

LAPORAN PENELITIAN

**Pemanfaatan Tanah Liat dan Agar
sebagai Media Pendukung Untuk
Pembuatan Minyak Secara
Fermentasi Berulang**

| |
|--|
| MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG |
| TERIMA ISL. : 12 Januari 2001 |
| SUNDER/MADA. Hd 1 |
| NO. BUKU : K1 |
| NO. ANGKA : 45/K/2001 - P1 (2) |
| NO. STAMPA : 665.4 IRY - 1 |

OLEH

DRA IRYANI, MS
DRS JOHNI AZMI, MS

PROYEK PENGEMBANGAN DIRI
HEDS PROYEK TAHUN 2000

JURUSAN KIMIA FMIPA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2000

PROYEK PENGEMBANGAN DIRI
HEDS PROYEK TAHUN 1999/2000

JUDUL : Pemamfaatan Tanah Liat dan Agar
Sebagai Media Pendukung Untuk
Pembuatan Minyak Secara Fermentasi
Berulang

JENIS KEGIATAN : Penelitian Mandiri

ORGANISASI : Jurusan kimia
FMIPA Universitas Negeri Padang

PIMPINAN PROYEK :

Nama : Dra Iryani, MS

Umur : 39 tahun

Pangkat/jabatan : Penata/ III C- Lektor Muda

Nama alamat instansi : Jl Prof Hamka Air Tawar Padang

Bidang keahlian : Biokimia

JUMLAH ANGG DL TIM : 1 orang


LAMA WAKTU YANG
DIUSULKAN : 6 bulan (April 2000 - Sept 2000)

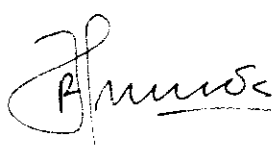
BIAYA : Rp 1.500.000,-
(satu juta lima ratus ribu rupiah)

Padang, 4 Des 2000

MENGETAHUI
Ketua Jurusan Kimia
FMIPA Univ Negeri Padang

PIMPINAN PROYEK


Dra Yustini Ma'aruf
NIP. 190890453


Dra Iryani, MS
NIP 131679906


DEKAN FMIPA UNP

Drs Idrus Ramli
NIP. 130232231

KATA PENGANTAR

Berkat rahmat Allah subhana watalla, penelitian yang berjudul "Pemamfaatan Tanah Liat dan Agar Sebagai Media Pendukung Untuk Pembuatan Minyak Secara Fermentasi Berulang" telah selesai dilaksanakan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada: (1) Direktur Eksekutif HEDS Staf yang telah memberikan dana penelitian ini; (2) Rektor UNP dan Dekan FMPIA UNP yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini; (3) Rekan Dosen Jurusan Kimia FMIPA-UNP dan Laboran Laboratorium Kimia Jurusan Kimia FMIPA -UNP yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini; (3) Kepada mahasiswa bimbingan Rina Endriani yang membantu kerja di Laboratorium; (4) Semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Mudah-mudahan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi umumnya dan Biokimia khususnya.

Padang, 4. Des 2000
Penulis

RINGKASAN

Pembuatan minyak dalam skala industri membutuhkan biaya yang cukup mahal. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat minyak secara fermentasi berulang dengan pengebakan memakai agar dan tanah liat.

Sebanyak 100 ml skim dimasukkan ke dalam botol fermentasi yang telah berisi *Saccharomyces cerevicae* amobil dan starter, ditambahkan 5ml buffer posfat pH 7, ditutup rapat, diaduk selama 5 menit, difermentasi selama 24 jam, pada suhu 37°C. Setelah selesai fermentasi, dipanaskan selama 10 menit pada temperatur 60° C minyak dipisahkan dari blondo menggunakan kertas saring, diukur volume (ml) yang didapat. Kemudian dimurnikan dengan uap panas menggunakan autoklaf. Pengujian kondisi optimum fermentasi dilakukan terhadap waktu fermentasi dilakukan dari 6 - 36 jam. Hasil pengujian waktu yang optimum digunakan untuk suhu. Penentuan suhu optimum dilakukan dari 33 - 41 ° C. Pengujian kestabilan *Saccharomyces cerevicae* amobil, dilakukan dengan menggunakan kondisi di atas, terhadap hasil (ml) minyak yang didapat dari 1 sampai 6 kali pemakaian.

Dari hasil pengujian kondisi optimum didapatkan waktu fermentasi yang optimum adalah 24 jam dan temperatur optimum adalah 39 °C. Ternyata *Saccharomyces cerevicae* amobil masih efisien untuk pemakaian 4 kali pemakaian. Dari pengujian sifat fisika dan kimia ternyata didapatkan mutu yang memenuhi standar mutu minyak yang ditetapkan oleh SII .

DAFTAR ISI

| | hal |
|--|------|
| RINGKASAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| | |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4. Mamfaat Penelitian | 3 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Minyak dan Lemak | 4 |
| 2.1.1. Minyak Kelapa | 4 |
| 2.1.2. Pembuatan Minyak | 6 |
| 2.2. Pembuatan Minyak Secara Fermentasi | 6 |
| 2.3. <i>Sacharomices cerevicae</i> | 7 |
| 2.4. Amobilisasi sel | 8 |
| 2.4.1. Teknik Amobilisasi | 8 |
| 2.4.2. Jenis Media Pendukung | 11 |
| 2.4.3. Perubahan sifat sel amobil | 13 |
| | |
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 14 |
| 3.1. Waktu Dan Tempat | 14 |
| 3.2. Alat Dan Bahan | 14 |
| 3.3. METODA | 15 |
| 3.3.1. Perlakuan dan analisa tanah liat | 15 |
| 3.3.2. Penentuan kurva pertumbuhan <i>Sacharamices cerevicae</i> | 15 |
| 3.3.3. Persiapan sel amobil | 15 |
| 3.3.4. Ekstraksi Minyak Kelapa secara Fermentasi | 15 |
| 3.3.5. Pengujian kondisi optimum Fermentasi | 16 |
| 3.3.6. Pengujian kestabilan <i>Sacharamices cerevicae amobil</i> | 16 |
| 3.3.7. Pengujian sifat Fisiko-kimia Minyak Hasil fermentasi | 16 |
| 3.4. Pengolahan data | 19 |
| | |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 20 |
| 4.1. Penentuan kurva pertumbuhan <i>Sacharamices cerevicae</i> | 20 |
| 4.2. Pengujian kondisi optimum Fermentasi | 20 |
| 4.2.1. Pengujian Waktu fermentasi optimum <i>Sacharomices cerevicae</i> amobil | 22 |

| | |
|--|----|
| 4.2.2. Pengujian suhu fermentasi optimum <i>Sacharomices cerevicae</i> amobil | 22 |
| 4.3. Pengujian kestabilan <i>Sacharomices cerevicae</i> amobil | 23 |
| 4.4. Pengujian sifat Fisiko-kimia Minyak Hasil fermentasi | 24 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 25 |
| 5.1. Kesimpulan | 25 |
| 5.2. Saran | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA | 26 |
| LAMPIRAN | 27 |

DAFTAR TABEL

| TABEL | Hal |
|---|-----|
| 1. Mutu minyak kelapa (SII, 1990) | 5 |
| 2. Komponen kimia daging kelapa | 5 |
| 3. Penggolongan teknik amobilisasi berdasarkan interaksi dengan media pendukung | 10 |
| 4. Skoring Penilaian Organoleptik minyak terhadap warna, aroma, rasa | 19 |
| 5. Sifat Fisiko-kimia Minyak Hasil fermentasi | 23 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | hal |
|---|-----|
| 1. Struktur gliserida | 4 |
| 2. Kurva pertumbuhan Mikroba | 7 |
| 3. Model pembuatan sel amobil | 9 |
| 4. Struktur kimia asam alginat | 11 |
| 5. Struktur monmorilenit | 12 |
| 6. Kurva pertumbuhan <i>Sacharomices cerevicae</i> | 20 |
| 7. Kurva pengujian waktu fermentasi optimum <i>Sacharomices cerevicae</i> amobil | 21 |
| 8. Kurva pengujian suhu fermentasi optimum <i>Sacharomices cerevicae</i> amobil | 22 |
| 9. Kurva pengujian kestabilan <i>Sacharomices cerevicae</i> amobil | 23 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | hal |
|---|-----|
| 1. Hasil analisa tanah liat P Panjang | 28 |
| 2. Data kurva pertumbuhan <i>Sacharomices cerrevicae</i> | 28 |
| 3. Data pengujian waktu fermentasi optimum <i>Sacharomices cerrevicae</i> amobil | 28 |
| 4. Data pengujian suhu fermentasi optimum <i>Sacharamices cerrevicae</i> amobil | 29 |
| 5. Data pengujian kestabilan <i>Sacharamices</i> <i>cerrevicae</i> amobil | 29 |
| 6. Skor warna, aroma dan rasa minyak kelapa hasil fermentasi | 29 |
| 6. Foto proses pembuatan minyak secara fermentasi berulang | 30 |
| 7. Foto minyak yang dimasak langsung dan minyak hasil fermentasi. | 31 |

