

**PENGARUH VARIASI SUBSTRAT DAN LAMA FERMENTASI
TERHADAP PRODUKSI ALKOHOL PISANG KLUTUK
(*Musa branchycarpa*)**

SKRIPSI

Oleh:
ENDAH APRILIANA IKA SARI
NIM : 04520023



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
2008**

**PENGARUH VARIASI SUBSTRAT DAN LAMA FERMENTASI
TERHADAP PRODUKSI ALKOHOL PISANG KLUTUK
(*Musa branchycarpa*)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)**

**Oleh:
ENDAH APRILIANA IKA SARI
NIM : 04520023**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
MALANG
2008**

**PENGARUH VARIASI SUBSTRAT DAN LAMA FERMENTASI
TERHADAP PRODUKSI ALKOHOL PISANG KLUTUK
(*Musa branchycarpa*)**

SKRIPSI

Oleh:

**ENDAH APRILIANA IKA SARI
NIM : 04520023**

Telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Pembimbing Agama

**Ir. Liliek Hariani AR
NIP: 150 290 059**

**Ach. Nashichuddin, M. Ag
NIP: 150 302 531**

Tanggal, 17 Oktober 2008

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Malang**

**Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si
NIP: 150 299 505**

**PENGARUH VARIASI SUBSTRAT DAN LAMA FERMENTASI
TERHADAP PRODUKSI ALKOHOL PISANG KLUTUK
(*Musa branchycarpa*)**

SKRIPSI

Oleh:

ENDAH APRILIANA IKA SARI

NIM : 04520023

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu
Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)**

Tanggal 29 Oktober 2008

Susunan Dewan Penguji :

Tanda Tangan

- | | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 1. Penguji Utama | : Dra. Retno Susilowati, M.Si
NIP. 132 083 910 | (.....) |
| 2. Ketua Penguji | : Kiptiyah, M.Si
NIP.150 321 633 | (.....) |
| 3. Sekr. Penguji | : Ir. Liliek Hariani AR
NIP. 150 290 059 | (.....) |
| 4. Anggota Penguji | : Ach. Nashichuddin, MA
NIP. 150 302 531 | (.....) |

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Malang**

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah
NIP: 150 299 505

PERSEMBAHAN

Walau terkadang air mata sempat menetes tapi dengan penuh kesabaran, ketekunan,
pengorbanan dan tanpa rasa putus asa kulalui segala hambatan, rintangan serta
cobaan dalam menyelesaikan skripsi ini

Semua ini tak akan mungkin dapat aku lalui tanpa adanya hidayah dan pertolongan
dari Allah SWT yang penuh rahmat memberikan kasih sayang kepada hamba-
hambaNya

Pengorbanan dan doa dari Keluargaku, teman-temanku orang-orang yang selalu ada
untukku

Dengan tulus dan ikhlas serta rasa baktiku, kan kupersembahkan karyaku ini kepada

Ayahanda Harto Suyitno.....

Terimakasih atas doa dan kasih sayangmu selama ini yang menjadi kekuatan disetiap
langkahku. Panasnya terik matahari serta dinginnya air hujan seakan tak pernah kau
hiraukan demi mencari nafkah untuk keluarga. Pengorbananmu takakan mungkin bisa
ku bayar walaupun dengan dunia beserta isinya. Ayah, semoga Allah SWT meridhoi
sehingga aku bisa memenuhi apa yang menjadi harapan dan keinginanmu selamaini.
Amin

Ibunda Nur Kidayah.....

Bunda...! Sulit bagi aku untuk merangkai kata mengucapkan terimakasih atas apa
yang selama ini kau berikan untukku. Skatan batin yang kuat membuatku selalu
rindu akan darimu dan kasih sayangmu. karnamu aku bisa seperti ini. Doamu yang
tulus dan ikhlas mengantarkan diriku ke gerbang kesuksesan. Restumu yang membuat
langkahku sampai pada tujuan.

Adikku Aminatus Sholikhah.....

Dik.....! terimakasih atas doa dan dukungan buat mbak, kau harus lebih baik dari
mbak. Kau adalah motivasi terbesar mbak untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
Kau adalah harapan terakhir ayah dan ibu, separuh beban di pundak mbak ada
padamu. Jangan pernah mengecewakan ayah dan ibu.

Kalian bertiga adalah seseorang yang begitu berarti bagi hidupku,

Harta dan karunia terbesar yang Allah berikan padaku

Selamanya kalian akan selalu ada dalam hatiku

Menjadi embun penyejuk dalam diriku.

Tempatku mencurahkan segala suka duka serta keluh kesahku.

Doa dan restu kalian sekarang dan selamanya akan selalu aku harapkan.

Kupersembahkan karyaku ini kepada kalian sebagai tanda bakti dan terimakasihku
untuk semua pengorbanan yang telah kalian berikan kepadaku.

