microbiology**. Mc-Graw Hill Publishing Book Co. New York
- Jap Kie Tjoan. 1986. **Baker's Yeast a Synopsis**. Majalah Perusahaan Gula IV (12). Yogyakarta
- Kasmidjo, R.B. 1989. **Tempe, Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya**. PAU Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta
- Ketaren, S. 1986. **Teknologi Lemak Minyak**. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor

- Makfoeld, Djarir. 1982. **Deskripsi Pengolahan Hasil Nabati**. Penerbit Agritech. Yogyakarta
- Martoharsono, S. 1985. **Biokimia Jilid I**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Mattil and Norris. 1964. **Bailey's Industrial Oil and Fat Product**. Interscience Publisher. John Willey and Son Inc. New York
- Murdijati, G., Pudji Hastuti., Supriyanto. 1979. **Minyak Sumber Penanganan Pengolahan dan Pemurniannya Jilid I**. FTP. UGM. Yogyakarta
- Passullean, H.H., C. Rambo. 1982. **Pengembangan Pembuatan Minyak Kelapa Secara Fermentasi**. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Ujung Pandang
- Peppler, H.J. 1976. **Microbial Technology**. Reenhold Publishing Corporation. New York
- Rochani, Siti. 1982. **Majalah Teknologi Pangan II.3**. Pusat Teknologi Pembangunan ITB. Bandung
- Riawan, S. 1990. **Kimia Organik I**. Binarupa Aksara. Jakarta
- Setiaji. 1998. **Kimia Organik II**. FTP. UNEJ. Jember
- Setyamidjaja. 1982. **Kelapa Hibrida Budidaya dan Pengolahannya**. Yayasan Kanisius. Yogyakarta
- Shurtleff, W and Akiko Aoyagi. 1979. **The Book of Tempeh**. Harper and Row Publisher. New York
- Stenkraus, K.H. 1983. **Hand Book of Indegenaus Fermented Food**. Manchel Dekker Inc. New York
- Subkti, Sri. 1983. **Pendekatan Perbaikan Pengolahan Minyak Kelapa Secara Tradisional yang Dilakukan Oleh Rakyat Untuk Meningkatkan Kuantitas dan Kualitas Minyak**. Bagian Pengolahan Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. UGM. Yogyakarta
- Sukamto, I.T.N. 2001. **Upaya Meningkatkan Produksi Kelapa**. Penebar Swadaya. Jakarta
- Thieme, J.G. 1968. **Coconut Oil Processing**. Food and Agriculture Orgainzation of United Nation. Rome

Woodroof. 1970. **Coconut Production Processing Products**. The AVI Publishing Co. New York

Winarno, F.G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta



## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Data Hasil Perhitungan Rendemen

Tabel 15. Data Hasil Perhitungan Rendemen Minyak I

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1.000	2.000	3.000		
P1	24.833	25.137	25.669	75.639	25.213
P2	27.660	27.133	27.500	82.293	27.431
P3	30.833	30.333	29.666	90.832	30.277
Total	83.326	82.603	82.835	248.764	
Rata-rata					27.640

Tabel 16. Data Hasil Perhitungan Rendemen Minyak II

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1.000	2.000	3.000		
P1	7.166	6.833	7.083	21.082	7.027
P2	5.833	5.666	5.916	17.415	5.805
P3	4.666	5.333	4.750	14.749	4.916
Total	17.665	17.832	17.749	53.246	
Rata-rata					5.916

**Lampiran 2. Data Hasil Perhitungan Kadar Air****Tabel 17. Data Hasil Perhitungan Kadar Air Minyak I**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
P1	0.206	0.218	0.245	0.669	0.223
P2	0.342	0.351	0.302	0.995	0.332
P3	0.406	0.397	0.425	1.228	0.409
Total	0.954	0.966	0.972	2.892	
Rata-rata					0.321

**Tabel 18. Data Hasil Perhitungan Kadar Air Minyak II**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1.000	2.000	3.000		
P1	0.193	0.201	0.191	0.585	0.195
P2	0.160	0.158	0.176	0.494	0.165
P3	0.125	0.115	0.132	0.372	0.124
Total	0.478	0.474	0.499	1.451	
Rata-rata					0.161

**Lampiran 3. Data Hasil Perhitungan Bilangan Peroksida****Tabel 19. Data Hasil Perhitungan Bilangan Peroksida Minyak I**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1.000	2.000	3.000		
P1	1.689	1.801	1.812	5.302	1.767
P2	1.975	1.984	1.987	5.946	1.982
P3	1.997	2.098	2.182	6.277	2.092
Total	5.661	5.883	5.981	17.525	
Rata-rata					1.947

**Tabel 20. Data Hasil Perhitungan Bilangan Peroksida Minyak II**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1.000	2.000	3.000		
P1	0.495	0.494	0.497	1.486	0.495
P2	0.593	0.583	0.564	1.740	0.580
P3	0.694	0.691	0.792	2.177	0.726
Total	1.782	1.768	1.853	5.403	
Rata-rata					0.600

**Lampiran 4. Data Hasil Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)****Tabel 21. Data Hasil Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak I**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1.000	2.000	3.000		
P1	0.198	0.213	0.210	0.621	0.207
P2	0.287	0.273	0.288	0.848	0.283
P3	0.372	0.397	0.388	1.157	0.386
Total	0.857	0.883	0.886	2.626	
Rata-rata					0.292

**Tabel 22. Data Hasil Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak II**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1.000	2.000	3.000		
P1	0.148	0.139	0.145	0.432	0.144
P2	0.169	0.164	0.159	0.492	0.164
P3	0.179	0.188	0.184	0.551	0.184
Total	0.496	0.491	0.488	1.475	
Rata-rata					0.164