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak merupakan zat makanan yang diperlukan sebagai sumber kalori. Dalam bidang pangan selain berfungsi sumber energi bagi tubuh juga berguna sebagai media penghantar panas dan penambah cita rasa. Minyak bersumber dari hewan (minyak hewani: minyak babi, minyak sapi) dan tumbuh-tumbuhan (minyak nabati: minyak kelapa, minyak sawit) (Winarno, 1985)

Pembuatan minyak dalam skala industri melalui beberapa tahap: (1) Pembuatan minyak kasar (crude-oil); (2) pemurnian minyak. Pembuatan minyak kasar biasanya dilakukan dengan cara sebagai berikut : (1) pengepresan dengan kempa hidrolik; (2) rendering yaitu menggunakan air panas. Pemurnian minyak dilakukan melalui beberapa tahap yaitu : (1) pemisahan suspensi koloid (deguming), (2) pemisahan asam lemak bebas (netralisasi); (3) pemucatan (bleaching); (4) penghilangan bau atau deodaranisasi; (5) pemisahan gliserida jenuh dengan cara pendinginan (Kataren, 1985).

Pembuatan minyak secara industri besar maupun industri kecil, cara fermentasi lebih mudah dilakukan dengan mutu yang hampir sama baiknya. Pembuatan secara industri rumah tangga dilakukan dengan membuat santan, kemudian dipisah air dengan blondo, blondo dimasak selama 2 jam didapat minyak. Sedangkan pembuatan minyak secara fermentasi dilakukan dengan menambahkan mikroba pada blondo, kemudian diinkubasi selama 24 jam, sehingga terpisah minyak dengan blondo. Dari kedua proses di atas jelas bahwa pembuatan secara tradisional ini memerlukan lebih banyak memerlukan energi, dibandingkan dengan cara fermentasi.

Arbianto (1990), telah meneliti pembuatan minyak secara fermentasi. Mikroba yang digunakan untuk pembuatan minyak tersebut adalah : *Candida subtilis*, *Saccharomyces cerevicae*,

dan *Lactobacillus Lactis*. Sedangkan Putra (1994), telah meneliti pembuatan minyak dengan menggunakan ragi roti, dan didapatkan minyak dengan mutu yang cukup baik.

Lembaga kimia terapan LIPI tahun 1997, telah mulai memasyarakatkan pembuatan minyak secara fermentasi, tetapi belum menerapkan cara pembuatan minyak secara fermentasi dengan cara amobilisasi sel, sehingga mikroba hanya dapat digunakan satu kali proses. Salah cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut di atas dapat dilakukan dengan mengamobilisasi *Saccharomices cereviceae*.

Amobilisasi sel adalah sel yang terlokalisasi pada tempat tertentu, sehingga sel dapat dipisahkan dari produk dan dapat digunakan berulang-kali dengan aktivitas yang stabil. Amobilisasi sel ini dapat dilakukan dengan menggunakan media pendukung poliakrilamida, DEAE selulosa, natrium alginat. Namun media pendukung tersebut harus memenuhi syarat yaitu: (1) tidak beracun ;(2) mudah didapatkan; (3) tidak mahal (Chibata, 1978). Maka agar dan zeolit, bentonit dan perlit kemungkinan dapat digunakan sebagai media pendukung untuk amobilisasi *Saccharomices cereviceae* untuk membuat minyak kelapa secara fermentasi berulang. Dari proses di atas diharapkan dapat dilakukan pembuatan minyak kelapa dengan proses yang murah dan efisien dengan standar mutu yang baik.

1.2. Tujuan Penelitian.

Penelitian bertujuan untuk:

1. Menentukan kondisi optimum amobilisasi *Sacharomices cerreviceae* dengan agar untuk menghasilkan minyak yang optimum.
2. Menentukan kestabilan sel amobil tersebut, supaya dapat digunakan berulang kali.
3. Menentukan bagaimana sifat fisik dan sifat kimia minyak hasil fermentasi apakah memenuhi standar mutu yang telah ditentukan.

1.3. Mamfaat Penelitian

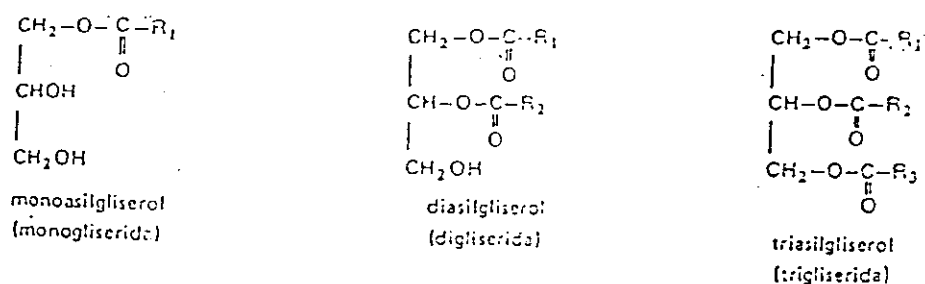
Penelitian ini diharapkan dapat bermamfaat:

1. Sebagai salah satu alternatif bagaimana membuat minyak dengan menggunakan *Sacharomices cerevicae* amobil secara fermentasi berulang.
2. Bila penelitian ini berhasil dengan baik dengan biaya operasinalnya murah maka penelitian ini dilanjutkan untuk dapat diterapkan pada industri kecil dan besar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak dan Lemak

Minyak adalah senyawa ester antara gliserol dengan asam lemak yang disebut dengan gliserida. Gliserida dapat berbentuk padat pada suhu kamar yang disebut dengan minyak, dan berbentuk cair pada suhu kamar yang disebut dengan minyak. Gliserida dengan 1, 2, dan 3 asam lemak disebut masing-masing dengan monogliserida, digliserida dan tri gliserida dengan struktur seperti dibawah ini (Gambar 1).



Gambar 1. Struktur senyawa gliserida

Minyak berfungsi sebagai sumber energi bagi tubuh, 1 gr minyak menghasilkan 9 kalori. Dalam bidang pangan minyak berfungsi sebagai media penghantar panas dan penambah cita rasa (Winarno, 1986).

Minyak berdasarkan sumber dapat dibagi atas : (1) minyak nabati misalnya minyak jagung, minyak kelapa, minyak kacang : (2) minyak hewani seperti minyak babi, minyak sapi, minyak domba (Kataren, 1986).

2.1.1. Minyak kelapa

Kelapa merupakan sumber minyak nabati yang cukup besar di alam. Bagian buah kelapa yang mengandung minyak paling banyak adalah daging buah kelapa. Komposisi kimia daging buah kelapa ditentukan oleh tingkat kematangannya, Buah kelapa mempunyai komposisi kimia sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi kimia daging buah kelapa.

| Kandungan kimia (per 100 gr) | Jumlah |
|------------------------------|---------|
| Protein | 3,4 g |
| Lemak | 34,7 g |
| Karbohidrat | 14,0 g |
| Kalsium | 21,0 mg |
| Posfor | 21,0 mg |
| Besi | 2,0 mg |
| Tiamin | 0,1 mg |
| Asam askorbat | 2,0 mg |
| Air | 46,9 g |
| Bagian yang dapat dimakan | 53,0 g |

Sumber Thieme J G, 1968.