Ucapan terimakasih khusus aku sampaikan kepada

- ❖ Dosen pembimbingku Ir Liliek Hariani PR terima kasih atas perhatian dan pengertiannya selama membimbingku. Ibu bukan hanya sebagai dosen pembimbing saja, tetapi dalam diri ibu ku dapatkan kasih sayang layaknya ibu kandungku sendiri. Rasanya tak cukup hanya ucapan terimakasih saja aku sampaikan atas pengorbananmu selama membimbingku.
- ❖ Anik Maunatin, M.P terimakasih atas apa yang telah engkau berikan padaku. Begitu berarti bantuan, bimbingan serta semangat yang telah engkau berikan. Ternyata ada hikmah dan sesuatu yang begitu bermakna bagiku kenapa Allah baru mempertemukan kita diakhir aku menyelesaikan tugas ini.
- ❖ Buat semua saudaraku, di Tulungagung maupun di Malang (Keluarga besar Bani K. Rusdi dan Bani Harjo Suwito) Bude, Pakde, Bulek, Paklek, kakak-kakak dan adik-adik ponakanku yang selalu memberikan motivasi, semangat, nasehat dan memberikan kritik saran demi untuk kebaikanku. Semoga tali persaudaraan dan silaturahmi kita akan tetap terjalin.
- ❖ Bapak dan ibu guru RA & MS Raudlotul Tholibbin, MTSN Arjojeding, MAN Tulungagung 1, terimakasih atas ilmu yang pernah kalian ajarkan kepadaku hingga akhirnya aku bisa membuat karya ini, engkau adalah pahlawan tanpa tanda jasa, atas jasa kalian kuperoleh ilmu pengetahuan yang begitu bermanfaat dunia akhirat.
- ❖ Teman-teman Bio '04 Youni, , Zubaidah, Farikhah, Nora sebagai penasehat spiritualku disaat aku merasa terpuruk. Buat Ain, Izul, Basyar teman seperjuangan dalam satu bimbingan. Buat Youli, Unun, Norma, Keru, Nasih, Semail, Alul, Basyar yang membantu dan menemaniku saat penelitian, adanya kalian ketakutan akan kegagalan jadi berkurang. Momen-momen saat penelitian tak akan pernah aku lupakan. Dan terimakasih buat temen-temen bio '04 lainnya yang tak mungkin aku sebutkan satu persatu. Persahabatan yang telah terajut bersama kalian akan selalu terukir indah dalam hatiku yang tak mungkin akan aku lupakan walau terpisahkan oleh jarak dan waktu.
- ❖ Teman-teman Bio '02, Bio '03 dan Bio '05 mbak Illa, makasih untuk dukungannya, mbak Lala terimakasih atas dukungan dan semangat yang selalu kau berikan padaku, aku doakan semoga cepat menyusul tuk ujian skripsi. mbak Cici' dan mas Sholeh , Juwita, Edy, Bariza atas bantuan, semangat yang telah kalian berikan selama aku penelitian dan menyelesaikan skripsi ini
- ❖ Buat teman-teman kos Sumber sari gang 1 (Lutvi, danti, Mbak Zeni, Dewi, Ely, Unun, Ana, Nita, Evi, Farida, Rahma, Diana, Ririn, Lely, Fida, Nurri, Sca) atas dukungan dan bantuannya selama ini. Kalian adalah teman sekaligus saudara bagiku. Begitu berat aku berpisah dari kalian, terlalu banyak

suka duka yang aku alami bersama kalian. Dari kalian kurasakan indahnya kebersaan, bersama kalian kutemukan indahnya perbedaan. Semoga selamanya tali persaudaraan kita tak akan pernah terputus.

- ❖ Buat Bapak, ibu, dan teman-teman kos Goyo Suko yang sudah mau menerima kedatanganku dengan baik, menjadikan aku bagian dari keluarga kalian. Buat Youni semoga persahabatan kita tetap terjalin indah.
- ❖ Buat teman-temanku di rumah. Sora sekeluarga sahabatku dari kecil yang menjadikan aku seperti saudara, yang selalu memberikan aku semangat, tempatku curhat dan berbagi cerita semoga persahabatan kita tidak akan terputus walau kelak kita sudah berkeluarga. Buat nika sekelurga, aku doakan semoga Allah meridhoimu tuk jadi saudaraku. Susi dan mif, terimakasih kalian masih mau jadi sahabatku. Buat Anis sekeluarga terimakasih atas doanya dan telah menjadikan aku teman sekaligus saudara, semoga tali persahabatan kita akan tetap terjalin.
- ❖ Buat teman-temanku alumni MS Banjarejo 1, MTsN Aryojeding, dan MAN Tulungagung 1 semoga ilmu yang kita dapat bermanfaat. Kenangan bersama kalian akan tetap terukir indah dalam anganku.
- ❖ Buat keluarga ms Teguh & mbak Arik semoga Allah meridhoi untuk kita menjadi saudara. Buat mas Yopi. Dari jauh dan ditengah-tengah kesibukanmu menjalankan tugas sebagai pelindung dan pengayom masyarakat kau masih sempat mendengarkan keluh kesahku dan terkadang tangisku. Maafkan aku yang selalu mengeluh dan mau menag sendiri, sulit bagiku tuk dapat memahami sifatmu, kadang kamu bisa jadi teman serta kakak bagiku, tetapi kadang kamu bisa membuatku jengkel. Semoga dalam menjalankan tugasmu Allah selalu melindungimu. Amin.
- ❖ Segenap keluarga besar guru, karyawan, dan siswa-siswi MTs Negeri Tunggangri Kalidawir atas doa restu yang telah kalian berikan.
- ❖ Keluarga besar H. Moh. Kalim khususnya Mbak yati atas doa dan dukunganny. Semoga tali persaudaraan kita akan tetap terjalin.

Motta

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ﴿٨﴾

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan Hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap
(Q.S. Al Lam Nasyrat: 6-8)*

PUSAT PERPUSTAKAAN

KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan kemudahan yang selalu diberikan kepada hamba-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchycharpa*)”** sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, terutama kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku rektor Universitas Islam Negeri Malang.
2. Prof. Dr. Sutiman Bambang Sumitro, SU. Dsc selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
3. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi Universitas Islam Negeri Malang.
4. Ir. Liliek Hariani AR selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi hingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Ach. Nashichuddin, M.Ag. selaku dosen pembimbing agama yang telah meluangkan waktunya, memberikan ilmunya serta membimbing penulis.
6. Dra. Retno Susilowati, M.Si selaku dosen wali yang telah membimbing, memberikan motivasi dan pengarahan kepada penulis selama masa study di Universitas Islam Negeri Malang.

