

**PENGARUH MASSA RAGI DAN MASSA SUKROSA
PADA PROSES FERMENTASI JERAMI NANGKA
UNTUK MENDAPATKAN ETANOL**

SKRIPSI

Diusun Oleh:

**YENI DWI FIRMANINGTYAS
00.16.009**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK GULA DAN PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG - 2005**

PENGARUH MASSA RAGI DAN MASSA SUBSTRAT
PADA PROSES FERMENTASI JERAMI NANGKA
UNTUK MENDEPAKAN ETANOL

SKRIPSI

Disusun Oleh:
SAYONIRAHMATI THE MEY
00.18.008

KELOMPOK TEKNIK RUMAH
PROGRAM STUDI TEKNIK BIA DAN PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG - 2008

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

Pengaruh Massa Ragi Dan Massa Sukrosa Pada Proses Fermentasi Jerami Nangka Untuk Mendapatkan Etanol

Disusun dan diajukan guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Program Strata Satu (S1)

Disusun Oleh :

Yeni Dwi Firmaningtyas

00.16.009

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Harimbi Setyawati, MT
Nip. 131 997 471

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Dwi Ana Anggorowati, ST
Nip.P. 103 0000 346

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia
Program Studi Teknik Gula dan Pangan



Dwi Ana Anggorowati, ST
Nip.P. 103 0000 346



Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Yeni Dwi Firmaningtyas
Nim : 00.16.009
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : Teknik Gula Dan Pangan
Judul Skripsi : Pengaruh Massa Ragi Dan Massa Sukrosa Pada Proses
Fermentasi Jerami Nangka Untuk Mendapatkan Etanol
Dipertahankan dihadapan penguji skripsi jenjang Program Strata Satu (S1) pada :
Hari : Sabtu
Tanggal : 19 Maret 2005
Nilai : A



Panitia Ujian Skripsi,

Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME
Nip.Y. 101 8100036

Sekretaris

Dwi Ana Anggorowati, ST
Nip.P. 103 0000 346

Anggota Penguji,

Penguji I

Dra. Askiah Mardjoeki, Apt
Nip. 131 485 426

Penguji II

Ir. Istadi, S.Sos, MM
Nip.Y. 103 9600 290



Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Malang

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama Mahasiswa : Yeni Dwi Firmaningtyas
2. Nim : 00.16.009
3. Jurusan : Teknik Kimia
4. Program Studi : Teknik Gula dan Pangan
5. Judul Skripsi : Pengaruh Massa Ragi dan Massa Sukrosa Pada Proses Fermentasi Jerami Nangka Untuk Mendapatkan Etanol.
6. Tanggal Mengajukan Skripsi : 9 September 2004
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 17 Maret 2005
8. Dosen Pembimbing I : Ir. Harimbi Setyawati, MT
9. Dosen Pembimbing II : Dwi Ana Anggorowati, ST
10. Telah dievaluasikan dengan nilai : A

Malang, Maret 2005

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Harimbi Setyawati, MT
Nip. 131 997 471

Dosen Pembimbing II

Dwi Ana Anggorowati, ST
Nip.P. 103 0000 346

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia
Program Studi Teknik Gula dan Pangan



Dwi Ana Anggorowati, ST
Nip.P. 103 0000 346



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi jenjang Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Kimia Program
Studi Teknik Gula dan Pangan yang diselenggarakan :

Hari : Sabtu

Tanggal : 19 Maret 2005

Telah dilakukan Perbaikan skripsi oleh saudara :

1. Nama Mahasiswa : Yeni Dwi Firmaningtyas
2. Nim : 00.160.09
3. Jurusan : Teknik Kimia
4. Program Studi : Teknik Gula dan Pangan

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1	Sumber N dari mana, kalau tidak tahu tulis komposisi jerami nangka kadar N berapa %	
2	Kerangka penelitian	

Malang, Maret 2005

Penguji I,

Dra. Askiyah Mardjoeki, Apt
Nip. 131 485 426

Penguji II,

Ir. Istadi, S.Sos, MM
Nip. Y. 103 9600 290



Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Yeni Dwi Firmaningtyas
Nim : 00.16.009
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : Teknik Gula dan Pangan
Dosen Pembimbing I : Ir. Harimbi Setyawati, MT
Dosen Pembimbing II : Dwi Ana Anggorowati, ST

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1.	20 Sep 2004	Pengajuan judul	
2.	19 Okt 2004	Acc Judul	
3.	26 Nov 2004	Bab I	
4.	07 Des 2004	Acc Bab I	
5.	18 Des 2004	Bab II dan Bab III	
6.	22 Des 2004	Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi	
7.	29 Des 2004	Acc Bab II dan Bab III	
8.	23 Feb 2005	Bab IV dan Bab V	Ds. Pembimbing II
9.	28 Feb 2005	Revisi Latar Belakang	
10.	07 Mar 2005	Acc Bab IV, Bab V dan Latar Belakang.	

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkatNya kami dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh massa ragi dan massa sukosa pada proses fermentasi jerami nangka untuk mendapatkan etanol”.

Skripsi ini kami susun sebagai suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Gula dan Pangan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Ibu Dwi Ana Anggorowati, ST, selaku ketua Jurusan Teknik Gula dan Pangan dan sekaligus selaku Dosen Pembimbing II
4. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Nanik Rahman, ST, selaku Kepala Laboratorium Analisa Gula dan Pangan ITN Malang.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Gula dan Pangan yang telah memberikan masukan kepada kami.
7. Rekan mahasiswa dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya laporan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kami mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak yang sekiranya dapat menyempurnakan laporan skripsi ini. Akhirnya kami berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Maret 2005

Penyusun

YENNY THANKS TO :

Allah SWT yang telah menciptakan makhluk-Nya dengan dibekali akal dan pikiran, atas petunjuk-Nyalah aku dapat menyelesaikan tugas skripsiku ini.

Buat kedua orang tuaku, ayah dan ibu terima kasih atas doa dan bimbingannya dari aku kecil sampai sekarang demi keberhasilanku ini. Mudah-mudahan dengan lulus S-1 ini aku mampu memberikan sedikit kebanggaan pada ayah dan ibu.

Untuk kedua saudaraku, mas yadik cepetan selesain skripsinya aku cuma membantu dengan doa. Dan adikku yoga, belajar yang rajin kalo mau masuk SPMB dengan jurusan yang kamu minati.

Aku ucapkan terima kasih kepada Bu Harimbi dan Bu Anna atas bimbingannya dalam mengerjakan skripsi. Dan terima kasih banyak kepada Bu Nanik, Bu Rini, Bu Askiyah, Pak Istadi, Pak Kusnarjo, Pak Chumaidi dan dosen-dosen yang telah mengajar aku selama masih kuliah.

Sahabat-sahabatku di Teknik Gula dan Pangan :

Untuk yuli, akhirnya T.A. kita selesai juga n' trim's atas bantuannya dari ngetik sampai malam hingga nunggu asistensi yang menjemukan. Leny sorry udah ngerpotin kamu untuk cari botol buat fermentasi. Febby suwun yo atas bantuannya ngukur pH. Dhyan jangan lupa bawa kaca mata n' terima kasih bukunya. Nunik kalo naik motor lihat jalan ya, jangan lihat orang lain nanti nabrak lho!! Buat Alif terima kasih atas bantuannya.

Buat Ahmad terima kasih udah pinjemin aku buku. Untuk Yuyun, Ika, Andi, Wisnu, Dedi cepet kerjain T.A. jangan sampai molor, nanti jadi penghuni terakhir kapok lho.



Teman-temanku di B.T. 18 :

Buat Tita, jangan suka selingkuh nanti kwalat lho. Komeng, kalo ngajuin judul jangan jiplak ya!! Tami, masih hobi cari kerja? tapi kalo keterima ga' pernah dijalani. Indah sing akur yo karo een. Ulfa, kuatkan hatimu fa!!! Binti, kamu harus bisa pilih satu dan menyingkirkan yang lain OK. Anita, Dwi n' Eva ojo rame ae nanti dimarahin tetangga sebelah. Untuk Pak Kost (Ismanan) ojo mulih bengi. Ayu n' Yesita bergaul dong sama anak-anak. Pipot, Fatim, Ida, Vera, Yulia, Yunita, Mbok'e, Nana, Leli, Miftah dan Vemi terimakasih atas dukungan kalian semua.

Sohib-sohib karibku :

Indra, cariin kerja dong ! Happy, kapan kamu lulus ? Arip, kamu dimana? Aku hubungi koq ga' ada. Aples (Dwi), jangan sedih yang lalu biarlah berlalu untuk saat ini **cepatan kerjain T.A.** Wihana, sorry udah nunggu lama maklum lagi jalan-jalan. Dini, sekarang jadi perawat ya non ?! Tutik, kapan punya momongan ? Eka, sorry aku belum bisa main ke rumahmu.

Bu Anis dan asisten lab. Lingkungan terimakasih atas pinjaman pH meternya dan bantuannya dalam mengukur pH. Dan semua pihak yang telah membantu aku dalam menyelesaikan skripsiku ini sampai selesai.

Sing ketinggalan :

Buat Oka terima kasih udah dipinjem sepeda motor (DK 5858 VK), sorry sering ngrepotin kamu. M' Ratna, makasih udah bantu cariin buku n' pinjem buku, tetep rukun yo ama taufik.



PENGARUH MASSA RAGI DAN MASSA SUKROSA PADA PROSES FERMENTASI JERAMI NANGKA UNTUK MENDAPATKAN ETANOL

ABSTRAKSI

Etanol merupakan salah satu hasil olahan dari bahan pati melalui proses fermentasi dengan bantuan ragi. Ragi yang digunakan pada proses fermentasi etanol adalah jenis *Saccharomyces cerevisiae*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan etanol pada jerami nangka melalui proses fermentasi dengan penambahan massa ragi dan massa sukrosa.

Penelitian ini akan difokuskan pada pengaruh massa ragi dan massa sukrosa pada proses fermentasi jerami nangka untuk mendapatkan etanol. Dalam proses fermentasi jerami nangka untuk mendapatkan etanol dihadapkan pada massa ragi dan massa sukrosa yang ditambahkan. Dari studi literatur diketahui bahwa penambahan massa ragi dan massa sukrosa dapat menaikkan kandungan etanol. Tetapi massa sukrosa yang tinggi akan menyebabkan tekanan osmotik pada sel mikroba sehingga fermentasi terhambat. Massa ragi juga merupakan faktor terpenting dalam fermentasi karena akan berpengaruh pada proses perpecahan glukosa menjadi etanol (etanol yang dihasilkan). Oleh karena itu perlu adanya kontrol pada penambahan massa ragi dan massa sukrosa pada proses fermentasi.