Daging buah kelapa dapat menjadi santan (juice ekstrak) yang dapat digunakan pembuat minyak atau pengganti susu. Karbohidrat yang terdapat pada daging buah kelapa adalah rafinosa, sukrosa, fruktosa, galaktosa dan glukosa. Minyak kelapa berdasarkan kandungan asam lemaknya dapat digolongkan minyak golongan non drying oil (minyak tidak mengering) karena mempunyai bilangan Iod berkisar 7,5 - 10,5.

Sifat kimia dan sifat fisika menunjukkan mutu dari minyak tersebut. Minyak kelapa mempunyai sifat kimia dan sifat fisika sebagai berikut:

Tabel 2 . Mutu minyak kelapa

| Karakteristik | Nilai |
|--|--------|
| Air (% maks) | 0,300 |
| Kotoran (% maks) | 0,05 |
| Bilangan Iod (gr Iod/100 gr minyak) | 8-10 |
| Bil peroksida (mg O ₂ /gr minyak) | 5 |
| Bilangan asam (% maks) | 0,3 |
| Warna dan bau | normal |

Sumber : (SII, 1990)

2.1.2. Pembuatan minyak

Pembuatan minyak nabati meliputi (1) ekstraksi minyak dari tanaman menghasilkan minyak mentah (crude oil), (2) pemurnian minyak mentah menjadi minyak yang siap dikonsumsi (Winarno, 1986).

Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak dari bahan yang diduga mengandung minyak. Ekstraksi dapat dilakukan dengan bermacam cara yaitu : rendering, pengepresan, dan ekstraksi pelarut. Pemurnian minyak bertujuan untuk menghilangkan rasa bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik, dan untuk memperpanjang daya simpan. Pada prinsipnya proses pemurnian minyak melalui tahap sebagai berikut: (1) pemisahan suspensi dan dispersi koloid dengan penguapan, deguming dan pencucian dengan memakai asam, (2) pemisahan asam lemak dengan netralisasi (3) dekolonisasi dengan proses pemucatan, (4) deodorisasi, (5) pemisahan asam lemak yang mudah menguap dengan mengalirkan uap panas.

2.2 Pembuatan minyak secara fermentasi.

Santan kelapa merupakan produk yang dihasilkan dari pengepresan buah kelapa. Santan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan minyak, pengganti susu dan kosmetik. Santan adalah emulsi minyak dalam air yang dilindungi oleh stabilisator protein.

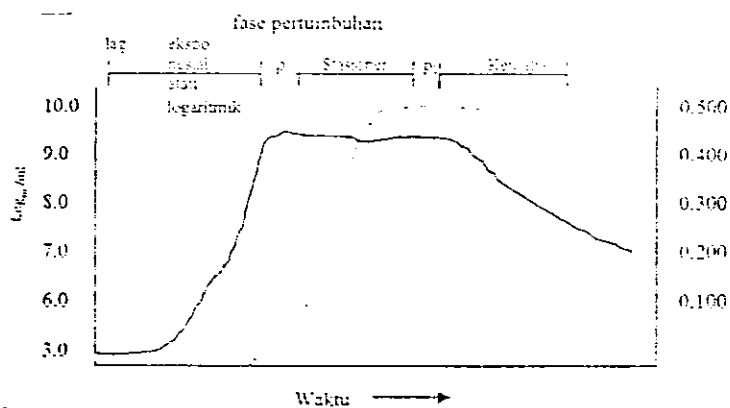
Arbianto (1990) melaporkan, telah melakukan penelitian pembuatan minyak secara fermentasi dengan mikroba *Candida substilis*, *Saccharomices* dan *Lactobacilus sp.* Senyawa karbohidrat yang terdapat dalam santan kelapa akan dirubah menjadi glukosa, dan selanjutnya glukosa dirubah menjadi alkohol dan asam sehingga akan dapat menggumpalkan protein. Maka akan terjadi pemisahan fasa cair dan fasa padat.

Sedangkan Putra (1994), telah melakukan penelitian pembuatan minyak kelapa dengan mikroba yang berasal dari

santan kelapa dengan penambahan gula, dilakukan pada suhu kamar, waktu fermentasi 24 jam. Didapatkan minyak dengan kadar air 0,2975 %, bilangan Iod 8,0341, bilangan peroksida 4,0956, kadar asam lemak bebas 0,6 %, warna dan aroma netral, serta mengandung sedikit kotoran yang mengandung suspensi.

2.3. *Sacharomices cerrevicae*

Mikroba sangat banyak peranan dalam kehidupan, disamping bersifat patogen, mikroba juga bermamfat dalam bidang medis, makanan. Mikroba sebagaimana makhluk hidup lainnya mengalami perkembangan biak yang dapat digambarkan dengan kurva pertumbuhan sebagai berikut:



Gambar 2 : Kurva pertumbuhan mikroba

Dari gambar di atas terlihat bahwa mikroba mengalami 4 fasa selama perkembangannya yaitu : (1) fasa lag; (2) fasa ekponensial; (3) fasa stationer ; (4) fasa kematian. Fasa lag adalah fasa dimana terjadi penyesuaian antara mikroba dengan media pertumbuhan dan tidak terjadi pertumbuhan berarti dari mikroba. Fasa ekponensial adalah terjadi perbanyakan mikroba sehingga kurva menunjukkan grafik yang meningkat dengan tajam. Pada saat ini dihasilkan mikroba baru dan metabolik primer dan skunder. Fasa statoner pada saat ini semua makanan telah habis dikonsumsi sehingga tidak terjadi pertambahan mikroba baru. Terakhir adalah kematian pada saat ini karena semua makanan telah habis dikonsumsi maka akan terjadi proses kani-

balisme antara sesama mikroba atau mungkin dihasilkan metabolik yang dapat mematikan mikroba tersebut (Suriawiria, 1985).

Sacharomices cerevicae adalah mikroba yang termasuk kelompok jamur dengan klasifikasi sebagai berikut: (Suriawiria, U. 1985).

Devisio : Ascomycetes
Kelas : Sacharomycetales
Familia : Sacharomycetaceae
Genus : Sacharomyces
Spesies : *Sacharomyces cerevicae*

Sachramices cerevicae dapat digunakan dalam pembuatan roti, pembuatan tape, dan minuman beralkohol. Pada pembuatan minuman beralkohol, karbohidrat (polisakarida) dihidrolisa menjadi glukosa (monosakarida) selanjutnya akan dirubah menjadi alkohol.

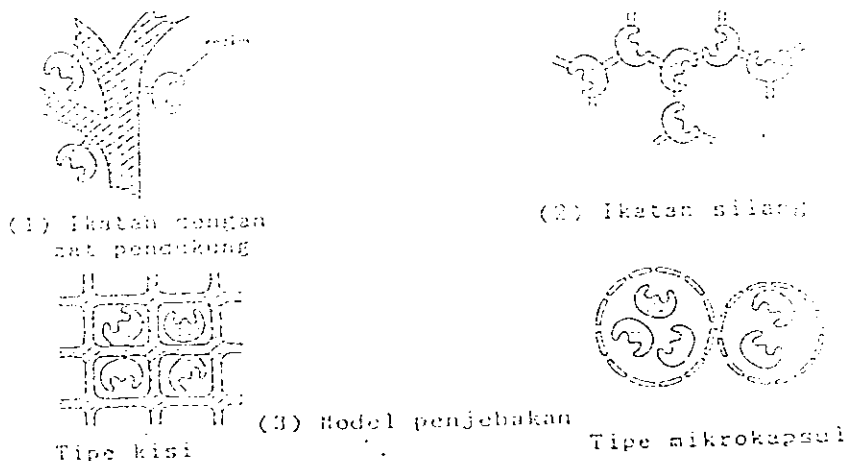
2.4. Amobilisasi sel

Penggunaan mikroba dalam fermentasi pada umumnya hanya dapat digunakan untuk satu kali pemakaian. Menurut Chibata (1978), sel amobil adalah penempatan sel/enzim pada lokasi tertentu sehingga dapat digunakan berulang kali dengan kehilangan sedikit aktivitasnya selama pemakaiannya. Penggunaan sistem amobil dalam industri lebih menguntungkan dibandingkan dengan cara fermentasi biasa karena: (1) sistem amobil dapat digunakan berulang kali; (2) mengurangi tercampurnya sel dengan hasil reaksi; (3) pengendalian reaksi lebih mudah (Cruger, 1980)

Sel amobil harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu: (1) mikroba yang digunakan tidak menghasilkan enzim lain yang merugikan atau adanya produk yang dihasilkan tidak mengurangi aktivitas enzim yang terdapat dalam sel. (2) bila sel menghasilkan zat seperti tersebut di atas maka harus mudah dihilangkan dengan pengaturan pH atau temperatur ;(3) substrat harus mudah masuk ke dalam sel amobil.