7. Segenap keluarga besar dosen Biologi Universitas Islam Negeri Malang yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan ilmu serta dukungan kepada penulis.
8. Segenap staf administrasi Jurusan Biologi dan staf Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
9. Kedua orang tua tercinta Ayah Harto Suyitno dan Ibu Nur Hidayah yang telah memberikan dukungan moril maupun spirituil, mencurahkan segala kasih dan sayangnya, memberikan perhatian dan motivasi yang begitu besar, serta mengiringi setiap langkah penulis dengan doa yang tulus dan ikhlas sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Adikku tersayang Aminatus Sholikhah merupakan motivator terbesar untuk segera menyelesaikan skripsi ini, yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
11. Nenekku tercinta Yasminah yang selalu memberikan doa demi keberhasilan, kebahagiaan serta keselamatan penulis
12. Segenap keluarga besarku di Malang Pak Rumidjan dan Om Ridwan Hariadi yang telah memberikan doa, bantuan serta dukungan kepada penulis.
13. Anik Maunatin, M.P. yang telah memberikan bimbingan, bantuan dan arahan kepada penulis
14. Teman-teman Biologi angkatan 2004 dan teman-teman biologi UIN Malang atas dukungan serta bantuan selama penulis menempuh study. Semoga ilmu yang telah diperoleh bermanfaat serta kesuksesan selalu menyertai.

15. Bapak dan Ibu kos serta teman-teman kos Summersari gang 1 No 51 dan kos Joyo Suko yang telah memberikan bantuan serta menjadikan penulis bagian dari keluarga kalian.
16. Adik keponakanku Wiwik yang telah meminjamkan literatur kepada penulis.
17. Teman-teman PPL (Bu Indri, Bu Faricha, Bu Faqih, Pak Muchson, Pak Huda, Pak Aziz, Pak Taufik, Pak Irsyad) dan segenap keluarga besar MA Al-Ma'arif Singosari yang telah memberikan dorongan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
18. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian serta penyelesaian penulisan skripsi yang tidak mungkin kami sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya dan semoga penulisan skripsi ini mendapatkan ridho dari Allah SWT. Amin.

Malang, Oktober 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK	x
BAB I. PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Rumusan Masalah	5
Tujuan Penelitian.....	5
Hipotesis Penelitian	6
Manfaat Penelitian.....	6
Batasan Masalah	7
Definisi Oprasional.....	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pisang.....	9
2.1.1 Jenis-jenis Pisang dan Manfaatnya	9
2.1.2 Kandungan Gizi Daging Buah Pisang	10
2.1.3 Kandungan Gizi Kulit Buah Pisang	12
2.2 Fermentasi	14
2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Alkohol .	20
2.3 Ragi	26
2.3.1 Khamir	27
2.3.2 Kapang	29
2.4 Alkohol	30
2.5 Manfaat Alkohol	32
2.6 Tinjauan Al-Quran Tentang Manfaat Buah-buahan.....	34

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1	Rancangan Penelitian	41
3.2	Variabel Penelitian	42
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	43
3.4	Alat dan Bahan	43
3.4.1	Alat.....	43
3.4.2	Bahan.....	43
3.5	Subyek Penelitian	43
3.6	Prosedur Kerja	44
3.6.1	Persiapan Media.....	44
3.6.2	Tahap Fermentasi.....	44
3.6.3	Proses Penentuan Produksi Alkohol.....	45
3.7	Teknik Pengumpulan Data	46
3.8	Skema Kerja Penelitian.....	47
3.8.1	Skema Kerja Tahap Persiapan Media dan Fermentasi Pisang Klutuk.....	47
3.8.2	Skema Kerja Proses Penentuan Produksi Alkohol.....	48

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Diskripsi Data	49
4.2	Analisis Data dan Pembahasan	50
4.2.1	Perbedaan Produksi Alkohol yang Dihasilkan	
1.	Perbedaan Produksi Alkohol untuk Faktor Interaksi antara Variasi Subtrat dan Lama Fermentasi.....	50
2.	Perbedaan Produksi Alkohol untuk Faktor Subtrat	54
3.	Perbedaan Produksi Alkohol untuk Faktor Lama Fermentasi	58
4.3	Tinjauan Buah Pisang Klutuk dalam Prespektif Islam	60

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64

DAFTAR PUSTAKA 65
LAMPIRAN..... 69



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
2.1	Komposisi Gizi Beberapa Jenis Pisang Matang	11
2.2	Komposisi Gizi Kulit Pisang	12
2.3	Sifat fisik Alkohol	31
3.1	Rancangan Pengumpulan Data	46
4.1	Nilai Rata-rata Produksi Alkohol Pisang Klutuk	49
4.2	Ringkasan Anova Hasil Interaksi Pengaruh Variasi Subtrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk	50
4.3	Hasil Uji Jarak Duncan untuk Faktor Interaksi antara Variasi Subtrat dan Lama Fermentasi	51
4.4	Ringkasan Anova Pengaruh Variasi Subtrat terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk	54
4.5	Hasil Uji Jarak Duncan untuk Faktor Variasi Subtrat	55
4.6	Ringkasan Anova Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk	58
4.7	Hasil Uji Jarak Duncan untuk Faktor Lama Fermentasi	58

DAFTAR GAMBAR

No	Gambar	Halaman
4.1	Grafik Nilai Rata-rata Produksi Alkohol Pisang Klutuk.....	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan Produksi Alkohol Pisang Klutuk (<i>Musa branchcarpa</i>) dengan Variasi Substrat dan Lama Fermentasi yang Berbeda.....	69
Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan Produksi Alkohol Pisang Klutuk (<i>Musa branchcarpa</i>) dengan Variasi Substrat dan Lama Fermentasi yang Berbeda.....	71
Lampiran 3. Langkah-Langkah Perhitungan ANOVA Data Hasil Pengamatan Produksi Alkohol Pisang Klutuk (<i>Musa branchcarpa</i>) dengan Variasi Substrat dan Lama Fermentasi yang Berbeda.....	72
Lampiran 4. Analisis Data Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk (<i>Musa Branchycarpa</i>) dengan Menggunakan SPSS.....	79
Lampiran 5. Foto Alat-alat dan Bahan-bahan Penelitian.....	82

ABSTRAK

Ika Sari, Endah Apriliana. 2008. **Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchycarpa*)**. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Malang. Pembimbing 1 : Ir. Liliek Hariani, AR. Pembimbing 2 : Ach. Nasichuddin, M.Ag