Pada proses fermentasi jerami nangka dengan penambahan massa ragi dan massa sukrosa yang berbeda akan memberikan pengaruh nyata pada kadar etanol dan total gula setelah fermentasi.

Dari hasil penelitian maka perlakuan yang memiliki kandungan etanol yang paling tinggi yaitu pada massa ragi 12 gram dan massa sukrosa 15 gram dengan hasil sebagai berikut :

- Kadar etanol = 4,70%
- Total gula = 8,6%

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAKSI	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GRAFIK.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nangka	3
2.2 Jerami Nangka.....	7
2.3 Karbohidrat	8
2.4 Etanol.....	10
2.5 Fermentasi.....	12
2.6 Bahan Pembantu Pada Proses Fermentasi Etanol dari Jerami Nangka	18
2.6.1 Sukrosa.....	18
2.6.2 Ragi (Yeast atau Khamir).....	21
2.7 Diagram Alir Fermentasi Etanol	26
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3 Persiapan Bahan	27
3.3.1 Bahan yang digunakan untuk proses.....	27

3.3.2 Bahan yang digunakan untuk analisa.....	28
3.4 Persiapan Alat.....	28
3.4.1 Alat yang digunakan dalam proses	28
3.4.2 Alat yang digunakan dalam analisa	28
3.5 Variabel yang digunakan.....	29
3.5.1 Variabel Tetap.....	29
3.5.2 Variabel Berubah	29
3.6 Penelitian Laboratoriun.....	29
3.6.1 Prosedur Proses Fermentasi Etanol.....	29
3.6.2 Analisa Pendahuluan.....	30
3.6.2.1 Prosedur Analisa Total Gula	30
3.6.3 Analisa Hasil Fermentasi.....	32
3.6.3.1 Prosedur Analisa Kadar Etanol	32
3.6.3.1 Prosedur Analisa Total Gula	33
3.7 Pengamatan	34
3.8 Analisa Data	34
3.9 Pengambilan Kesimpulan.....	34
3.10. Kerangka Penelitian	35
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil analisa pendahuluan pada sari jerami nangka	36
4.2 Hasil analisa setelah fermentasi.....	37
4.3 Kadar Etanol.....	39
4.4 Total Gula.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS	

DAFTAR TABEL

TABEL 1. Komposisi Kimia Buah Nangka.....	7
TABEL 2. Komposisi Kimia Jerami Nangka.....	8
TABEL 3. Harga Kadar Etanol (%) pada berbagai penambahan ragi dan sukrosa	37
TABEL 4. Harga Total Gula (%) pada berbagai penambahan ragi dan sukrosa	38

DAFTAR GRAFIK

GRAFIK 1. Kurva Standart Total Gula.....	31
GRAFIK 2. Pengaruh massa ragi dan massa sukrosa terhadap kadar etanol pada proses fermentasi jerami nangka	39
GRAFIK 3. Pengaruh massa ragi dan massa sukrosa terhadap total gula pada proses fermentasi jerami nangka	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia kaya akan hasil perkebunan, salah satunya adalah nangka. Buah nangka (*A. Heterophyllus Lamk.*) selain dapat dimakan segar juga dapat diolah menjadi berbagai macam makanan dan minuman, misalnya keripik, tepung, dodol, sirup, buah dalam kaleng (*canning*) dan lain-lain (Rukmana, 1997)

Penanganan buah nangka baik dalam bentuk segar maupun untuk makanan olahan akan menghasilkan limbah padat cukup banyak yang berupa kulit, biji dan jerami nangka. Jerami nangka mempunyai komposisi karbohidrat sebanyak 9,30% dan serat kasar 1,94% (Muchtadi, 1980). Karbohidrat dapat dibedakan menjadi karbohidrat yang dapat dicerna berupa gula pati dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna berupa serat kasar (Widjanarko, 1998)

Pati yang termasuk golongan polisakarida dari karbohidrat dapat diubah menjadi etanol melalui proses fermentasi yaitu proses konversi dari glukosa menjadi etil alkohol (etanol) dengan bantuan ragi. Ragi (khamir) merupakan mikroorganisme yang bersel tunggal dengan panjang 1 - 5 μm sampai 20 - 50 μm , dan lebar 1 – 10 μm (Fardiaz, 1992).

Mengingat kandungan karbohidrat sebanyak 9,30 % pada jerami nangka maka penulis ingin meneliti seberapa banyak kandungan etanol pada jerami nangka tersebut melalui proses fermentasi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

Bagaimana pengaruh massa ragi dan massa sukrosa pada proses fermentasi jerami nangka untuk mendapatkan etanol ?

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian fermentasi jerami nangka ini hanya dibatasi pada :

Penambahan massa ragi dan massa sukrosa pada proses fermentasi jerami nangka untuk mendapatkan etanol.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui kandungan etanol pada jerami nangka melalui proses fermentasi jerami nangka.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

Untuk memanfaatkan limbah jerami nangka yang selama ini tidak digunakan dan untuk mengurangi dampak lingkungan hidup yang disebabkan oleh adanya limbah jerami nangka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Nangka

Plasma nuftah (sumber genetik) tanaman nangka diduga berasal dari kawasan tropik Asia. Beberapa literatur menunjukkan bahwa tanaman nangka berasal dari India selatan, kemudian menyebar ke Malaysia dan negara-negara lain yang beriklim tropik (Rukmana, 1997)

Di Indonesia berabad-abad yang lampau, masyarakat sudah mengenal dan menanam tanaman nangka. Penyebaran tanaman ini sudah meluas di hampir di seluruh wilayah Nusantara. Nama tanaman nangka diberbagai daerah amat beragam, antara lain panah (Aceh), pinasa, sibodak, nangka atau naka (Batak), baduh atau enaduh (Dayak), binaso, lamara atau malasa (Lampung), naa (Nias), kuloh (Timor), dan nangka (sunda dan Madura) (Rukmana, 1997)

Penanaman nangka umumnya masih dijadikan tanaman pengisi lahan pekarangan atau kebun tegalan secara campuran sehingga sulit didapat data luas penanaman dan produksi nangka nasional. Produksi nangka yang dipasarkan di dalam negeri dan luar negeri (ekspor) saat ini dihasilkan dari kebun-kebun para petani yang terpencar-pencar dalam areal sempit di berbagai daerah.

Tanaman nangka termasuk tumbuhan tahunan (*perennial*). Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman nangka diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub-divisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae (berbiji berkeping dua)
Ordo	: Morales
Famili	: Moraceae
Genus	: Artocarpus
Spesies	: <i>A. heterophyllus</i> Lamk. (Jackfruit = nangka)

(Rukmana, 1997)

Bentuk susunan tubuh luar (morfologi) tanaman nangka mempunyai ciri-ciri (karakteristik) sebagai berikut :

a. Akar (*radix*)

Tanaman nangka mempunyai struktur perakaran tunggang berbentuk bulat panjang, menembus tanah cukup dalam. Akar cabang dan bulu akarnya tumbuh ke segala arah (Rukmana, 1997)

b. Batang dan Cabang

Batang (*caulis*) tanaman nangka berbentuk bulat panjang, berkayu keras, dan tumbuhnya lurus dengan diameter antara 30 cm – 100 cm, tergantung pada umur tanaman. Cabang (*ramus*) berbentuk bulat panjang, tumbuh

mendatar atau tegak, tetapi bentuk daun berwarna hijau muda (Rukmana, 1997)

c. Daun (*Folium*)

Daun tanaman nangka termasuk daun tunggal, tersusun berseling, tebal dan agak kaku, pinggirnya rata. Permukaan daun bagian atas licin sedangkan permukaan bawahnya kasar. Pada pangkal daunnya terdapat daun penumpu yang berbentuk segitiga panjang dan berwarna kuning kecokelatan (Widyastuti, 1993)

Daun berbentuk bulat telur dan panjang dan bertangkai pendek. Permukaan atas daun berwarna hijau tua mengilap, kaku, dan permukaan bawah daun berwarna hijau muda (Rukmana, 1997)

d. Bunga (*Flos*)

Bunga tanaman nangka berukuran kecil, tumbuh berkelompok secara rapat tersusun dalam tandan. Bunga muncul dari ketiak cabang atau pada cabang-cabang besar. Bunga jantan dan betina terdapat dalam satu pohon (*monoecus*) sehingga bersifat menyerbuk sendiri. Bunga mengandung madu dan beraroma harum yang dapat mengundang datangnya serangga atau kumbang penyerbuk (Rukmana, 1997)

e. Biji (*Semen*)

Biji berbentuk bulat sampai lonjong, berukuran kecil, dan berkeping dua. Biji terdiri dari tiga lapis kulit, yakni kulit luar berwarna kuning agak lunak, kulit liat berwarna putih, dan kulit ari berwarna coklat yang membungkus daging biji (Rukmana, 1997)

f. Buah (*Fructus*)

Buah nangka berbentuk panjang atau lonjong atau bulat, berukuran besar, dan berduri lunak. Buah nangka sebenarnya adalah tangkai bunga yang tumbuh menebal, berdaging, dan bersatu dengan daun-daun bunga membentuk kulit buah.

Buah nangka yang berukuran kecil, sebesar ibu jari orang dewasa disebut “babal”. Babal tersebut membesar menjadi buah nangka muda yang disebut “gori”. Buah muda (gori) lambat laun mencapai ukuran maksimal dengan berat antara 20 kg – 25 kg dan akhirnya matang dan disebut “buah nangka” (Rukmana,1997)

Buah nangka merupakan buah majemuk yang terdiri dari kumpulan banyak buah. Buah nangka selain dipanen pada saat matang, juga dapat dipanen pada saat masih muda. Satu buah nangka yang sebenarnya dikenal dengan sebutan satu *nyamplung* dan didalamnya berisi satu biji (Widyastuti, 1993)

Untuk tujuan konsumsi buah segar, pemanenan dilakukan pada stadium matang fisiologis. Ciri-ciri buah nangka yang sudah matang fisiologis (laik dipanen), antara lain sebagai berikut :

- Duri-duri berukuran besar dan rata.
- Kulit buah berwarna kuning atau agak kuning kehijau-hijauan.
- Bergetah encer dan berwarna agak bening.
- Tangkai buah dan daun-daun yang melekat pada tangkai buah berwarna kuning atau mengering.