2.4.1. Teknik Pembuatan sel amobil

Pembuatan sel amobil dapat dilakukan dengan tiga metoda : (1) pengikatan dengan media pendukung yang tidak dapat larut dalam air; (2) pengikatan silang antara sel dengan media pendukung yang mempunyai gugus fungsi ganda; (3) penjebakan sel ke dalam media pendukung yang merupakan polimer yang bersifat semipermeabel (Wang I C D, et al 1978).



Gambar 3 : Model Pembuatan sel amobil

Sedangkan berdasarkan interaksi dengan bahan pendukung teknik amobilisasi dapat pula digolongkan atas; (1) absorpsi fisik; (2) ikatan ion; (3) ikatan kovalen. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3: Penggolongan teknik amobilisasi berdasarkan interaksi dengan media pendukung.

| Interaksi | Media Pendukung |
|----------------|---|
| Absorpsi fisik | Karbon aktif, silika gel, alumina, kanji tanah liat, gelas. Bahan yang termodifikasi: tanin-aminohexil selulosa, konkanavanalin A-Separosa |
| Ikatan ion | Media penukar kation : CM selulosa, amberlit, Dowex 50. Media penukar anion : DEAE selulosa, DEAE sephadex, poliaminopolistiren, Amberlit IR 45. |
| Ikatan kovalen | Media pendukung alami: selulosa, CM selulosa, agarosa, dektran. Media pendukung sintetik: poliakrilamida poliaminopolistiren. |

Sumber : Wirahadikusumah M, 1987.

Pemilihan teknik amobilisasi sangat tergantung pada macam sel yang akan digunakan. Untuk amobilisasi sel teknik yang paling sering digunakan adalah penjebakan, sedangkan untuk amobilisasi enzim, ikatan ion dan ikatan kovalen yang banyak digunakan. Namun bila teknik di atas ada kelemahannya maka cara di atas dapat digabung misalnya absorpsi fisik dengan penjebakan.

Metoda penjebakan (entrapping) adalah memperangkap sel dalam selaput yang semi permiable, sehingga tidak berkurang aktivitas selama pemakaian. Teknik penjebakan ini kurang efektif digunakan bila : (1) kurang terdistribusinya sel dalam media pendukung; (2) kecilnya pori sehingga mengurangi interaksi sel dengan substrat, sehingga dalam penjebakan perlu diketahui pori yang sesuai ; (3) hilang atau berkurang aktifitasnya selama proses polimerisasi akibat panas. Metoda penjebakan ini telah banyak digunakan karena sedikit sel yang lepas sewaktu amobilisasi maupun pada waktu kondisi operasi.

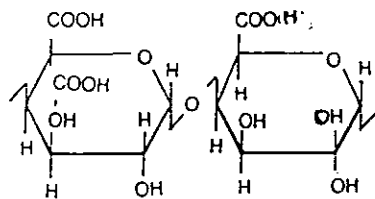
Media pendukung yang digunakan dapat berupa bahan sintesis maupun bahan alam. Bahan sintesis yang dapat digunakan yaitu poliakril amida, glutaraldehid, dan natrium alginat, poliaminostiren dan lain-lain (Trevan et al, 1980)

2.4.2. Jenis media pendukung.

Media pendukung yang digunakan biasanya adalah : murah dan mudah didapatkan, tidak bersifat racun, dan tahan dalam penggunaannya. Salah satu media yang berharga murah dan mudah didapatkan adalah agar.

Agar

Agar merupakan polimer rantai lurus dari galaktan sulfat yang berikatan (1,3)-galaktosida dan tiap 10 molekul berikatan (1,4). Asam alginat dihasilkan dari suatu dari suatu ganggang laut (*Macrocytis pyrifera*) yang diekstraksi dengan Na_2CO_3 . Asam alginat terdiri dari (1,4) asam marunat.



Gambar 4: Struktur dari asam alginat (Sumber : Winarno, 1986)

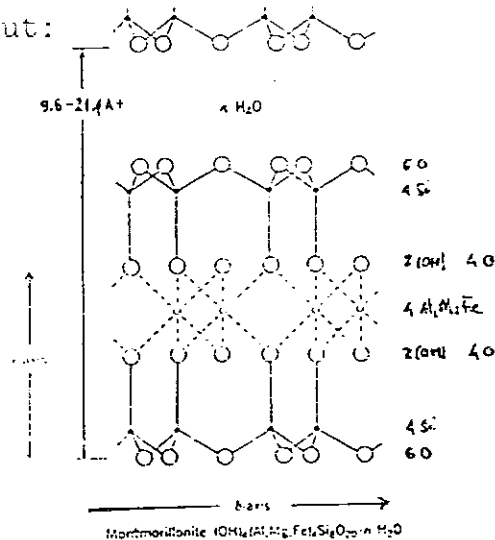
Agar dapat membentuk gel pada suhu tertentu. Jenis gel yang membentuk pada suhu 88°C termasuk rapid set, sedangkan yang membentuk gel pada suhu sama atau kecil dari 54°C disebut dengan slow set. Perbandingan jumlah air, agar dan suhu, serta pH mempengaruhi kekerasan dan pori gel yang terbentuk (Winarno. 1986).

Tanah Liat

Tanah liat (Clay) yang banyak terdapat di daerah Sumatera Barat seperti Kotamadia Padang Panjang, Galogandang Tanah Kabupaten Tanah Datar, dan daerah Baso Kabupaten Agam. Tanah liat digunakan untuk bahan kerajinan. Dari hasil analisa yang dilakukan pada tanah liat Baso Bukittinggi termasuk

dalam Kalsium Bentonit dengan komposisi kimia adalah SiO_2 58,2 %, Al_2O_3 15,3 %, Fe_2O_3 4,95 %, CaO 1,35 %, CaCO_3 , MgO 2,4 %, MgCO_3 , K_2O , Na_2O , TiO_2 (Silvia Y, 1999).

Menurut Zulkarnaen 1990, bentonit adalah sejenis lempung yang mengandung monmorilonit. Monmorilonit adalah mineral hasil pelapukan tufa atau abu vulkanik. Struktur dasar dari monmorilonit adalah terdiri dari suatu lapisan oktahedral yang diapit oleh dua lapisan tetrahedral seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2: Struktur monmorilonit (Robertson, 1957)

Lempung termasuk batuan rombakan (sedimen) yang dapat berupa endapan residu endapan sedimen. Endapan jenis pertama terjadi karena proses pelapukan mekanik dan kimia, sedangkan endapan jenis kedua terjadi karena sedimentasi dan diagenesis. Berdasarkan jumlah lembar tetrahedral dan oktahedral dalam lapisannya maka monmorilonit dikenal juga tipe 2 : 1 atau trimorfik. Beberapa substitusi dapat terjadi pada lapisan ini yaitu substitusi Al^3 terhadap Si^3 dalam lembar tetrahedral dan substitusi Fe^2 dan Mg^2 terhadap Al^3 pada lembar oktahedral (Costa, 1981).

Bentonit mempunyai sifat fisika yang khas sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap, perekat, pengisi untuk bahan lumpur bor dxan lain-lain. Adanya dua jenis bentonit yang banyak digunakan dalam industri yaitu sweling bento-

nit (bentonit yang mengembang) dan non swelling bentonit (bentonit yang tidak mengembang). Kalsium bentonit jenis non swelling bentonit yaitu bentonit jenis monmorilenit yang mengandung double water layer particles (bentonit yang mempunyai dua lapisan) dengan kalsium sebagai ion dapat dipertukarkan. Kalsium bentonit ini dapat digunakan sebagai bahan penyerap (absorben) yang dikenal sebagai bleaching earth (Zulkarnaen, 1990).