Kata Kunci : Substrat, Fermentasi, Alkohol, Pisang Klutuk

Pisang klutuk adalah pisang yang daya jualnya cukup rendah karena bijinya yang banyak, kulitnya yang tebal dan buahnya tidak dapat dimakan dalam bentuk segar. Selama ini pemanfaatan semua bagian dari buah pisang klutuk masih kurang, walaupun kandungan karbohidrat baik daging maupun kulitnya cukup tinggi. Pemanfaatan semua bagian dari buah pisang klutuk baik daging maupun kulit buahnya dapat menghasilkan produk yang bernilai ekonomi tinggi yaitu dengan mengolah terlebih dahulu secara fermentasi sehingga menghasilkan alkohol yang dapat digunakan untuk bahan bakar dan farmasi. Pada proses fermentasi, digunakan ragi sebagai inokulum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi substrat terhadap produksi alkohol pisang klutuk, pengaruh lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk serta interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial terdiri dari dua faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah variasi substrat (daging dan kulit buah, daging buah, kulit buah). Faktor kedua adalah lama fermentasi (48 jam, 96 jam, 144 jam, 192 jam). Data yang diperoleh dalam penelitian ini berdasarkan penentuan berat jenis hasil destilasi. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Anova ganda dengan taraf signifikan 5%, apabila terdapat perbedaan, dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk. Hasil interaksi variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol terendah diperoleh pada substrat daging dan kulit buah dengan lama fermentasi 48 jam yang hanya mencapai nilai rata-rata 7,05%. Produksi alkohol tertinggi diperoleh pada substrat kulit buah dengan lama fermentasi 192 jam yang mencapai nilai rata-rata 19,71% . Produksi alkohol untuk semua perlakuan variasi substrat menunjukkan bahwa substrat kulit pisang menghasilkan produksi alkohol yang cukup tinggi yaitu mencapai nilai rata-rata 19,71 %. Produksi alkohol terendah diperoleh pada substrat daging&kulit buah pisang yang hanya mencapai nilai rata-rata 7,05%. Produksi alkohol untuk semua perlakuan lama fermentasi tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 192 jam yaitu mencapai nilai rata-rata 19,71%. Produksi alkohol terendah diperoleh pada lama fermentasi 48 jam dengan nilai rata-rata 7,05%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah mengingatkan kepada kita tentang tanda-tanda kekuasaanNya dalam dunia tumbuh-tumbuhan. Allah menciptakan berbagai jenis buah-buahan, setiap jenis memiliki rasa dan harum tersendiri meskipun semuanya tumbuh di tanah yang sama dan diairi dengan air yang sama. Kenyataan bahwa buah-buahan merupakan sumber vitamin dan nutrisi esensial yang melimpah, merubah manusia yang telah diberi akal untuk berfikir mengambil manfaat dari apa yang telah Allah ciptakan sebagaimana telah dijelaskan dalam Al-Quran surat An-Nahl ayat 11:

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan (Q.S. An-Nahl: 11).

Ayat di atas menjelaskan bahwa berbagai buah-buahan diciptakan oleh Allah untuk kepentingan manusia. Manusia tidak dibenarkan hanya menikmati apa yang diciptakan oleh Allah tanpa berfikir dan berusaha untuk meningkatkan nilai tambah ciptaan-Nya serta mengembangkannya menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Buah pisang adalah salah satu buah ciptaan Allah yang merupakan bahan makanan sumber vitamin dan mineral. Sama halnya dengan sayuran, buah pisang mengandung makronutrien yang lengkap, yaitu protein, lemak, dan

karbohidrat. Kadar karbohidrat umumnya lebih tinggi dari pada sayuran terutama buah yang rasanya manis (Tirtawinata, 2006).

Berdasarkan hasil analisis biokimia, kandungan gizi buah pisang selain karbohidrat dan protein, juga mengandung kalium yang berhasiat menurunkan tekanan darah, vitamin C yang penting untuk meningkatkan daya tahan tubuh, dan vitamin E yang membantu mengendalikan proses penuaan kulit (Mulyati, 2005). Selain itu, buah pisang juga kaya akan potasium dan merupakan bahan makanan yang baik untuk diet karena kandungan kolesterol, lemak, dan garamnya cukup rendah (Asahari, 2006).

Meskipun pisang pada umumnya mempunyai nilai ekonomis serta kandungan gizi yang cukup banyak, tetapi masih ada jenis pisang yang kurang mempunyai manfaat serta nilai jual yaitu pisang klutuk atau pisang biji. Umumnya pisang klutuk tidak disukai konsumen karena bijinya yang banyak, kulitnya keras dan tebal, serta buahnya tidak dapat dimakan dalam bentuk segar. Hal tersebut mengakibatkan harga jual pisang klutuk jauh di bawah harga pisang jenis lain seperti pisang ambon, pisang mas, pisang kepok, pisang raja dan pisang tawi (Margono, 2000).

Firman Allah dalam Al-Qur'an surat Ali-Imron ayat 191 yang menjelaskan bahwa Allah menciptakan semua yang ada di dunia ini tidaklah sia-sia dari yang kecil hingga yang besar. Makhluk hidup (hewan, tumbuhan dll.) semuanya dapat dimanfaatkan oleh manusia jika manusia itu berfikir. Allah menjaga semua yang telah diciptakan-Nya agar tetap hidup. Allah membuktikannya dengan diturunkan

oleh-Nya hujan sebagai sumber kehidupan, dan agar manusia dapat mensyukuri nikmat yang telah Allah berikan kepadanya.

Pemanfaatan semua bagian dari buah pisang klutuk baik daging maupun kulit buahnya dapat menghasilkan produk yang bernilai ekonomi tinggi yaitu dengan mengolah terlebih dahulu secara fermentasi sehingga menghasilkan alkohol yang dapat digunakan untuk bahan bakar dan lainnya. Pemanfaatan pisang klutuk untuk fermentasi alkohol ini sangat baik. Daging buah pisang klutuk ini mempunyai rasa yang sangat manis karena kandungan gula totalnya sebesar 79,94% dari bahan kering. Sedangkan kulit pisang klutuk merupakan bahan buangan yang cukup banyak jumlahnya, yaitu kira-kira $\frac{1}{3}$ bagian dari buahnya belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuat sebagai makanan ternak atau dibuang sebagai sampah. Padahal yang kita ketahui kulit pisang juga mengandung karbohidrat yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan alkohol (Munajdim,1984).