- Menebar aroma wangi yang khas.
- Bila buah ditepuk-tepuk, berbunyi nyaring.
- Berumur 8 bulan sejak pembungaan atau tergantung pada varietasnya.
- Buah kadang-kadang dikerumuni lebah atau lalat yang tertarik pada aroma buah nangka masak (Rukmana, 1997)

Komposisi kimia buah nangka dapat dilihat pada tabel 2.1. berikut ini :

Tabel 1. Komposisi Kimia Buah Nangka

Komposisi (%)	Jumlah
Air	80.29
Protein	1.91
Lemak	1.86
Karbohidrat	9.85
Serat kasar	1.58
Abu	0.69
Gula reduksi	1.39
Vitamin C (mg/100g)	14.21
pH	6.14

Sumber : Muchtadi (1980)

2.2. Jerami Nangka

Jerami nangka merupakan bunga yang tidak mengalami penyerbukan. Nangka yang masih muda, seluruh bagian buahnya dapat dimanfaatkan bersama-sama yaitu daging buah, biji dan jerami. Jumlah jerami dalam satu buah nangka utuh sebesar 18,9 %. Pada nangka matang, jerami tersebut ada yang tebal, berukuran besar dan rasanya manis sehingga dapat juga dimakan. Ada pula jerami nangka yang kecil dan tidak manis sehingga tidak enak dimakan (Widyastuti, 1993)

Komposisi kimia jerami nangka dapat dilihat pada tabel 2.2. berikut ini :

Tabel 2. Komposisi Kimia Jerami Nangka

Komposisi (%)	Jumlah
Air	65.12
Protein	1.95
Lemak	10.00
Karbohidrat	9.30
Serat kasar	1.94
Abu	1.11
Gula reduksi	1.42
Vitamin C (mg/100g)	2.05
pH	6.02

Sumber : Muchtadi (1980)

2.3. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori, jumlah kalori yang dapat dihasilkan oleh karbohidrat hanya 4 Kal (kkal) bila dibanding protein dan lemak, karbohidrat merupakan sumber kalori yang murah. Selain itu beberapa golongan karbohidrat menghasilkan serat-serat (*dietary fiber*) yang berguna bagi pencernaan (Winarno, 1997)

Dalam tubuh manusia karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian dari gliserol lemak, tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makanan sehari-hari, terutama bahan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan (Winarno, 1997)

Karbohidrat banyak terdapat dalam bahan nabati, baik berupa gula sederhana, heksosa, pentosa, maupun karbohidrat dengan berat molekul yang tinggi seperti pati, pektin, selulosa dan lignin. Pada umumnya buah-buahan mengandung monosakarida seperti glukosa dan fruktosa, selama proses

pematangan, kandungan pati dalam buah-buahan berubah menjadi gula-gula pereduksi yang akan menimbulkan rasa manis (Winarno, 1997)

Karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi monosakarida, oligosakarida serta polisakarida. Monosakarida merupakan suatu molekul yang terdiri dari lima atau enam atom C, sedangkan oligosakarida adalah polimer dengan derajat polimerisasi 2 sampai 10 monosakarida dan biasanya bersifat larut dalam air, sedangkan polisakarida merupakan polimer yang terdiri lebih dari 10 monomer monosakarida (Winarno, 1997)

Pati ($C_6H_{10}O_5$)_n merupakan salah satu jenis polisakarida yang amat luas tersebar di alam. Bahan ini disimpan sebagai cadangan makanan bagi tumbuh-tumbuhan di dalam biji buah (padi, gandum, jawawut dan sebagainya), di dalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, talas, kentang dan sebagainya) dan pada batang (aren, sagu dan sebagainya) (Soebiyanto, 1993)

Dilihat dari susunan kimianya, pati adalah polimer dari glukosa atau maltosa, unit terkecil di dalam rantai pati adalah glukosa yang merupakan hasil proses fotosintesa di dalam bagian tubuh tumbuh-tumbuhan (Soebiyanto, 1993)

Berdasarkan jumlah molekul glukosa di dalam pati, susunan kimia pati sangat bervariasi, bergantung pada tanaman asal pati tersebut. Walaupun demikian, secara garis besar pati dapat dibedakan atas :

- Amilosa : di dalam amilosa, molekul-molekul glukosa saling bergandengan melalui gugus glukopiranos α -1,4. Berbeda pada selulosa yang saling bergandengan melalui gugus glukopiranos β -1,4. Pada hidrolisis, amilosa menghasilkan maltosa disamping glukosa dan oligosakarida lainnya.

- Amilopektin : pada amilopektin, sebgayaan dari molekul-molekul glukosa di dalam rantai percabangannya saling berikatan melalui gugus α -1,6. Ikatan α -1,6 sangat sukar diputuskan, lebih-lebih jika dihidrolisis memakai katalisator asam. Untuk kepentingan tumbuh-tumbuhan itu sendiri, cadangan pati di dalam sel-sel penyimpanannya dapat diuraikan kembali menjadi glukosa untuk kemudian dikonversikan menjadi energi. Pada saat yang tepat, tubuh tanaman akan mensintesa α -amilase, β -amilase, dan R-enzim semuanya secara bersama-sama bertugas memutus ikatan-ikatan rantai pati menjadi molekul-molekul glukosa bebas (Soebiyanto, 1993)

2.4. Etanol

Etil alkohol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), juga dikenal dengan nama alkohol, adalah suatu cairan tak berwarna dengan bau yang khas. Berat spesifik cairan ini pada 15°C sebesar 0,7937. Alkohol mulai mendidih pada suhu $78,32^\circ\text{C}$ (760 mmHg). Bahan ini mudah larut dalam air dan eter. Kandungan kalorinya sebesar 7.100 kalori/gram, dengan panas pembakaran sebesar 328 kkal (cair) (Soebiyanto, 1993)

Alkohol, etanol khususnya dapat dibuat dari berbagai bahan hasil pertanian. Secara umum bahan-bahan tersebut dapat dibagi dalam tiga golongan yaitu, bahan yang mengandung turunan gula, sebagai golongan pertama antara lain molase, gula tebu, gula bit dan sari buah yang umumnya adalah sari buah anggur. Golongan kedua adalah bahan-bahan yang mengandung pati seperti biji-bijian (gandum misalnya), kentang dan tapioka. Jenis atau golongan yang terakhir adalah bahan yang mengandung selulosa seperti kayu dan beberapa limbah

pertanian. Selain ketiga jenis bahan tersebut diatas, khususnya etanol dapat dibuat juga dari bahan yang bukan asli pertanian tetapi dari bahan yang merupakan hasil proses lain. Sebagai contohnya ethylen (Said, 1987)

Alkohol dikenal dalam berbagai tingkat kemurnian :

- a. Alkohol teknis (96,50 °GL), terutama dipergunakan untuk kepentingan industri dan pelarut, sebagai bahan bakar, ataupun diolah kembali menjadi bahan lain. Umumnya alkohol industri didenaturasi dengan ($\frac{1}{2}$ -1)% piridin dan diberi warna dengan metil violet.
- b. Spiritus (88 °GL), Bahan ini merupakan alkohol terdenaturasi dan diberi warna, umumnya digunakan untuk pemanasan dan penerangan.
- c. Alkohol murni (96-96,5 °GL), alkohol yang lebih murni, digunakan terutama untuk kepentingan farmasi, minuman keras dan kosmetik.
- d. Alkohol absolute atau alkohol anhidrida (99,7-99,80 °GL), tidak mengandung air sama sekali. Digunakan untuk kepentingan farmasi dan untuk bahan bakar kendaraan bermotor (Soebiyanto,1993)

Sebelum dimanfaatkan sebagai bahan bakar, alkohol hasil destilasi tersebut terlebih dahulu harus didehidrasi secara kimia atau dengan cara ekstraksi arus berlawanan (Soebiyanto,1993)

Perkembangan industri alkohol sintetis pada pertengahan abad ke-19 membuka kemungkinan-kemungkinan baru bagi bahan lain. Pemanfaatannya sudah tidak lagi terbatas pada minuman keras, kosmetik dan obat-obatan saja, melainkan meliputi juga penggunaan sebagai bahan bakar, pelarut, antiseptik dan

sebagai bahan antara bagi pembuatan sejumlah besar bahan organik lainnya (Soebiyanto, 1993)

Alkohol merupakan pelarut pada pembuatan pernis, juga pelarut bagi bahan organik lainnya seperti minyak wangi, iodium tinctur, kamer spirtus, brand spirtus. Di laboratorium digunakan untuk melarutkan senyawa yang bersifat polar tetapi tidak diharapkan hidrolisa. Kegunaan lainnya ialah sebagai bahan bakar setelah terlebih dahulu didenaturasikan, yaitu ditambahkan metanol yang racun dan piridina yang baunya busuk serta suatu zat warna sehingga alkohol tersebut tidak dapat diminum dan harganya menjadi lebih ekonomis (Said, 1987)

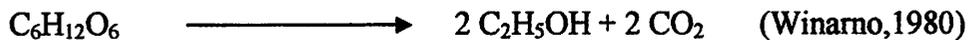
Alkohol juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk sintesis bahan-bahan kimia yang lain, diantaranya : etilen, polietilen, etilen diklorida, vinil klorida, etilen dioksida, asetaldehida, etil klorida, kloroform, dan dietil eter (Soebiyanto, 1993)

2.5. Fermentasi

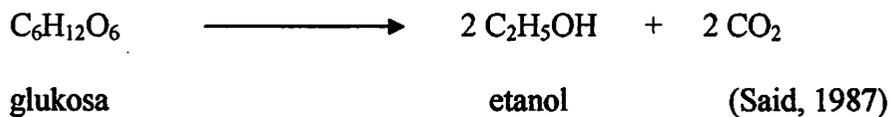
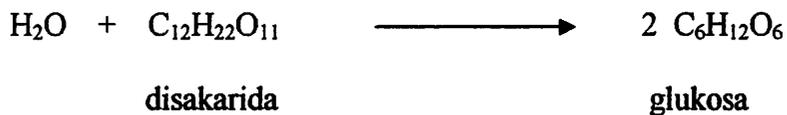
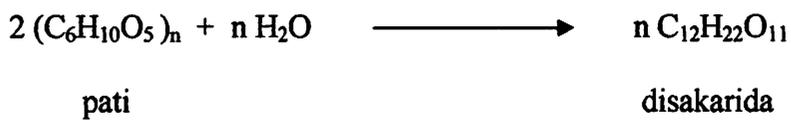
Fermentasi adalah suatu proses perubahan-perubahan kimia dalam suatu substrat organik yang dapat berlangsung karena aksi katalisator-katalisator biokimia, yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikroba-mikroba hidup tertentu (Soebiyanto, 1993).