Monmorilenit sebagai komponen utama penyusun bentonit mempunyai potensi mengembang dan mengerut yang cukup tinggi sehingga mineral ini dapat mengikat ion logam dan senyawa-senyawa organik. Penyerapan ini menghasilkan pembentukan kompleks organik logam. Ion-ion organik ini menggantikan kation anorganik pada posisi antar lapis (Tan K H, 1982).

2.4.3. Perubahan sifat sel amobil.

Menurut Wang et all (1979), sel amobil sering mengalami perubahan kondisi optimum selama pemakaian misalnya pH, temperatur, waktu inkubasi. Perubahan sifat ini terjadi karena pengaruh media pendukung, hal ini disebabkan yaitu:

(1) Terhalangnya interaksi antara substrat dengan sel, sehingga reaksi berlangsung lambat akibatnya waktu inkubasi lebih lama dibandingkan sel bebas. Dalam hal ini pengaturan pori sangat diperlukan.

(2) Pengaruh jenis media pendukung yang digunakan. Bila media pendukung yang digunakan bersifat asam atau basa maka akan berpengaruh pada pH optimum dari pertumbuhan sel. Bila suasana asam maka pH optimum akan bergeser ke arah pH yang lebih rendah, demikian pula sebaliknya.

(3) Temperatur berpengaruh pada interaksi antara substrat dengan sel. Bila media pendukung bersifat sebagai konduktor panas yang baik, maka interaksi substrat dengan sel cepat, temperatur optimum tidak berubah, tetapi bila bersifat sebagai isolator maka dibutuhkan kenaikan temperatur optimum, agar terjadi interaksi yang baik antara sel dengan substrat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biokimia dan Mikrobiologi FMIPA-Universitas Negeri Padang, dari bulan April 2000 - September 2000.

3.2. Alat dan Bahan

Alat : Alat gelas (buret, erlemeyer, gelas piala, gelas ukur); termometer Air raksa; timbangan analitis, sentrifus; autoklaf; spektronik 20.

Bahan: gula; toge; *Sacharomyces cerrevicae*; agar-agar merk Sriniti; tanah liat, natrium hidroksida; benzen; eter; etanol; asam oksalat; asam asetat; natrium tiosulfat; kalsium khlorida; larutan pati; kalium iodida

3.3. Metoda

3.3.1. Persiapan media pendukung tanah liat.

Tanah liat dikeringkan didalam oven sampai seluruh airnya menguap, kemudian dihaluskan diayak dengan ukuran 50 um. Penentuan komposisi tanah liat dan pengolongan mineral dilakukan di Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Padang.

3.3.2. Penentuan kurva pertumbuhan *Sacharomices cerrevicae*

- Pembuatan media pertumbuhan *Sacharomices cerrevicae*

Ke dalam erlemyer 250 ml dimasukkan 1 gr gula, 5 gr toge yang telah dihaluskan, 0,2 gr agar, dilarutkan dalam 100 ml aquades, ditutup. Disterilkan dengan autoklaf, kemudian didinginkan.

- Penentuan kurva pertumbuhan *Sacharomices cerrevicae*.

Masukkan *Sacharomices cerrevicae* ke dalam media, diukur pertumbuhan dari waktu 2, 4, 6, 8, 10 jam secara turbidimetri. Setelah mencapai waktu optimum dilakukan panen mikroba.

3.3.3. Persiapan ekstraksi minyak secara fermentasi

Penelitian dilakukan dengan membuat starter, kemudian amobilisasi *Saccharomyces cereviceae*, penentuan kondisi optimum fermentasi, dan pengujian kestabilan sel amobil. Minyak yang difermentasi pada kondisi optimum diuji sifat fisik dan sifat kimianya.

- Amobilisasi *Sacharomices cerrevicae*

Agar powder merk satelit dilarutkan dalam 50 ml aquades, tambahkan gula 2,5 gr. Kemudian dipanaskan pada temperatur 100°C selama 20 menit. Larutan didinginkan sampai temperatur 38°C, tambahkan 1 gr Sacharomices cerrevicae, diaduk merata. didinginkan, kemudian dipotong 0,5 x 0,5 cm, dicuci dengan aquades.

- Pembuatan starter

Skim kelapa sebanyak 25 ml dimasukkan kedalam erlemeyer 250 ml, ditambah gula sebanyak 0,5 gr, toge yang telah dihaluskan 2,5 gr, kemudian disterilisasi dengan autoklaf, didinginkan sampai suhu kamar, tambahkan sel amobil ditutup dengan kapas, dibiarkan selama 2 jam.

3.3.4. Ekstraksi minyak kelapa secara fermentasi (Putra, 1994)

Daging kelapa dicuci, diparut, ditimbang 250 g, diremas menggunakan air panas (80 - 90 ° C) dengan perbandingan 1 : 1, disaring menggunakan kain putih. Filtrat dipisahkan dari ampas kelapa. Cara diatas dilakukan 2 kali. Filtrat yang didapatkan digabung. Selanjutnya didiamkan selama 2 jam, sampai terjadi pemisahan skim dan krim, skim dipisahkan dengan penyedotan. Sebanyak 100 ml skim dimasukkan ke dalam botol fermentasi yang telah berisi *Saccharomyces cerrevicae* amobil dan starter, ditutup rapat, diaduk selama 5 menit, ditambahkan 5 ml buffer posfat pH 7, difermentasi selama 24 jam, pada suhu 37 °C. Setelah selesai fermentasi, minyak dipisahkan dari blondo menggunakan kertas saring, diukur volume (ml) yang didapat. Kemudian dimurnikan dengan uap panas menggunakan autoklaf.

- Pengujian kondisi optimum fermentasi.

Pengujian kondisi optimum fermentasi dilakukan terhadap waktu fermentasi dilakukan dari 6 - 36 jam. Hasil pengujian waktu yang optimum digunakan untuk suhu. Penentuan suhu optimum dilakukan dari 33 - 41 ° C.

- Pengujian kestabilan sel amobil

Pengujian kestabilan *Saccharomyces cereviceae* amobil, dilakukan dengan menggunakan kondisi di atas, diuji kestabilan terhadap hasil (ml) minyak yang didapat dengan variasi waktu 24 jam - sampai 168 jam.

3.3.5. Pengujian sifat kimia dan sifat fisika minyak hasil fermentasi.

Pengujian sifat minyak dilakukan terhadap kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan Iod, kadar air serta uji organoleptik. Data pengujian sifat fisik dan sifat kimia dapat digunakan untuk mengetahui mutu minyak hasil fermentasi ini.

- Penentuan kadar asam lemak bebas (AOAC, 1990)

Penentaun kadar asam lemak bebas ditentukan dengan menggunakan metoda National Cottonseed Product Assiation. Minyak seberat 7,05 gr dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml, ditambah 50 ml alkohol 95 % yang telah ditetesi phenolpta-lein. Kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah jambu yang permanen. Kadar asam lemak bebas ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Kadar asam lemak bebas} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N} \times 200}{1000 \times \text{berat minyak}} \times 100$$

N = normalitas NaOH

200 = bobot molekul asam laurat (asam lemak bebas yang paling banyak terdapat pada minyak).

- Penentuan bilangan peroksida (AOAC, 1990)

Penentuan kadar asam lemak bebas ditentukan dengan menggunakan metoda National Cottonseed Product Asssiation. Minyak seberat 0,5 gr ditambahkan campuran asam asetat dan kloroform (3 : 2) digoyang sampai tercampur sempurna. Selanjutnya ditambahkan KI jenuh, biarkan selama 1 menit, kemudian dikocok, tambahkan 30 ml air dan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai hilang warna kuning. Kemudian ditambahkan pati sebanyak 0,5 ml dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang.