Menurut Noviagustin (2008), karbohidrat atau hidrat arang yang dikandung oleh kulit pisang adalah amilum. Amilum atau pati ialah jenis polisakarida karbohidrat (karbohidrat kompleks). Pemecahan pati inilah yang kemudian menghasilkan monosakarida dan disakarida terutama glukosa. Bahan ini yang kemudian akan diubah menjadi alkohol melalui proses fermentasi (Munadjim, 1984), karena alkohol yang terbentuk dalam proses fermentasi sangat tergantung pada kandungan glukosa pada substrat yang difermentasikan (Suyasa, 2008).

Produksi alkohol dari biomassa telah dilakukan orang sekurang-kurangnya sudah 2000 tahun. Penggunaan alkohol antara lain sebagai bahan kimia, pelarut, bahan bakar motor, dan bidang farmasi (Harahap, 2003). Adanya informasi tentang menipisnya cadangan minyak bumi dan peluang bioetanol sebagai bahan bakar alternatif, menjadikan kebutuhan alkohol dimasa mendatang akan terus meningkat (Tim Trubus, 2008). Etanol atau alkohol merupakan sumber energi alternatif yang mempunyai prospek yang baik sebagai pengganti bahan bakar cair dan gasohol dengan bahan baku yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan serta sangat menguntungkan secara ekonomi makro terhadap komunitas pedesaan terutama petani (Novitasari dkk, 2000).

Alkohol juga digunakan dalam dunia kedokteran dan farmasi, alkohol digunakan untuk menseterilkan alat-alat oprasi dan sebagai campuran beberapa variasi obat-obatan (Tirtawinata, 2006). Alkohol yang semula diaplikasikan untuk produk minuman, kini dikembangkan untuk bidang farmasi, kedokteran, dan energi. (Hidayat, 2008).

Fermentasi alkohol biasanya menggunakan ragi sebagai inokulum, ragi ini dapat mengubah glukosa menjadi alkohol dan gas CO_2 . Kemampuan mikroorganisme untuk melakukan fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya substrat. Substrat merupakan sumber nutrisi utama bagi mikroba (Gandjar, 2006). Pada umumnya, bahan yang mengandung senyawa organik terutama glukosa dan pati dapat digunakan sebagai substrat dalam proses fermentasi alkoholik (Muhtadi, 1993). Kandungan karbohidrat pada daging maupun kulit pisang cukup tinggi sehingga dapat diproses menjadi alkohol.

Terbentuknya alkohol selama fermentasi selain dipengaruhi oleh substrat juga dipengaruhi oleh lamanya proses fermentasi. Hasil penelitian Hasannah (2007), menunjukkan bahwa peningkatan kadar alkohol terlihat setelah 48 jam dan kadar alkohol selalu mengalami peningkatan setiap harinya hingga hari terakhir penelitian (168 jam), kadar alkohol pada hari terakhir penelitian mencapai 11,035 %. Sedangkan menurut Hidayat dkk (2006), peningkatan kadar alkohol selama fermentasi dapat terjadi setelah dua hari dan akan mencapai kadar alkohol yang tinggi pada fermentasi 144 jam.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, peneliti berinisiatif untuk melakukan penelitian mengenai **“Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchycarpa*)”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah ada interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk?
2. Apakah ada pengaruh variasi substrat terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk ?
3. Apakah ada pengaruh lama fermentasi terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi substrat terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk.
3. Untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ada interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk.
2. Ada pengaruh variasi substrat terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk.
3. Ada pengaruh lama fermentasi terhadap produksi alkohol dari pisang klutuk.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi pada masyarakat bahwa pisang klutuk tidak hanya dikonsumsi dalam keadaan mentah untuk membuat bumbu rujak atau makanan ternak tetapi juga dapat digunakan sebagai bahan baku membuat alkohol untuk keperluan bahan bakar atau farmasi.
2. Menambah khasanah pengetahuan terkait dengan mata kuliah mikrobiologi pangan.

3. Memberikan informasi kepada mahasiswa biologi dalam melaksanakan praktikum mikrobiologi pangan khususnya tentang fermentasi.
4. Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi agar diperoleh produksi alkohol yang tinggi.

1.6 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Ragi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ragi tape yang dibeli di salah satu toko dengan merek tertentu (1 merk).
2. Lama fermentasi 48 jam, 96 jam, dan 144 jam, 192 jam.
3. Konsentrasi ragi yang digunakan adalah 0,6% dari berat bahan.
4. Variasi substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging serta kulit buah pisang klutuk, daging buah pisang klutuk dan kulit buah pisang klutuk.
5. Suhu dalam penelitian ini dibuat sama, yaitu dalam suhu kamar.
6. Pisang klutuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang klutuk yang sudah tua dan matang yang dilihat dari volume buah yang sudah penuh dan semua bagian kulitnya sudah menguning.
7. Proses pematangan pisang klutuk setelah dipetik dari pohon dilakukan dengan pemeraman secara alami tanpa menggunakan karbit atau bahan lain yang berfungsi untuk mempercepat proses pematangan buah.
8. Pisang klutuk dalam penelitian ini di peroleh dari perkebunan di daerah Mulyorejo Malang yang sudah diperhitungkan tingkat ketuaanya yaitu

ukuran /volume daging buah pisang sudah terlihat penuh dan warna buah sudah menguning.