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan, sebagai akibat dari pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut (Winarno dkk, 1980)

Pada mulanya yang dimaksud dengan fermentasi adalah pemecahan gula menjadi alkohol dan CO₂. Fermentasi gula oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces ellipsoideus* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut :



Secara umum reaksi-reaksi yang terjadi dalam fermentasi alkohol adalah:



Pembentukan alkohol dari gula dilakukan oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh pertumbuhan khamir (Norman, 1988). Ditinjau dari segi kepentingan industri pengolahan pati, terdapat tiga jenis enzim hidrolase yang penting, yaitu : α -amilase, β -amilase dan amiloglukosidase (Soebiyanto, 1993)

Seperti diketahui, enzim α -amilase dapat menghidrolisis pati dengan cara memutus ikatan α -1,4 secara acak, sehingga dihasilkan larutan hasil gelatinisasi yang lebih encer karena viskositasnya telah turun dengan cepat. Enzim α -amilase tidak dapat memutus ikatan α -1,6.

Enzim β -amilase memotong ikatan α -1,4 dari rantai pati secara acak melalui gugus tak mereduksi dari rantai pati tersebut. Dengan demikian secara berangsur-angsur pati akan terpotong-potong menjadi molekul-molekul maltosa

bebas. Sebagaimana α -amilase, β -amilase juga tidak dapat memutuskan ikatan α -1,6.

Enzim glukamilase terutama memutuskan rantai molekul maltosa menjadi molekul-molekul glukosa bebas. Namun demikian enzim ini juga dapat memutus ikatan α -1,4 didalam rantai yang lebih panjang sehingga dihasilkan molekul-molekul glukosa bebas. Enzim ini juga dapat memotong ikatan α -1,6. Dengan demikian gabungan antara ketiga enzim didalam kecambah jawawut tersebut memungkinkan dihasilkannya hasil konversi secara sempurna berupa sirup yang kaya akan glukosa (dekstrosa). Kecambah jawawut banyak dimanfaatkan didalam mempersiapkan pati menjadi sakarida-sakarida sederhana yang siap difermentasikan dipabrik-pabrik bir atau pengolahan alkohol dan fermentasi lainnya (Soebiyanto, 1993)

Pada proses fermentasi, substrat merupakan bagian yang dipecah untuk menghasilkan alkohol dan CO_2 . Pada umumnya substrat yang akan dipecah berasal dari golongan gula-gula sederhana seperti glukosa, fruktosa, sikrosa, manosa, laktosa (Elok, 1998)

Selain unsur karbon, fermentasi juga memerlukan unsur-unsur yang lain seperti nitrogen, mineral dan vitamin. Nitrogen digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme yang berperan selama fermentasi. Pada cairan buah seringkali kekurangan nitrogen, untuk itu perlu ditambahkan sejumlah unsur nitrogen dan dilakukan sebelum sari buah difermentasikan. Unsur ini dapat diberikan dalam bentuk garam-garam ammonium, seperti ammonium sulfat, diamonium hydrogen fosfat, urea, asam amino. Garam-garam ammonium khususnya ammonium sulfat,

diamonium hydrogen fosfat yang paling cocok sebagai sumber nitrogen karena mudah didapat, harganya murah dan mudah penggunaannya. Penambahan garam-garam ammonium ini sebanyak 1 sampai 1,5 g/L (Elok, 1998)

Fermentasi alkohol dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

a. Spesies sel khamir

Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. sebagai contoh untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan kadang-kadang digunakan juga *Saccharomyces ellipsoideus* sedangkan untuk bahan-bahan laktosa dari *whey* menggunakan *Candida pseudotropicalis*. Seleksi tersebut bertujuan agar didapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi, mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah yang banyak dan tahan terhadap alkohol tersebut. (Said,1987)

Ada tiga karakteristik penting yang harus dimiliki oleh mikroba bila akan digunakan dalam fermentasi :

- a. Mikroba harus mampu tumbuh dengan cepat dalam suatu substrat dan lingkungan yang cocok dan mudah untuk dibudidayakan dalam jumlah besar.
- b. Organisme harus memiliki kemampuan untuk mengatur ketahanan fisiologis dalam kondisi seperti tersebut diatas, dan menghasilkan enzim-enzim esensial dengan mudah dan dalam jumlah besar agar upaya perubahan-perubahan kimia yang dikehendaki dapat terjadi.

c. Kondisi lingkungan yang diperlukan bagi pertumbuhan dan produksi maksimum secara komparatif harus sederhana (Norman, 1988)

Untuk terjadinya proses fermentasi pada pembuatan alkohol diperlukan ragi (yeast/khamir). Ragi yang biasa digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi yang akan digunakan harus selalu dipelihara kemurniannya, agar tidak terjadi pencemaran oleh spora mikroorganisme lain (Anna dkk, 1992)

b. Jumlah sel khamir

Sebaiknya inokulum digunakan dari biakan murni *Saccharomyces cerevisiae* yang dilakukan secara bertahap dilaboratorium, dan paling banyak dua tahap di pabrik. Untuk inokulasi diperlukan biakan murni sebanyak (5-10)% dari volume fermenter. Untuk itu pembuatan biakan murni di laboratorium diperhitungkan sebanyak 4 kg ragi/1.000 liter *mash* (Soebiyanto, 1993)

Starter dibuat dari biakan khamir yang terbaik dan murni. Media starter dibuat dari must yang telah disterilkan dan mustnya antara 2 – 5 % volume dan yang telah ditulari khamir (Said, 1987)

c. Konsentrasi gula

Gula yang ditambahkan pada sari buah bertujuan untuk memperoleh kadar alkohol yang tinggi, walau bila kadar gula terlalu tinggi aktifitas khamir dapat terhambat. Konsentrasi gula yang optimum untuk menghasilkan kadar alkohol yang optimum adalah 28 persen. Menurut pengalaman kadar gula yang baik untuk permulaan fermentasi adalah 16 persen, hal ini bertujuan

untuk mempercepat pertumbuhan khamir pada awal fermentasi. Penambahan kadar gula yang optimum untuk aktivitas pertumbuhan khamir adalah 10 persen (Said, 1987)

Kadar gula optimum bagi aktivitas ragi (yeast) adalah 10-12%. Lebih dari 12% ragi akan terhambat pertumbuhan dan aktivitasnya, kurang dari 10% fermentasi tidak efisien (Anna dkk, 1992)

d. Suhu

Tiap-tiap golongan mikroba memiliki suatu suhu pertumbuhan yang optimum, sehingga pengaturan suhu suatu substrat merupakan suatu kendali yang positif terhadap pertumbuhannya. Untuk memperoleh hasil yang maksimum selama dalam fermentasi, harus diciptakan kondisi suhu yang optimum bagi pertumbuhan organisme (Norman, 1988)

Kisaran suhu untuk pertumbuhan kebanyakan khamir pada umumnya hampir sama dengan kapang, yaitu dengan suhu optimum 25-30°C dan suhu maksimum 35-47°C. beberapa khamir dapat tumbuh pada suhu 0°C atau kurang (Fardiaz, 1992)

Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah dibawah 30°C makin rendah suhu fermentasi makin tinggi alkohol yang dihasilkan, karena pada suhu rendah fermentasi akan lebih komplit dan kehilangan alkohol karena terbawa oleh gas CO₂ akan lebih sedikit (Said, 1987)

e. pH

Derajat keasaman dari perasan akan mempengaruhi kecepatan fermentasi, pH yang optimum untuk pertumbuhan sel khamir adalah 4,0 - 4,5.

untuk pengaturan pH dapat digunakan NaOH untuk menaikkan dan asam sitrat untuk menurunkan. Pada pH 3,5 atau lebih rendah sedikit fermentasi masih dapat berjalan dengan baik dan pada pH ini bakteri pembusuk akan terhambat (Said, 1987).

pH larutan sari buah dibuat 4-5 dengan menambahkan larutan Natrium bikarbonat jika kurang dari 4 atau larutan asam sitrat jika lebih dari 5 (Anna dkk, 1992).

f. Oksigen

Persediaan oksigen yang besar penting untuk kecepatan perkembangbiakan sel khamir dan permulaan fermentasi, namun produksi alkohol dan CO₂ yang terbaik adalah pada kondisi anaerobik (Elok, 1998)

Derajat anaerobiosis adalah merupakan faktor utama dalam mengendalikan fermentasi. Bila tersedia oksigen dalam jumlah besar, maka produksi sel-sel akan khamir dipacu. Bila produksi alkohol yang dikehendaki, maka diperlukan suatu penyediaan oksigen yang sangat terbatas (Norman, 1988)

2.6. Bahan Pembantu Pada Proses Fermentasi Etanol dari Jerami Nangka

2.6.1. Sukrosa

Sukrosa atau sakarosa merupakan senyawa oligosakarida (tepatnya disakarida) yang secara sistematika kimiawi disebut α -D-glukopiranosil- β -D-

Sedangkan yang termasuk False Yeasts adalah :

a. *Torulopsis*

Sel *Torulopsis* berbentuk bulat sampai oval melakukan reproduksi dengan cara pertunasan, bersifat fermentatif, dan sering tumbuh pada bir dan berbagai makanan sehingga menyebabkan kerusakan. Khamir ini sering menyebabkan kerusakan pada susu kental manis, sari buah-buahan konsentrat (pekat) dan makanan – makanan asam.

b. *Candida*

Sel *candida* tumbuh membentuk pseudomiselium atau hifa yang mengandung banyak sel-sel tunas atau disebut blastospora, dan mungkin membentuk khlamidospora. Kebanyakan spesies pertumbuhannya membentuk film pada permukaan, dan sering merusak makanan-makanan yang mengandung garam dan asam dalam jumlah tinggi. beberapa spesies *candida* juga digunakan dalam industri untuk pembuatan protein sel tunggal.

c. *Brettanomyces*

Khamir yang termasuk jenis *brettanomyces* berbentuk ogival dan memproduksi asam dalam jumlah tinggi. khamir ini sering menyebabkan kerusakan pada bir jika proses fermentasi terlalu lama.

d. *Trichospora*

Trichospora tumbuh membentuk tunas dan arthospora. Khamir ini tumbuh baik pada suhu rendah dan ditemukan pada bir dan daging yang didinginkan. Spesies yang umum misalnya *T. pullulans*.

ini dilakukan dengan cara pertunasan multipolar atau melalui pembentukan askospora.

Spesies yang paling umum digunakan dalam industri makanan adalah *Saccharomyces cerevisiae*, misalnya dalam pembuatan roti dan produksi alkohol, anggur, brem, gliserol dan enzim invertase.