Bilangan peroksida dihitung sebagai:

$$\text{Bilangan peroksida} \quad : \quad S \times N \times 1000$$

$$(\text{ml ekv peroksida}/1000 \text{ gr minyak}) \quad \frac{\quad}{\text{berat sampel}}$$

S = ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan untuk titrasi

N = normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

- Penentuan bilangan Iod (AOAC, 1990)

-Pembuatan larutan Wijs

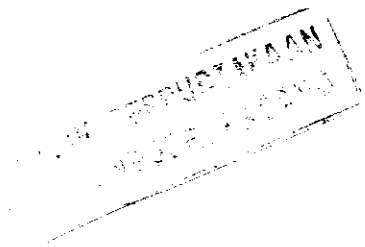
Larutan 13 g Iod ke dalam 1 l asam asetat glasial, dialiri gas khlor sampai larutan menjadi kekuning-kuningan. Larutan disimpan dalam botol coklat

-Pengujian bilangan Iod

Timbang 0,34 g minyak kemudian dilarutkan dalam 15 ml CCl_4 , tambahkan 25 ml larutan Wijs disimpan selama 1 - 2 jam dalam ruang gelap. Tambahkan 10 ml larutan KI 20 % dan 100 ml air suling. Tutup erlemyer dan titrasi dengan thiosulfat 0,1 N, dengan menggunakan indikator kanji.

Bilangan Iod dihitung:

$$\text{Bilangan Iod} \quad : \quad \frac{(V1 - V) \times N \times 12,9}{W}$$



V_1 = volume tiosulfat untuk titrasi blanko
 V = volume tiosulfat untuk titrasi sampel
 N = normalitas larutan tiosulfat
 W = berat sampel

- Penentuan kadar air (Dep Perindustrian, 1990)

Minyak dihomogenkan dengan pengadukan dan pemanasan ringan, diambil 5 gr dimasukkan ke dalam cawan dan dioven selama 30 menit pada suhu 110°C . Kadar air dihitung dan bahan menguap dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air dan bahan menguap : } \% \text{ b/b} = 100 \times \frac{(W - W_1)}{W}$$

W = bobot minyak (gr)

W_1 = bobot residu (gr)

e. Penentuan kadar kotoran (Dep Perindustrian, 1990)

Minyak sebanyak 35 ml ditambahkan 100 ml Petroleum eter dan disaring dengan kertas bebas abu. Selanjutnya minyak yang tersisa pada kertas saring diekstrak dengan soklet. Kemudian kertas saring dikeringkan pada oven $90 - 100^{\circ} \text{C}$, ditimbang. Pengeringan dilakukan berulang kali sampai didapat berat konstan.

Kadar kotoran dihitung:

$$\text{Kadar kotoran : } \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{W}$$

W = bobot minyak (g)

W_1 = bobot kertas saring (g)

W2= bobot kertas saring dan kotoran (g)

- Pengujian organoleptik (Soekarto, 1984)

Penilaian organoleptik minyak hasil pemurnian dilakukan terhadap warna, aroma dengan menggunakan skoring. Minyak tersebut diberi nomor tertentu diuji terhadap 12 panelis.

Panelis memberikan skoring seperti tabel 7:

Tabel 4: Skoring Penilaian organoleptik terhadap warna, aroma dari minyak.

| Warna | Aroma | Nil |
|-------------------|----------------------|-----|
| Kuning kecoklatan | sangat tengik sekali | 1 |
| kuning keruh | sangat tengik | 2 |
| keruh | tengik | 3 |
| agak bening | agak tengik | 4 |
| bening | tidak tengik | 5 |

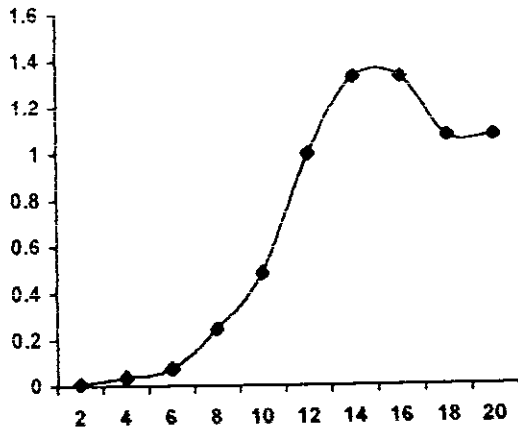
3.4. Pengolahan data.

Pada penelitian ini data ditampilkan secara deskriptif, dan pengolahan data dilakukan tanpa menggunakan statistik. Data penentuan kondisi optimum yaitu suhu dan waktu fermentasi dilihat dari jumlah minyak yang dihasilkan pada tiap variasi. Selanjutnya hasil uji kestabilan bari sel amobil menunjukkan bahwa sel amobil ini dapat digunakan berulang kali atau tidak. Hasil kondisi optimum di atas diuji sifat fisik dan sifat kimia dibandingkan mutu minyak menurut standar dari literatur atau SII (Standar Industri Indonesia) 1990.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kurva pertumbuhan *Sacharomyces cerevicae*

Dari hasil pengujian waktu pertumbuhan optimum didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 5: Kurva pertumbuhan *Sacharomices cerevicae*

Grafik di atas menunjukkan bahwa fasa lag *Sacharomices cerevicae* berlangsung dari waktu 0 - 6 jam, selanjutnya memasuki fasa eksponensial perkembangan mikroba ini berlangsung sangat cepat dari waktu 6 sampai 14 jam. Selanjutnya pada waktu 14 jam memasuki fasa stationer, kemudian waktu 16 jam jumlah mulai menurun. Pemanenan *Sacharomices cerevicae* dilakukan pada waktu 14 jam, untuk digunakan untuk membuat sel amobil.

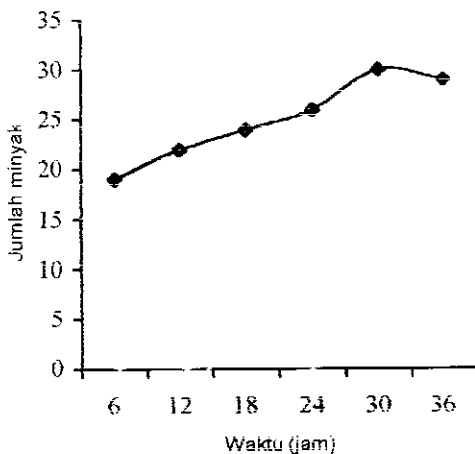
4.2. Kondisi optimum dari fermentasi *Sacharomices cerevicae* amobil

Hasil pengujian Balai Penelitian dan Pengembangan industri Padang ternyata tanah liat Padang Panjang termasuk kelompok Calcium Bentonit dengan komposisi seperti terlampir (lampiran 1).

Kondisi optimum yang dilakukan terhadap waktu dan suhu didapat seperti dibawah ini.

4.2.1. Waktu optimum fermentasi *Sacharomices cerevicae* amobil

Pada penentuan waktu fermentasi optimum *Sacharomices cerevicae* amobil yang dilakukan dengan media pendukung agar didapat hasil seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

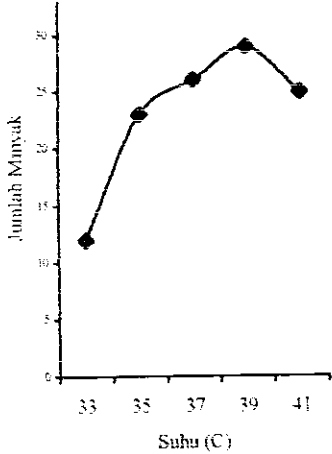


Gambar 6 : Kurva waktu optimum fermentasi *Sacharomices cerevicae* amobil

Dari gambar di atas terlihat bahwa terjadi peningkatan jumlah minyak yang dihasilkan dengan waktu fermentasi sampai waktu 24 jam, setelah itu terjadi penurunan jumlah minyak secara perlahan-lahan. Rosita M (1999), mendapatkan waktu optimum yang diperlukan untuk menghasilkan minyak yang optimum dari pembuatan minyak secara fermentasi dengan Ragi roti adalah 24 jam. Hal ini menunjukkan bahwa agar mempunyai pori yang sesuai dengan ukuran substrat dan tidak menghalangi interaksi antara substrat dengan sel amobil.