1.7 Definisi Oprasional

1. Lama fermentasi adalah interval waktu yang diperlukan untuk memproduksi alkohol.
2. Produksi alkohol adalah kadar alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi buah pisang klutuk.
3. Daging buah pisang adalah buah pisang yang sudah dikupas kulitnya.
4. Kulit pisang klutuk adalah bagian luar dari buah pisang klutuk.
5. Bioetanol adalah etanol atau alkohol yang diproses dari buah pisang klutuk yang digunakan sebagai bahan bakar kendaraan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang

Pisang dalam bahasa Arab, yaitu *maus* yang artinya pisang, kemudian oleh Linneus dimasukkan ke dalam keluarga Musaceae untuk memberikan penghargaan kepada Antonius Musa, dokter pribadi kaisar Romawi (Octaviani Augustinus) yang menganjurkan untuk memakan pisang. Itulah sebabnya dalam bahasa latin, pisang secara umum disebut juga *Musa paradisiaca* (Astawan, 2005). Sedangkan pisang klutuk atau pisang biji dalam bahasa latin disebut juga *Musa branchycarpa* yang tergolong dalam famili *musaceae* (Munajdim, 1984).

Menurut Suprapti (2005), kedudukan pisang dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta
Sub Devisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledonae
Famili : Musaceae
Genus : Musa
Spesies : *Musa paradisiaca*.

2.1.1 Jenis-Jenis Pisang dan Manfaatnya

Berdasarkan manfaatnya bagi kehidupan manusia, pisang dapat dibedakan atas tiga macam, yaitu pisang serat, pisang hias, dan pisang buah. Pisang serat (*Musa textiles*), yang hanya diambil serat batangnya. Pisang hias umumnya

ditanam bukan untuk diambil buahnya tetapi sebagai hiasan, contohnya pisang kipas dan pisang-pisangan (Astawan, 2005).

Berdasarkan kondisinya, buah pisang dibedakan menjadi dua, yaitu buah mentah dan buah matang. Buah pisang mentah yang tidak pahit (sepet) dapat diproses menjadi tepung pisang dan dimanfaatkan sebagai penyedap rujak seperti pisang klutuk. Sementara itu, buah pisang yang telah tua (matang) selain dimanfaatkan sebagai buah meja, juga dapat diolah menjadi alkohol, badek, anggur, sale, dodol pisang dan makanan lain yang terbuat dari pisang (Suprapti, 2005).

Buah pisang klutuk dapat dimanfaatkan ketika masih mentah maupun sesudah matang. Pisang klutuk mentah beserta kulitnya sering ditambahkan ke dalam rujak untuk mencegah sakit perut atau mulas setelah makan rujak. Sedangkan buah pisang klutuk tua mempunyai rasa yang manis setelah masak, sehingga buah ini dapat difermentasikan untuk menghasilkan alkohol (Suyasa, 2008). Dalam pembuatan anggur buah pisang, anggur pisang klutuk biasanya yang paling disukai konsumen karena mempunyai aroma yang kuat (Santoso, 1996).

2.1.2 Kandungan Gizi Buah Pisang

Secara umum, kandungan gizi buah pisang klutuk cukup tinggi. Daging buahnya mengandung vitamin A, B, dan C serta mineral (Ca), fosfor, dan besi. Sebanyak 25% dari kandungan gula totalnya mudah dicerna oleh tubuh manusia. Kandungan gula tersebut terdiri atas dekstrosa, levulosa, dan sukrosa (Margono, 2000). Tiap buah pisang juga mengandung potassium dalam jumlah yang cukup,

tingginya jumlah potassium yang dikandung memfasilitasi pembuangan ampas dari dalam tubuh (Yahya, 2008). Menurut Asahari (2006), setiap 100 g buah pisang mengandung 400 mg potasium.

Secara umum, kandungan gizi yang terdapat dalam beberapa jenis pisang matang (setiap 100 gram daging buah pisang matang) dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komponen kandungan gizi setiap 100 gram daging buah pisang

Jenis pisang	Ambon	Angleng	Lampung	Mas	Raja	Sereh
Kalori (kkai)	99	68	99	127	120	118
Protein (gr)	1,2	1,3	1,3	1,4	1,2	1,2
Lemak (gr)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Hidrat arang (gr)	25,8	17,2	25,6	33,6	31,8	31,1
Kalsium (mg)	8	10	10	10	10	7
Fosfor (mg)	28	26	19	25	22	29
Besi (mg)	0,5	0,6	0,9	0,8	0,8	0,3
Vitamin A (si)	146	76	618	79	950	112
Vitamin B (mg)	0,08	0,08	-	0,09	0,06	-
Vitamin C (mg)	3	6	4	2	10	4
Air (gr)	72,0	80,3	72,1	64,2	65,8	67,0

(Dir, Gizi Depkes, 1979 dalam Munadjim 1984).

Menurut Bashori (2007), kandungan gizi daging buah pisang yang sudah matang dapat dengan mudah dicerna. Gula buah pisang dicerna menjadi glukosa alami, secara cepat diabsorpsi ke dalam peredaran darah. Dari segi varietas, kandungan gizi buah pisang tidak berbeda jauh antara satu varietas dengan varietas lainnya (Suprapti, 2005).

Dilihat dari segi pemanenan, kandungan karbohidrat, protein dan vitamin juga tidak banyak berbeda antara dipanen sebelum masak atau sesudah masak. Tetapi, buah pisang yang terbaik adalah yang mengalami proses pemasakan ketika masih berada di pohon, karena selain rasanya enak, kandungan gizi dan khasiat

yang dimilikinya juga lebih tinggi dari pada pisang hasil peraman (Mulyati, 2005).

Kandungan karbohidrat pisang pada waktu sebelum masak berupa sukrosa setelah masak berubah menjadi fruktosa yang rasanya manis. Sehingga pada pisang yang dipanen sebelum masak perlu ditunggu proses perubahan biokimianya. Pisang yang dipanen terlalu muda kadang bisa menghasilkan pisang yang kurang manis karena proses biokimianya yang tidak sempurna (Mulyati, 2005). Pisang klutuk merupakan jenis pisang yang pemanenannya dapat ditandai dengan perubahan warna buah. Buahnya dapat dipanen bila salah satu butir buahnya sudah menguning (sekitar 80-110 hari) (Margono, 2000).