Saccharomyces cerevisiae var. *ellipsoideus* adalah galur yang memproduksi alkohol dalam jumlah tinggi sehingga sering digunakan dalam produksi alkohol, anggur dan minuman keras.

b. *Zygosaccharomyces*

Beberapa peneliti memasukkan jenis ini kedalam subjenis *Saccharomyces*. Khamir ini penting karena dapat tumbuh pada konsentrasi gula tinggi, yaitu bersifat osmofilik dan sering tumbuh dan menyebabkan kerusakan pada madu, sirup dan molase, dan dalam fermentasi kecap dan anggur.

c. *Pichia*

Sel khamir yang termasuk jenis *Pichia* berbentuk oval sampai silinder, dan mungkin membentuk pseudomiselium. Askospora berbentuk bulat atau seperti topi, dengan jumlah satu sampai empat per askus. Pertumbuhan khamir ini pada medium cair sering membentuk pelikel.

d. *Hansenula*

Khamir ini menyerupai *Pichia* dalam penampakan, tetapi biasanya bersifat lebih fermentatif, walaupun beberapa spesies membentuk pelikel.

Khamir yang banyak dan bisa digunakan untuk fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Starter dibuat dari biakan yeast yang terbaik dan murni. *Saccharomyces cerevisiae* biasa digunakan untuk fermentasi alkohol disebabkan khamir ini mempunyai sifat dapat mengadakan fermentasi pada suhu yang agak tinggi yaitu 30°C, dapat menghasilkan alkohol cukup tinggi yaitu 18% sampai 20% (v/v) (Elok, 1998)

Klasifikasi dari *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut :

Divisio : Thallophyta
 Subdivisio : Eumycetes
 Classis : Ascomycetes
 Subclassis : Hemiascomycetidae
 Ordo : Endomycetales
 Familia : Saccharomycetaceae
 Subfamili : Saccharomycoideae
 Genus : *Saccharomyces*
 Species : *Saccharomyces cerevisiae* (Soebiyanto, 1993)

Beberapa sifat khamir dalam mikrobiologi pangan maupun industri dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok khamir sejati (True Yeasts) dan kelompok False Yeasts (Fungi Imperfecti) (Fardiaz, 1992)

Yang termasuk kelompok True yeasts adalah :

a. *Saccharomyces*

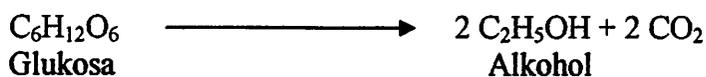
Saccharomyces adalah sel khamir yang mungkin berbentuk bulat, oval atau memanjang dan mungkin berbentuk pseudomiselium. Reproduksi khamir

2.6.2. Ragi (yeast atau khamir)

Khamir (ragi) merupakan mikroorganisme yang bersel tunggal dengan panjang 1-5 μm sampai 20-50 μm , dan lebar 1-10 μm . Bentuk sel khamir bermacam-macam, yaitu bulat, oval, silinder, ogival yaitu bulat panjang dengan salah satu ujung runcing, segitiga melengkung (*triangular*), berbentuk botol, bentuk apikulat atau lemon, membentuk pseudomiselium, dan sebagainya (Fardiaz, 1992)

Dalam kultur yang sama, ukuran dan bentuk sel khamir mungkin berbeda karena pengaruh umur sel dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan. Sel yang muda mungkin berbeda bentuknya dari yang tua karena adanya proses ontogeni yaitu perkembangan individu sel (Fardiaz, 1992)

Khamir dapat dibedakan atas dua kelompok berdasarkan sifat metabolismenya, yaitu yang bersifat : (1) fermentatif, dan (2) oksidatif. Khamir fermentatif dapat melakukan fermentasi alkohol, yaitu memecah glukosa melalui jalur glikolisis dengan total reaksi sebagai berikut :



Khamir yang digunakan dalam pembuatan roti dan bir merupakan spesies *Saccharomyces* yang bersifat fermentatif kuat. Tetapi dengan adanya oksigen, *S. cerevisiae* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbondioksida dan air. Oleh karena itu, tergantung dari kondisi pertumbuhan, *S. cerevisiae* dapat mengubah jalur fermentatif menjadi oksidatif (respirasi) (Fardiaz, 1992)

Sukrosa dapat mengalami hidrolisa dalam larutan asam encer atau oleh enzim invertase menjadi glukosa dan fruktosa. Selama hidrolisa putaran optis menurun dan yang mula-mula positif berubah menjadi negatif setelah mencapai hidrolisa sempurna. Campuran glukosa dan fruktosa disebut *gula invert* dan perubahannya disebut proses *inversi* (Sudarmadji, 1982)

Gula invert merupakan sukrosa yang terurai menjadi glukosa dan fruktosa yang tidak dapat membentuk kristal karena kelarutan glukosa dan fruktosa sangat besar. Semakin tinggi suhu pada proses hidrolisa sukrosa maka semakin tinggi pula kandungan *gula invert* yang dapat dibentuk (Winarno, 1997)

Sukrosa adalah disakarida yang mempunyai peran penting dalam pengolahan makanan dan banyak terdapat pada tebu, bit, siwalan dan kelapa kopyor. Untuk industri-industri makanan biasa digunakan sukrosa dalam bentuk kristal halus atau kasar dan dalam jumlah yang banyak dipergunakan dalam bentuk cairan sukrosa (sirup) (Winarno, 1997)

Sukrosa kristal murni mengandung energi 351 kalori/100 gram sedang gula merah tanpa pemurnian 389 kalori/100 gram. Konsumsi gula murni yang berlebihan diperkirakan menyebabkan hal-hal yang tidak menguntungkan misalnya menekan nafsu makan sehingga mengurangi konsumsi nutrient lain, menyebabkan kerusakan gigi (*caries gigi*), *atherosclerosis*, diabetes dan bahkan kegemukan (*obesitas*). Namun kesemua perkiraan tersebut belum dapat dipastikan kebenarannya (Sudarmadji, 1982)

fruktofuranosida. Sukrosa mempunyai rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$, titik cair $186^{\circ}C$ dan memiliki berat molekul 342,30 terdiri dari gugus glukosa dan fruktosa (Sudarmadji, 1982)

Sukrosa termasuk golongan disakarida yang terdiri dari molekul glukosa dan fruktosa. Ikatan diantara dua molekul tersebut dihubungkan oleh ikatan glikosida yang terbentuk antara gugus hidroksil dari atom C nomor satu pada glukosa yang juga disebut karbon anumerik dengan gugus hidroksil dari atom C nomor empat pada molekul fruktosa. Sukrosa mempunyai kelarutan dalam air dan tidak mempunyai gugus OH bebas yang reaktif karena kedua molekul penyusunnya sudah saling terikat sehingga bersifat non pereduksi. (Winarno, 1997)

Kebanyakan disakarida bersifat mereduksi reagensia Fehling (Benedict atau Tollen) tetapi sukrosa merupakan perkecualian tidak mereduksi. Dalam keadaan murni sukrosa tidak dapat difermentasikan oleh khamir. Kristal sukrosa berbentuk *sphenoid-monoklin* dan stabil di udara terbuka. Kristal sukrosa yang berhubungan langsung dapat menyerap sampai 1 % (dari berat sukrosa) uap air dan akan dilepaskan kembali apabila dipanaskan pada suhu $90^{\circ}C$. Pada suhu $160-186^{\circ}C$ sukrosa akan membentuk arang yang mengeluarkan bau *caramel* yang spesifik (Sudarmadji, 1982)

Satu gram sukrosa dapat larut dalam 0,5 mL air (suhu kamar atau dalam 0,2 mL air mendidih, dan dapat larut dalam 170 mL alkohol atau 100 mL methanol. Namun sedikit larut dalam gliserol dan piridin.

Mikrobia yang digunakan dalam fermentasi yang terpenting adalah kemampuan menghasilkan enzim dalam jumlah yang besar. Enzim adalah suatu substansi yang reaktif yang mengendalikan reaksi-reaksi kimia didalam fermentasi. Sesungguhnya tiap-tiap genus dan spesies mikrobia merupakan suatu gudang enzim dengan dimilikinya kapasitas khusus untuk menghasilkan dan mengeluarkan enzim (Norman, 1988)

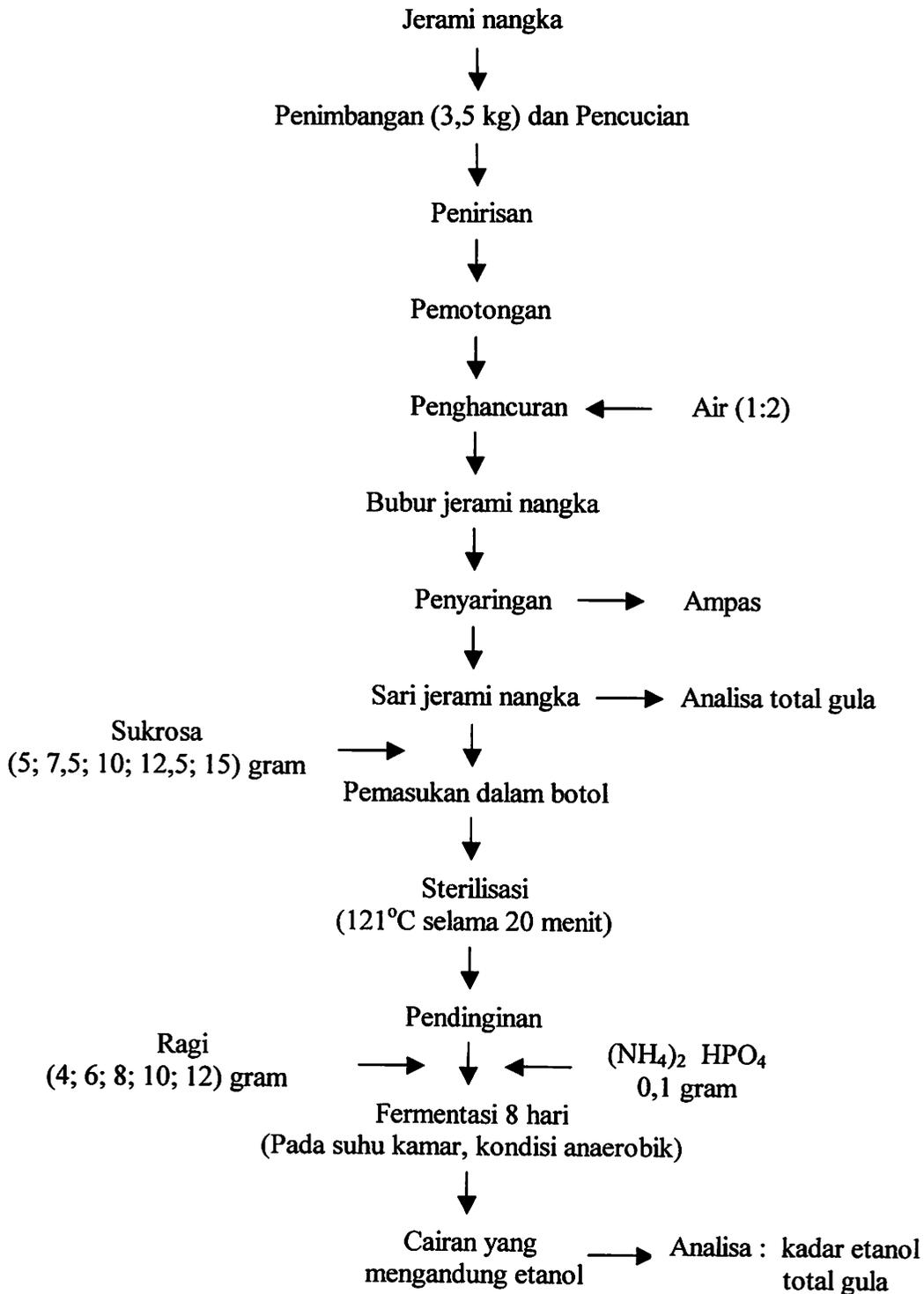
Enzim adalah suatu katalisator biokimia yang dihasilkan oleh sel-sel yang masih hidup. Pembentukannya diatur oleh kromosom. Pada umumnya enzim tersusun dari protein-protein, kadangkala terkonjugasi dan terdiri dari suatu protein sederhana yang berikatan dengan semacam substansi sederhana. Beberapa macam enzim yang terpenting di dalam fermentasi karbohidrat adalah :