4.2.2. Suhu optimum fermentasi *Sacharomices cerevicae* amobil

Dari penentuan suhu optimum fermentasi *Sacharomices cerevicae* amobil dengan beberapa media pendukung dapat dilihat pada gambar berikut.



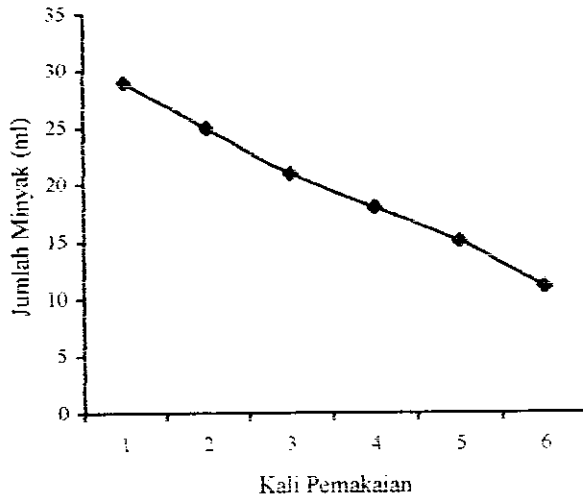
Gambar 7 : Kurva suhu optimum fermentasi *Sacharomices cerevicae* amobil

Dari gambar di atas terlihat bahwa terjadi peningkatan jumlah minyak yang dihasilkan dengan suhu fermentasi dari temperatur 33 sampai waktu 39 °C. Setelah itu terjadi penurunan jumlah minyak secara perlahan-lahan. Namun hasilnya masih termasuk ke dalam range temperatur yang biasa digunakan untuk fermentasi alkhoh yaitu antara 37 sampai 41°C.

Jumlah minyak optimum yang dihasilkan pada media pendukung agar 29 ml. Masdalena R (1999), melaporkan dari 100 ml santan minyak yang dibuat dengan ragi roti menghasilkan 31,4 ml. Perbedaan jumlah minyak yang dihasilkan tidak begitu besar, hal ini disebabkan masih tertinggalnya minyak pada sel amobil. Alkhoh yang dihasilkan dari fermentasi gula yang ditambahkan untuk memecah emulsi santan menghasilkan minyak.

4.3. Kestabilan *Sachramices cerrivicae* amobil

Dari pengujian kestabilan *Sachramices cerrivicae* amobil yang dilakukan terhadap beberapa kali penggunaan didapatkan hasil seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 8 : Kurva pengujian kestabilan *Sachramices cerrivicae* amobil

Dari kurva di atas terlihat bahwa terjadi penurunan jumlah minyak yang dihasilkan untuk setiap kali pemakaian. Pada kali kedua agar terjadi penurunan jumlah minyak drastis. Dari penelitian ini ternyata pengebakan dengan agar dapat mempertahankan efisiensi sampai 5 kali dengan efisiensi yang cukup tinggi yaitu 51,7 %.

4.4. Sifat-sifat fisiko-kimia minyak hasil fermentasi

Dari pengujian minyak hasil fermentasi dengan kondisi yang optimum didapatkan sifat fisiko-kimia minyak seperti

Tabel 5. Sifat fisiko-kimia minyak hasil fermentasi

| Karakteristik | Nilai untuk minyak fermentasi | Nilai minyak dimasak langsung |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Air (% maks) | 0,150 | 0,226 |
| Kotoran (% maks) | 0,038 | 0,508 |
| Bilangan Iod (gr Iod/100 gr minyak) | 8,675 | 8,645 |
| Bil peroksida (mg O ₂ /gr minyak) | 4,993 | 5,575 |
| Bilangan asam (% maks) | 0,148 | 0,585 |
| Warna dan bau | Jernih,harum | kuning,harum |

Pengujian sifat fisiko-kimia yang juga merupakan gambaran mutu minyak. Bila dibandingkan dengan mutu minyak menu rut SII didapatkan kadar air adalah 0,3 sedangkan minyak fermentasi diatas SII yaitu 0,360. Kadar air minyak hasil fermentasi lebih besar dari minyak masak langsung karena minyak dilakukan dengan pemanasan yang cukup lama. Pada pengujian kadar kotoran didapatkan kadar kotoran yakni 0,038 yang lebih rendah dari kadar kadar kotoran menurut SII yaitu 0,5 tetapi untuk minyak yang diolah secara tradisional didapatkan nilai yang lebih besar yaitu 0,508. Hal ini disebabkan oleh penggunaan agar dan bentonit dapat berfungsi sebagai absorben untuk minyak. Hal ini disokong oleh pengujian oragnoleptik yang menunjukkan nilai mendekati sangat baik yaitu bening, tidak tengik dan tidak sepet (Lampiran 5). Sedangkan untuk minyak yang dimasak langsung didapatkan warna kuning. Bilangan Iod didapatkan hasil sangat baik yaitu 8,393 yang seharusnya menurut SII yaitu 8 - 10 dan bilangan peroksida 4,993, yang masih dibawah mutu minyak yaitu 5, sedang minyak yang dimasak langsung adalah 5,578. Hal disebabkan pemanasan minyak yang cukup lama selama proses pembuatan meningkatkan bilangan peroksida.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu fermentasi optimum yang diperlukan untuk membuat minyak adalah 24 jam, dan temperatur optimum adalah 39 °C.
2. Kestabilan *Sacharomyces cerevicae* untuk membuat minyak secara fermentasi berulang adalah untuk 4 kali pemakaian adalah 60 %
3. Mutu minyak hasil fermentasi didapatkan sangat memenuhi mutu minyak jika dibandingkan dengan SII 1990.

5.1. Saran.

Dari hasil penelitian di atas disarankan untuk menentukan efisiensi penggunaan *Sacharomices cerevicae* amobil dan perancangan fermentor untuk dapat diterapkan dalam skala industri kecil maupun industri besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonym. 1990. Mutu Minyak dan Cara Uji Minyak Kelapa, Standar Industri Indonesia. Departemen Perindustrian. Jakarta. hal 3.
2. AOAC. 1990, Official Methodes of Analysis of The Assosiation of Official Analytical Chemistry Inc. Arlington Virginia. pp : 112 - 121.
3. Arbianto, P. 1990. Pengembangan Pembuatan Minyak Kelapa Secara Fermentasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Ujung Pandang. 40 hal.
4. Chibata, I. Immobilized Enzyme Research and Development Halted Press Book. New York. 284 pp.
5. Crueger W, Crueger A. 1982 Biotechnology: A Text Book of Industrial Microbiology, Science Tech Inc. Medison. pp : 161 -178.
6. Kataren S, 1986, Minyak dan Lemak Pangan, UI Press Jakarta 313 hal.
7. Maggy T, S. Enzim dan Bioteknologi. PAU Pangan dan Gizi IPB, 332 hal.
8. Masdalena R. 1999 Pengaruh Waktu Inkubasi Terhadap Jumlah dan Mutu Minyak Kelapa Hasil Fermentasi dengan Menggunakan Ragi Roti. Skripsi-Kimia FMIPA- UNP. Padang. 56 hal.
9. Putra, HS. Pengaruh Penambahan Gula dan Lama Inkubasi Pada Ekstraksi Minyak Kelapa Secara Fermentasi. Unila Press. Lampung. 1994
10. Sastramihardja I. 1990. Amobilisasi sel dan Organel dan Enzim Petunjuk Laboratorium, PAU Bioteknologi ITB. 35 hal
11. Suhandiono dan Syamsiah. 1987. Pembuatan Minyak Kelapa dengan cara Fermentasi. Di dalam Bioproses dalam Industri Pangan. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta. hal 87- 89.
12. Sukarto S T, 1984, Pengujian Organoleptik untuk Beberapa Industri Pangan dan Hasil Pertanian, Penerbit Bharata Karya Aksara, Jakarta, 121 hal
13. Thieme W H, 1987, Coconut Oil Processing, FAO Agriculture Development Paper, (89). Roma pp : 231 - 245.
14. Trevan, Michael D, 1980, Immobilized Enzymes, an Intro

duction and Application in Biotechnology. John Willey and Sons, New York, pp 520 - 523.