2.1.3 Kandungan Gizi Kulit Pisang

Selain daging buahnya, kulit buah pisang juga banyak mengandung zat gizi antarlain karbohidrat, protein, vitamin, kalsium, dan air. Berdasarkan hasil analisis kimia, komposisi yang terdapat dalam setiap 100 gram kulit pisang matang dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Komposisi kandungan gizi setiap 100 gram kulit pisang matang

Komposisi	Jumlah
Air	68,90 gram
Karbohidrat	18,50 gram
Lemak	2, 11 gram
Protein	0, 32 gram
Kalsium	0,715 gram
Fosfor	0,117 gram
Besi	0,0016 gram
Vitamin A	-
Vitamin B	0,00012 gram
Vitamin C	0,0175 gram

Sumber Munajdim (1984).

Berdasarkan tabel diatas, komposisi kimia terbanyak kulit pisang selain air adalah karbohidrat yang mencapai 18, 50 % setiap 100 gram kulit pisang matang. Karbohidrat atau Hidrat Arang yang dikandung oleh kulit pisang adalah amilum. Amilum atau pati ialah jenis polisakarida karbohidrat (karbohidrat kompleks). Amilum (pati) tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Disamping bahan pangan kaya akan amilum, kulit pisang juga mengandung protein, vitamin, serat dan beberapa zat gizi penting lainnya (Noviagustin, 2008)

Masih menurut Noviagustin (2008), amilum (Pati) tersusun dari dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin dalam komposisi yang berbeda-beda yaitu 10-20% amilosa dan 80-90% amilopektin. Amilosa tersusun dari molekul-molekul α -glukosa dengan ikatan glikosida α -(1-4) membentuk rantai linier. Sedangkan amilopektin terdiri dari rantai-rantai amilosa (ikatan α (1-4)) yang saling terikat membentuk cabang dengan ikatan glikosida α -(1-6). Amilosa memberikan sifat keras (pera) sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Amilosa memberikan warna ungu pekat pada tes iodin sedangkan amilopektin tidak bereaksi. Pemecahan karbohidrat (pati) menghasilkan mono- dan disakarida, terutama glukosa.

Karbohidrat ini yang menurut Munadjim (1984) bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan alkohol. Disamping itu, kulit pisang juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan ternak seperti kambing, sapi, kelinci, kuda, dan lain sebagainya.

2.2 Fermentasi

Istilah fermentasi diturunkan dari "*fervere*" istilah latin yang berarti mendidih, dan digunakan untuk menyebut adanya aktivitas yeast pada ekstrak pada buah dan larutan malt serta bijian. Peristiwa pendidihan tersebut terjadi akibat terbentuknya gelembung CO₂ oleh proses katabolisme dalam ekstrak (Wibowo, 1990). Secara biokimia, fermentasi merupakan aktifitas mikroorganisme untuk memperoleh energi yang diperlukan untuk metabolisme dan pertumbuhannya melalui pemecahan atau katabolisme terhadap senyawa organik secara anaerobik (Rahman, 1989).

Fermentasi dapat juga didefinisikan sebagai proses pemecahan bahan-bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan komponen-komponen yang diinginkan. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan-perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat dari pemecahan komponen bahan pangan tersebut (Suwaryono dkk, 1988).

Menurut Budiyanto (2004) fermentasi pada umumnya menggunakan senyawa organik yang berupa karbohidrat yang digolongkan menjadi tiga. Pertama adalah bahan pangan yang mengandung gula, seperti gula tebu, gula bit, sari buah-buahan dan lainnya. Kedua bahan yang mengandung pati, seperti pati dari sereal, umbi-umbian, dan lain-lain. Dan ketiga bahan yang mengandung selulosa, seperti serbuk gergaji, hasil limbah, buangan pabrik dan lain sebagainya

Selain itu, dalam proses fermentasi juga melibatkan enzim-enzim yang ada pada bahan tersebut. Banyak sekali enzim yang turut aktif dalam proses fermentasi dan barangkali fermentasi tanpa adanya enzim tidak akan berlangsung..