Hidrolase : α -amilase, β -amilase, α -amiloglukosidase, maltase, sukrase, laktase, protease, peptidase, dan fosfatase, selulase.

Desmolase: heksokinase (heksosa \rightarrow heksosa aktif), karboksilase, alkohol dehidrogenase (asetaldehid \rightarrow etanol), dehidrogenase asam laktat, dan metilglioksalase (Soebiyanto,1993)

Dengan menggunakan enzim-enzim hidrolase, maka bahan pati, serat, sukrosa, dan oligosakarida lainnya dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang siap difermentasikan. Untuk fermentasi alkohol dari bahan-bahan mengandung gula digunakan jasad renik *Saccharomyces*. Strain yang banyak dipakai adalah *Saccharomyces cerevisiae* (Soebiyanto,1993)

2.7. Diagram Alir Fermentasi Etanol



(Muafi, 2004)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan memberikan perlakuan massa ragi dan massa sukrosa pada proses fermentasi jerami nangka untuk mendapatkan etanol.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2005 di Laboratorium Analisa Gula dan Pangan dan Laboratorium Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Malang.

3.3. Persiapan Bahan

3.3.1. Bahan yang digunakan untuk proses

- Jerami nangka
- Sukrosa
- Ragi (yeast/khamir)
- Air
- $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$

3.3.2. Bahan yang digunakan untuk analisa

- Aquadest
- Glukosa
- Pereaksi Antron
- Asam sulfat

3.4. Persiapan Alat

3.4.1. Alat yang digunakan dalam proses

- Botol fermentasi
- *Beakerglass*
- Blender
- Kain saring
- Panci
- Kompor

3.4.2. Alat yang digunakan dalam analisa

- Timbangan digital
- Kertas saring
- Pipet volume
- Gelas ukur
- Piknometer
- Spektrofotometer

- Kuvet
- Pendingin tegak (kondensor)
- Labu destilat
- Thermometer
- Pemanas listrik
- *Waterbath*
- Tabung reaksi

3.5. Variabel yang digunakan

3.5.1. Variabel Tetap

- Jerami nangka
- Lama fermentasi

3.5.2. Variabel Berubah

- Sukrosa (5; 7,5; 10; 12,5; 15) gram
- Ragi (4; 6; 8; 10; 12) gram

3.6. Penelitian Laboratorium

3.6.1. Prosedur Proses Fermentasi Etanol

- Bahan baku berupa jerami nangka dipilih yang bagus dan bersih.
- Bahan ditimbang 1,5 kg.
- Bahan dicuci dengan air bersih, kemudian ditiriskan.

- Bahan diiris kecil-kecil dan selanjutnya menghancurkan dengan blender sampai halus.
- Bubur bahan ditambah air sebanyak 2 kali berat bahan.
- Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kain saring.
- Cairan yang diperoleh ditambah dengan gula (5; 7,5; 10; 12,5; 15) gram.
- Botol-botol tersebut kemudian disterilisasi dengan memanaskan pada suhu 121°C selama 15 menit.
- Setelah dingin menambahkan ragi sebanyak (4; 6; 8; 10; 12) gram dan $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ 0,1 gram.
- Melakukan fermentasi selama 8 hari dalam kondisi anaerobik.
- Setiap perlakuan dianalisa kadar etanol dan total gula

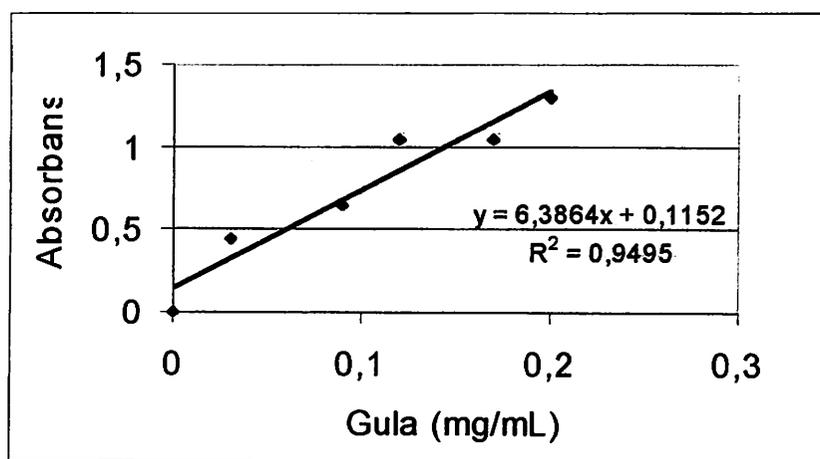
3.6.2. Analisa Pendahuluan

3.6.2.1. Prosedur Analisa Total Gula (Apriyantono, 1989)

a. Persiapan kurva standard

- Membuat larutan glukosa standard 0,2 mg/mL (melarutkan 200 mg glukosa dalam 100 mL aquadest, mengambil 10 mL dan mengencerkan menjadi 100 mL)
- Memipet kedalam kedalam tabung reaksi 0,0 (blanko), 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 mL larutan gula standard. Menambahkan air sampai total volume masing-masing tabung reaksi 1,0 mL.

- Menambahkan dengan cepat 5 mL pereaksi Antron kedalam masing-masing tabung reaksi (pereaksi Antron 0,1 % dalam asam sulfat).
- Menutup tabung reaksi dan mencampur sampai merata.
- Menempatkan dalam *waterbath* pada suhu 100°C selama 12 menit.
- Mendinginkannya dengan cepat menggunakan air mengalir.
- Memindahkan dalam kuvet dan membaca absorbansinya pada 630 nm.



Grafik 1. Kurva Standard Total Gula

b. Penetapan Sampel

- Menimbang sampel dan menambahkan 100 mL aquadest, menyaring dengan kertas saring kemudian mengambil 1 mL sampel tersebut dan mengencerkan dalam 10 mL aquadest hingga pengenceran 100 kali.
- Memasukkan 1 mL sampel (dari persiapan sampel) kedalam tabung reaksi.
- Menambahkan dengan cepat 5 mL pereaksi Antron kedalam masing-masing tabung reaksi (pereaksi Antron 0,1 % dalam asam sulfat).
- Menutup tabung reaksi dan mencampur sampai merata.

- Menempatkan dalam *waterbath* pada suhu 100°C selama 12 menit.
- Mendinginkannya dengan cepat menggunakan air mengalir.
- Memindahkan dalam kuvet dan membaca absorbansinya pada 630 nm.

$$\text{Perhitungan, total gula} = \frac{\text{X kali pengenceran}}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100\%$$

3.6.3. Analisa Hasil Fermentasi

3.6.3.1. Prosedur Analisa Kadar Etanol (AOAC, 1970)

- Sebanyak 25 mL sampel ditambahkan 25 mL aquadest dimasukkan kedalam alat destilasi
- Didestilasi hingga didapatkan destilat 25 mL
- Destilat dimasukkan kedalam piknometer dan dicatat suhunya, kemudian ditimbang untuk menentukan berat jenisnya. Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{BJ destilat} = \frac{(a + b) - c}{(a + d) - c}$$

Keterangan :

(a + b) : berat piknometer berisi destilat

(a + d) : berat piknometer berisi aquadest

c : berat piknometer kosong

- Dari perhitungan dicari kadar etanol (v/v) dengan menggunakan tabel gravity density

3.6.3.2. Prosedur Analisa Total Gula (Apriyantono, 1989)

a. Persiapan kurva standard

- Membuat larutan glukosa standard 0,2 mg/mL (melarutkan 200 mg glukosa dalam 100 mL aquadest, mengambil 10 mL dan mengencerkan menjadi 100 mL)
- Memipet kedalam kedalam tabung reaksi 0,0 (blanko), 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 mL larutan gula standard. Menambahkan air sampai total volume masing-masing tabung reaksi 1,0 mL.
- Menambahkan dengan cepat 5 mL pereaksi Antron kedalam masing-masing tabung reaksi (pereaksi Antron 0,1 % dalam asam sulfat).
- Menutup tabung reaksi dan mencampur sampai merata.
- Menempatkan dalam *waterbath* pada suhu 100°C selama 12 menit.
- Mendinginkannya dengan cepat menggunakan air mengalir.
- Memindahkan dalam kuvet dan membaca absorbansinya pada 630 nm.

b. Penetapan Sampel

- Menimbang sampel dan menambahkan 100 mL aquadest, menyaring dengan kertas saring kemudian mengambil 1 mL sampel tersebut dan mengencerkan dalam 10 mL aquadest hingga pengenceran 100 kali.
- Memasukkan 1 mL sampel (dari persiapan sampel) kedalam tabung reaksi.

- Menambahkan dengan cepat 5 mL pereaksi Antron kedalam masing-masing tabung reaksi (pereaksi Antron 0,1 % dalam asam sulfat).
- Menutup tabung reaksi dan mencampur sampai merata.
- Menempatkan dalam *waterbath* pada suhu 100°C selama 12 menit.
- Mendinginkannya dengan cepat menggunakan air mengalir.
- Memindahkan dalam kuvet dan membaca absorbansinya pada 630 nm.

$$\text{Perhitungan, total gula} = \frac{\text{X kali pengenceran}}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100\%$$

3.7. Pengamatan

Setiap hasil analisa yaitu analisa total gula dan analisa kadar etanol harus dimasukkan tabel.