15. Wang I C D et, Conney C L, Demain A L, 1980 Fermentation and Enzyme Technology, John Willey and Son, New York, 339 - 367.
16. Winarno F G, Kimia Pangan dan Gizi, Penerbit Gramedia, Jakarta, hal 121 - 145.
17. Wirahadikusumah M, Teknologi Amobilisasi Enzim. Seminar Nasional Teknologi Enzim Januari 1987. Bandung, 18 hal

LAMPIRAN

Tabel 1. Hasil Analisa Tanah Liat Padang Panjang oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Padang

| No | Parameter | Hasil Analisa (%) |
|----|--------------------------------|-------------------|
| 1 | LoI | 22,75 |
| 2 | SiO ₂ | 57,87 |
| 3 | Al ₂ O ₃ | 2,68 |
| 4 | CaO | 2,19 |
| 5 | MgO | 1,28 |
| 6 | Fe ₂ O ₃ | 4,42 |
| 7 | SO ₃ | 2,73 |

Tabel 2. Data Pertumbuhan *Sacharomices cerrevicae*

| No | Waktu (jam) | Absorban (A) |
|----|-------------|--------------|
| 1 | 2 | 0,009 |
| 2 | 4 | 0,038 |
| 3 | 6 | 0,074 |
| 4 | 8 | 0,245 |
| 5 | 10 | 0,486 |
| 6 | 12 | 0,699 |
| 7 | 14 | 1,333 |
| 8 | 16 | 1,333 |
| 9 | 18 | 1,075 |
| 10 | 20 | 1,075 |

Tabel 3. Data Penentuan Waktu Inkubasi Optimum *Sacharomices cerrevicae* amobil dengan media pendukung Agar + Tanah Liat

| No | Waktu (jam) | Jumlah Minyak (ml) |
|----|-------------|--------------------|
| 1 | 6 | 19 |
| 2 | 12 | 22 |
| 3 | 18 | 24 |
| 4 | 24 | 26 |
| 5 | 30 | 30 |
| 6 | 36 | 29 |

Tabel 4. Data Penentuan Suhu Optimum *Sacharomices cerrevicae* amobil dengan media pendukung Agar + Tanah Liat

| No | Suhu (⁰ C) | Jumlah Minyak (ml) |
|----|------------------------|--------------------|
| 1 | 33 | 29 |
| 2 | 35 | 30 |
| 3 | 37 | 34 |
| 4 | 39 | 35 |
| 5 | 41 | 30 |

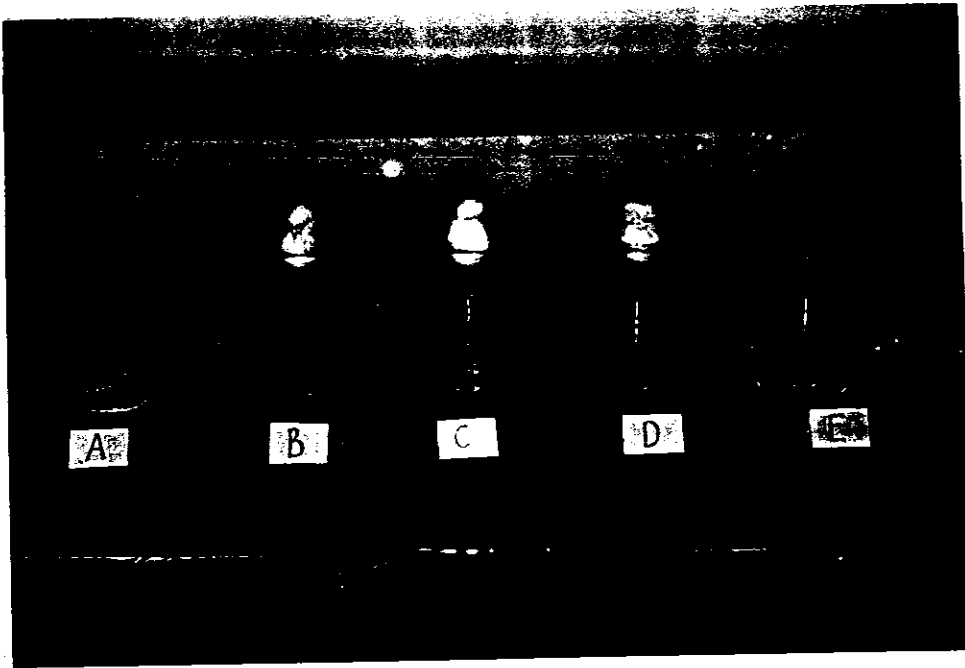
Tabel 5. Data Kestabilan *Sacharomices cerrevicae* amobil dengan media pendukung Agar + Tanah Liat

| No | Kali Pemakaian | Jumlah Minyak (ml) |
|----|----------------|--------------------|
| 1 | 1 | 35 |
| 2 | 2 | 34 |
| 3 | 3 | 32 |
| 4 | 4 | 28 |
| 5 | 5 | 27 |

Tabel 6. Skoring warna dan aroma minyak kelapa hasil fermentasi

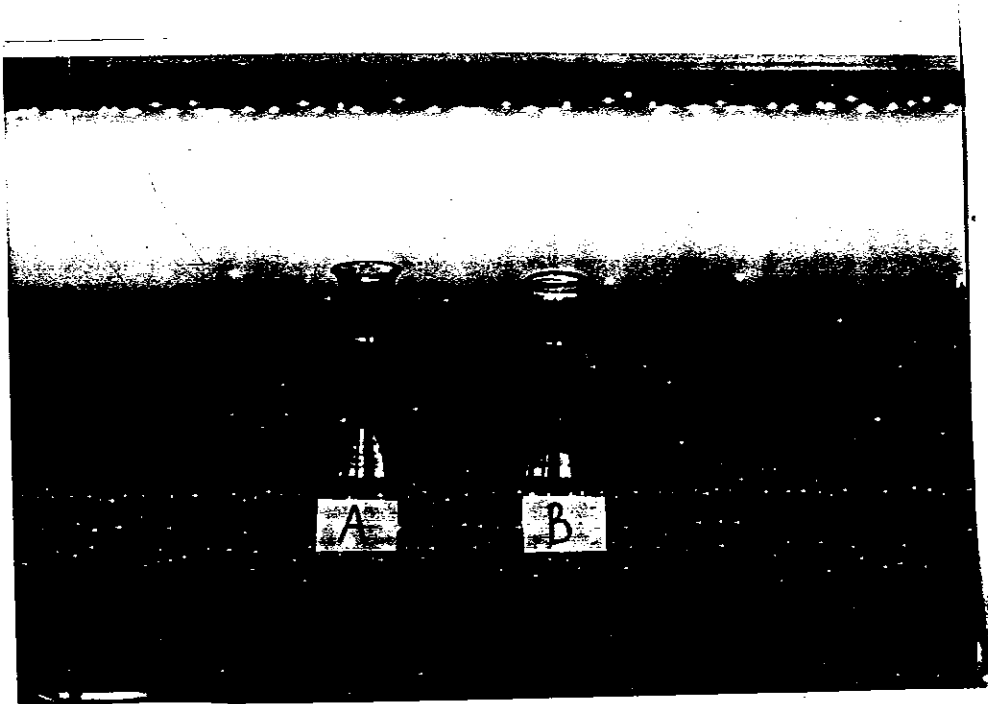
| No Panelis | Warna | Skor Aroma |
|------------|-------|------------|
| 1 | 5 | 5 |
| 2 | 5 | 4 |
| 3 | 4 | 5 |
| 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 |
| 6 | 4 | 4 |
| 7 | 5 | 4 |
| 8 | 4 | 5 |
| 9 | 5 | 5 |
| 10 | 4 | 4 |
| Jumlah | 45 | 45 |
| Rata-rata | 4,5 | 4,5 |

VI. Foto proses pembuatan minyak secara fermentasi berulang.
dengan media pendukung agar dan tanah liat



Keterangan : A = agar powder dan tanah liat
B = Starter
C = *Sacharomices cerevicae* amobil
D = Proses fermentasi sedang berlangsung
E = Minyak hasil fermentasi

VII. Foto minyak masak langsung dan minyak hasil fermentasi berulang.



Keterangan : A = minyak masak langsung
B = minyak hasil fermentasi berulang.