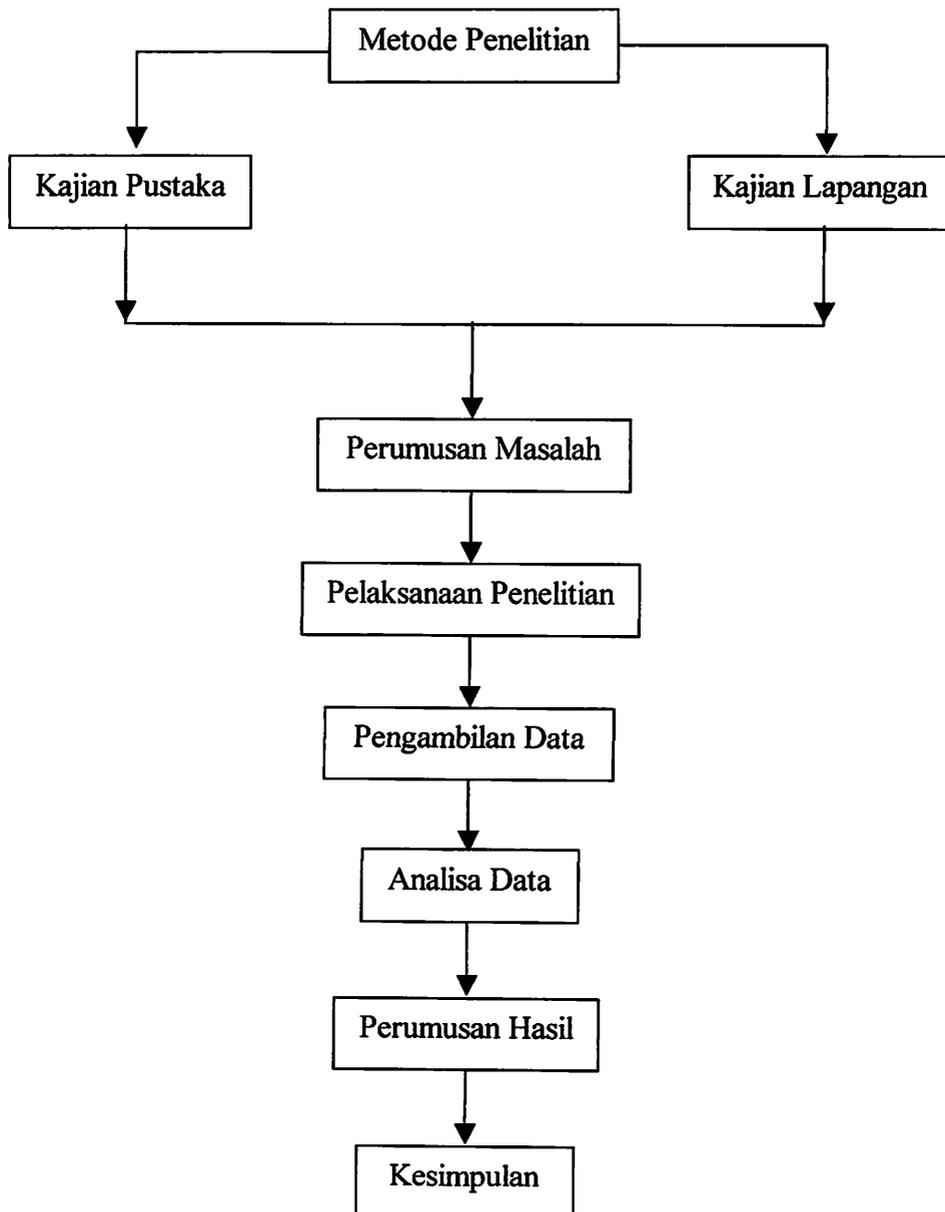
3.8. Analisa Data

Data-data yang diperoleh dari hasil perhitungan yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan grafik, dari grafik tersebut dianalisa untuk dijadikan variabel-variabel yang digunakan.

3.9. Pengambilan Kesimpulan

Dari data yang diambil dapat ditarik kesimpulan mengenai hubungan antara variabel yang digunakan dalam penelitian dengan teori yang ada berdasarkan literatur.

3.10. Kerangka Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang disajikan penyusun merupakan data yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang dilakukan di Laboratorium Analisa Gula dan Pangan, Laboratorium Lingkungan ITN Malang dan Laboratorium Rekayasa Proses dan Sistem Produksi Universitas Brawijaya Malang. Dari analisa-analisa yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

4.1. Hasil analisa pendahuluan pada sari jerami nangka

- pH = 5,67
- Total Gula = 6 %

4.2. Hasil analisa setelah fermentasi

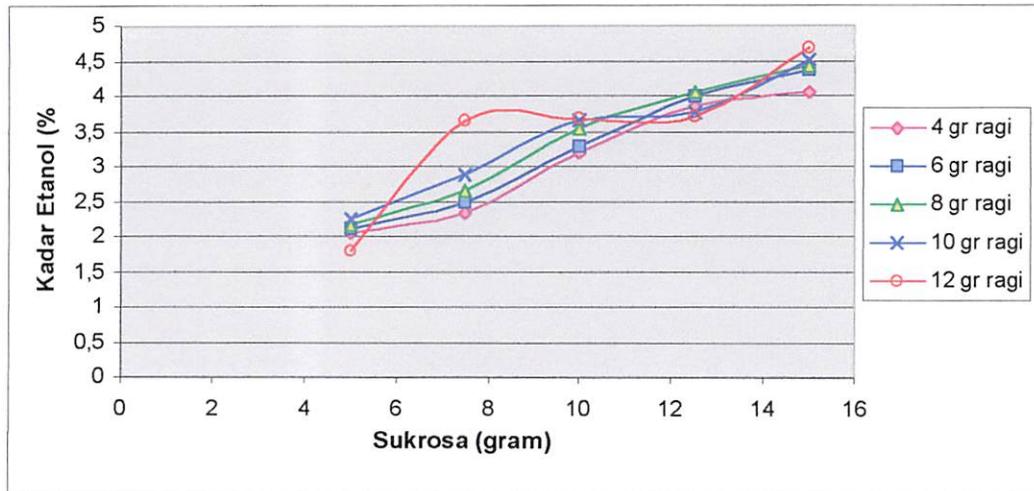
Tabel 3. Harga kadar etanol (%) pada berbagai penambahan sukrosa dan ragi

Sukrosa (gram)	Ragi (gram)	Kadar Etanol (%)
5	4	2,07
	6	2,12
	8	2,18
	10	2,27
	12	1,80
7,5	4	2,34
	6	2,50
	8	2,65
	10	2,88
	12	3,65
10	4	3,19
	6	3,30
	8	3,53
	10	3,65
	12	3,70
12,5	4	3,86
	6	3,99
	8	4,06
	10	3,78
	12	3,72
15	4	4,07
	6	4,36
	8	4,42
	10	4,51
	12	4,70

Tabel 4. Harga Total Gula (%) pada berbagai penambahan sukrosa dan ragi

Sukrosa (gram)	Ragi (gram)	Total Gula (%)
5	4	2,8
	6	3,0
	8	3,2
	10	3,4
	12	3,8
7,5	4	4,6
	6	4,7
	8	5,0
	10	4,4
	12	4,0
10	4	4,7
	6	4,8
	8	7,3
	10	6,8
	12	5,7
12,5	4	5,8
	6	6,7
	8	7,5
	10	7,8
	12	8,1
15	4	6,1
	6	6,9
	8	7,3
	10	8,0
	12	8,6

4.3. Kadar Etanol



Grafik 2. Pengaruh massa ragi dan massa sukrosa terhadap kadar etanol pada proses fermentasi jerami nangka

Dari grafik 2 dapat dilihat bahwa hasil analisa nilai kadar etanol cenderung naik seiring dengan banyaknya ragi dan sukrosa yaitu berkisar 1,80 – 4,70%. Semakin banyak penambahan sukrosa maka akan semakin banyak suplai makanan yang akan menjadi nutrisi bagi ragi untuk pertumbuhannya. Dengan semakin banyaknya ragi maka semakin banyak glukosa yang dapat dipecah menjadi etanol. Selama masih ada gula, fermentasi akan berlangsung terus dan akan berhenti bila semua gula telah habis difermentasi (Anna dkk, 1992)

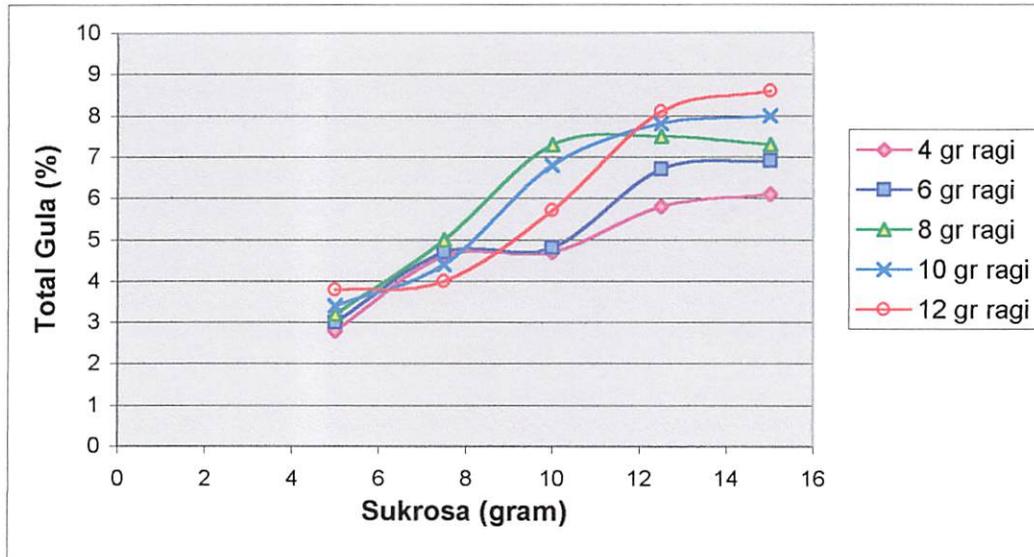
Jumlah etanol yang dihasilkan menurut teori adalah 51,1 % dari bobot gula (Said, 1987). Tetapi dalam praktek hanya dihasilkan kadar etanol yang paling tinggi 4,70%, hal ini mungkin disebabkan pada waktu pengukuran pH terjadi kontak langsung dengan udara luar karena alatnya yang kurang efektif sehingga didapatkan kadar etanol yang sedikit.

Penggunaan konsentrasi gula yang tinggi bisa meningkatkan etanol yaitu lebih dari 13% etanol. Namun kadar etanol yang terlalu tinggi akan menghambat fermentasi. Etanol cenderung untuk menghambat fermentasi pada konsentrasi 13-15%. Umumnya konsentrasi etanol maksimum yang diijinkan adalah 13 % (Elok, 1998)

Kandungan etanol yang terbentuk selama fermentasi tergantung pada kandungan gula, jenis ragi dan suhu fermentasi. Seperti juga mikroba yang lainnya yang menghasilkan asam, ragi tidak tahan terhadap etanol dalam kepekatan tinggi. Kebanyakan ragi tidak tahan pada konsentrasi etanol 12–15 persen (Winarno dkk, 1980)

Pada hasil fermentasi biasanya hanya terbentuk larutan etanol encer, karena sel-sel khamir atau khamir akan mati bila kadar etanol melebihi 12 -15 persen (Said, 1987)

4.4. Total Gula



Grafik 3. Pengaruh massa ragi dan massa sukrosa terhadap total gula pada proses fermentasi jerami nangka

Dari grafik 3 dapat dilihat bahwa nilai total gula cenderung naik seiring dengan banyaknya ragi dan sukrosa yang ditambahkan, pada penelitian ini total gula yang dihitung tidak hanya berasal dari penambahan sukrosa namun juga berasal dari total gula pada sari jerami nangka.

Semakin banyak gula yang ditambahkan pada proses fermentasi jerami nangka, maka akan semakin banyak gula yang dirombak menjadi etanol. Namun pada konsentrasi tinggi gula tidak lagi memacu pertumbuhan khamir, sehingga dapat menghambat aktifitas khamir dan akhirnya banyak gula yang tersisa pada akhir fermentasi yang berarti jumlah total gula akan semakin meningkat.

Sukrosa adalah terdiri dari molekul glukosa dan fruktosa (Winarno, 1997) selanjutnya glukosa akan dipecah oleh khamir menjadi etanol dan CO_2 sehingga

diduga dalam sari jerami angka masih tertinggal gula fruktosa dan beberapa gula yang tidak dapat dipecah oleh khamir, hal ini akan menyebabkan total gula meningkat.

Kebanyakan khamir tumbuh paling baik pada kondisi dengan persediaan air cukup (a_w khamir antara 0,88-0,94). Larutan gula yang pekat dapat mengakibatkan tekanan osmotik pada sel mikroorganisme yaitu dengan menyerap air dari dalam sel dan menyebabkan sel kekurangan air dan mati (Bukle at al, 1987)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian fermentasi jerami nangka diperoleh kesimpulan bahwa kadar etanol yang paling tinggi dengan massa sukrosa 15 gram dan massa ragi 12 gram dihasilkan sebagai berikut :

- Kadar etanol 4,70%

Sedangkan total gula pada massa sukrosa 15 gram dan massa ragi 12 gram dihasilkan sebagai berikut :

- Total gula 8,6%

5.2. Saran

Lamanya proses fermentasi dan pH larutan sangat perlu diperhatikan dalam penelitian ini, karena akan sangat berpengaruh terhadap fermentasi jerami nangka untuk mendapatkan etanol. Kiranya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berkenaan dengan lamanya proses fermentasi dan pH larutan untuk mendapatkan kadar etanol yang tinggi pada proses fermentasi jerami nangka.

Penelitian ini hanya dibatasi pada massa sukrosa (5; 7,5; 10; 12,5; 15) gram dan massa ragi (4, 6, 8, 10, 12) gram sehingga didapatkan kadar etanol yang kurang maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berkenaan dengan hal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna Marliyani, S., A. Sulaiman, dan F Anwar. (1992): **Pengolahan Pangan Tingkat Rumah Tangga**. PAU Pangan dan Gizi IPB.
- AOAC. (1970): **Official Method of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, 15th**. Arlinton, Virginia USA.
- Apriyantono, A., dkk. (1989): **Petunjuk Laboratorium Analisa Pangan**. PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Buckle, At al. (1987): **Ilmu Pangan**. UI Press, Jakarta.
- Fardiaz, S. (1992): **Mikrobiologi Pangan I**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fessenden dan Fessenden. (1997): **Kimia Organik, Jilid I**. Erlangga, Jakarta.
- G. E, Said. (1987): **Bioindustri, Penerapan Teknologi Fermentasi**. PAU Bioteknologi IPB, PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Muafi, Khoiful. (2004): **Produksi Asam Asetat dari Jerami Nangka (Kajian Penambahan Sukrosa Pada Tahap Fermentasi Alkoholik dan Pengaruh Konsentrasi Starter dan Lama Fermentasi pada Tahap Fermentasi Asam Asetat)**. Skripsi, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. UNIBRAW, Malang.
- Muchtadi, T. (1980): **Penanganan Pasca Panen Buah-buahan**. IPB, Bogor.
- Novita. (2000): **Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (*Saccharomyces cerevisiae*) Pada Fermentasi Etanol**. MIPA-Biologi. UNIBRAW, Malang.
- Rizani, K. Z. (2000): **Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (*Saccharomyces cerevisiae*) Pada Proses Fermentasi Sari kulit Nanas Untuk Produksi Etanol**. MIPA-Biologi. UNIBRAW, Malang.
- Rukmana, Rahman. (1997): **Budi Daya Nangka**. KANISIUS, Yogyakarta.
- Soebiyanto Tjokroadikoesoemo, P. (1993): **HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Sudarmadji, S. (1982): **Bahan-bahan Pemanis**. Penerbit Agritech, Yogyakarta.
- W. D, Norman. (1988): **Teknologi Pengawetan Pangan**. UI Press, Jakarta.
- Widjanarko, S. B. (1998): **Teknologi Hortikultura Produk Segar dan Olahan**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. UNIBRAW, Malang.
- Widyastuti, Y. E. (1993): **Nangka dan Cempedak, Ragam Jenis dan Pembudidayaan**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Winarno, F. G. (1997): **Kimia Pangan dan Gizi**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz., dan D. Fardiaz (1980): **Pengantar Teknologi Pangan**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Z. Elok. (1998): **Teknologi Pangan Fermentasi**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. UNIBRAW, Malang.

APPENDIKS

A. Contoh perhitungan air yang ditambahkan pada bubur jerami nangka.

$$\text{Berat bahan (m)} = 1,5 \text{ kg} = 1500 \text{ g}$$

$$\text{Berat jenis } (\rho) = 0,99708 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$0,99708 \text{ g/cm}^3 = \frac{1500}{v}$$

$$v = 1504,39 \text{ cm}^3 = 1,5 \text{ L}$$

B. Contoh perhitungan kadar etanol (%) pada massa ragi 12 gram dan massa sukrosa 15 gram.

$$\text{BJ destilat} = \frac{(a+b) - c}{(a+d) - c}$$

Keterangan :

(a + b) = berat piknometer berisi destilat

(a + d) = berat piknometer berisi aquadest

c = berat piknometer kosong

$$\text{BJ destilat} = \frac{48,9336 - 24,1232}{49,106 - 24,1232}$$

$$= 0,9931 \text{ g/cm}^3$$

Kadar etanol = 4,70% dilihat dari tabel gravity density pada BJ = 0,9931 g/cm³

C. Contoh perhitungan total gula (%) pada massa ragi 12 gram dan massa sukrosa 15 gram.

$$\begin{aligned} A &= \log \frac{100}{\%T} \\ &= \log \frac{100}{3,558 \times 10^{-81}} \\ &= 82,499 \end{aligned}$$

$$y = 6,3864x + 0,1152$$

$$82,499 = 6,3868x + 0,1152$$

$$= 12,9$$

$$\text{Total Gula (\%)} = \frac{\text{X kali pengenceran}}{\text{Berat sampel (mg)}} \times 100\%$$

$$= \frac{12,9 \times 100}{15000} \times 100\%$$

$$= 8,6\%$$

LABORATORIUM REKAYASA PROSES DAN SISTEM PRODUKSI

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gedung Jurusan Teknologi Industri Pertanian Lt. II Jl. Veteran 65145 Malang

HASIL ANALISA FERMENTASI ALKOHOLIK DARI JERAMI NANGKA

1. Parameter : Kadar Alkohol (%)

KODE	HASIL
G ₅ S ₄	2,07
G ₅ S ₆	2,12
G ₅ S ₈	2,18
G ₅ S ₁₀	2,27
G ₅ S ₁₂	1,80
G _{7,5} S ₄	2,34
G _{7,5} S ₆	2,50
G _{7,5} S ₈	2,65
G _{7,5} S ₁₀	2,88
G _{7,5} S ₁₂	3,65
G ₁₀ S ₄	3,19
G ₁₀ S ₆	3,30
G ₁₀ S ₈	3,53
G ₁₀ S ₁₀	3,65
G ₁₀ S ₁₂	3,70
G _{12,5} S ₄	3,86
G _{12,5} S ₆	3,99
G _{12,5} S ₈	4,06
G _{12,5} S ₁₀	3,78
G _{12,5} S ₁₂	3,72
G ₁₅ S ₄	4,07
G ₁₅ S ₆	4,36
G ₁₅ S ₈	4,42
G ₁₅ S ₁₀	4,51
G ₁₅ S ₁₂	4,70
Bahan Baku	0,33

LABORATORIUM REKAYASA PROSES DAN SISTEM PRODUKSI
JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA
Gedung Jurusan Teknologi Industri Pertanian Lt. II Jl. Veteran 65145 Malang

2. Parameter : Total Gula (%)

KODE	HASIL
G ₅ S ₄	2,8
G ₅ S ₆	3,0
G ₅ S ₈	3,2
G ₅ S ₁₀	3,4
G ₅ S ₁₂	3,8
G _{7,5} S ₄	4,6
G _{7,5} S ₆	4,7
G _{7,5} S ₈	5,0
G _{7,5} S ₁₀	4,4
G _{7,5} S ₁₂	4,0
G ₁₀ S ₄	4,7
G ₁₀ S ₆	4,8
G ₁₀ S ₈	7,3
G ₁₀ S ₁₀	6,8
G ₁₀ S ₁₂	5,7
G _{12,5} S ₄	5,8
G _{12,5} S ₆	6,7
G _{12,5} S ₈	7,5
G _{12,5} S ₁₀	7,8
G _{12,5} S ₁₂	8,1
G ₁₅ S ₄	6,1
G ₁₅ S ₆	6,9
G ₁₅ S ₈	7,3
G ₁₅ S ₁₀	8,0
G ₁₅ S ₁₂	8,6
Bahan Baku	6

Malang, 15 Februari 2005

Sutrisno, ST