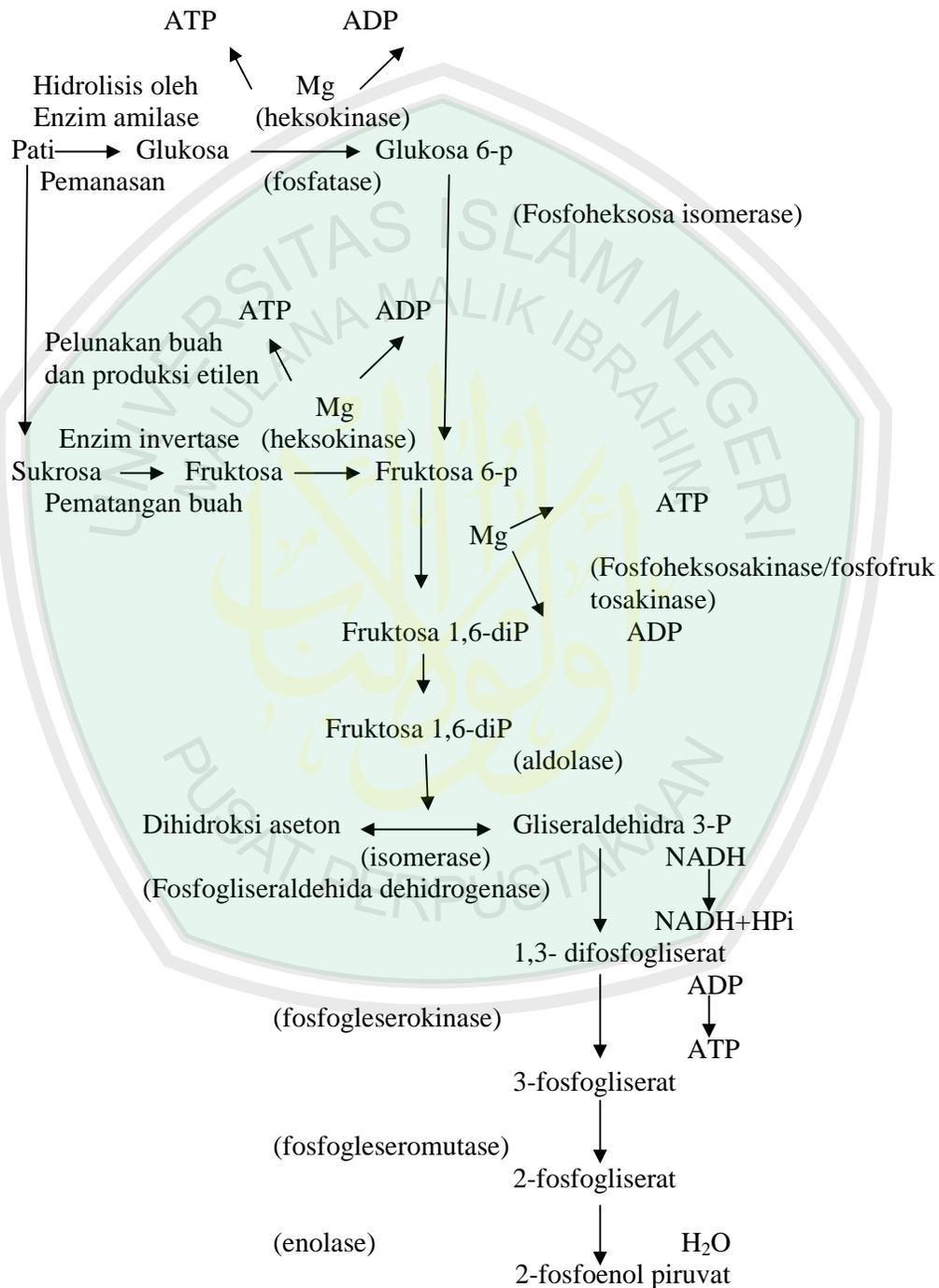
enzim tersebut tersusun dari protein dan senyawa lain yang sering dikelompokkan dalam protein konjugasi (Winarno dkk, 1990).

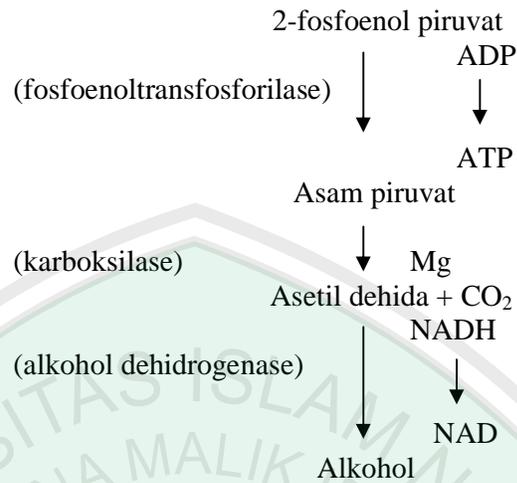
Enzim yang ikut aktif dalam proses fermentasi alkohol antara lain enzim amilase dan maltase yang membantu meghidrolisis pati menjadi glukosa dan enzim zimase atau enzim intervase yang mengubah glukosa menjadi alkohol (Budiyono, 2000). Enzim amilase dan maltase diproduksi oleh kapang *Aspergillus oryzae*, enzim zimase dan enzim intervase diproduksi oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae* (Winarno, 1986).

Kulit pisang banyak mengandung amilum atau pati. Pada proses fermentasi, amilum dihidrolisi terlebih dahulu sehingga menghasilkan glukosa yang akan diubah menjadi Alkohol (Kumalaningsih, 1995). Proses hidolisis pati dilakukan enzim amilase yang diproduksi oleh kapang *Aspergillus oryzae*. Proses hidrolisis pati juga bisa dilakukan dengan pemanasan pada saat proses pemasakan substrat (Apriyantono, 2002). Selanjutnya glukosa akan diubah menjadi alkohol oleh adanya enzim ivertase yang dihasilkan oleh khamir (Winarno, 1986).

Daging buah pisang banyak mengandung fruktosa. Fruktosa pada buah pisang dihasilkan dari pati yang mengalami hidrolisis pada saat proses pelunaka buah sehingga dihasilkan sukrosa atau dengan adanya produksi hormon etilen pada buah tersebut. Kemudian sukrosa akan diubah menjadi fruktosa oleh enzim invertase yang sejalan dengan proses pematangan buah (Sumadi, 2004). Fruktosa kemudian akan memasuki jalur fermentasi alkoholik oleh khamir *Saccaromyces* melalui beberapa tahap metabolisme yang akhirnya menghasilkan alkohol. Proses perubahan reaksi biokimia selama fermentasi pada substrat kulit buah pisang yang

banyak mengandung pati maupun daging buah pisang yang banyak mengandung fruktosa menurut (Margino, 1989) adalah sebagai berikut:





Reaksi biokimia di atas merupakan proses perubahan glukosa maupun fruktosa sehingga dihasilkan alkohol yang dilakukan oleh khamir *Saccaromyces*. Menurut Rizani (2000) terbentuk alkohol tersebut melalui jalur Embden Meyerhof Parnas (EMP), reaksinya sebagai berikut:

1. Glukosa difosforilasi oleh ATP mula-mula menjadi D-glukosa-6 fosfat, kemudian mengalami isomerasi berubah menjadi D-fruktosa-6 fosfat dan difosforilasi lagi oleh ATP menjadi D-fruktosa-1, 6 difosfat.
2. D-fruktosa-1, 6 difosfat dipecah menjadi satu molekul D-gliseraldehid-3 fosfat dan satu molekul dehidroksi aseton fosfat.
3. Dihidroksi aseton fosfat disederhanakan menjadi L-gliserol-3 fosfat oleh NADH₂.
4. ATP melepaskan satu molekul fosfat yang diterima oleh gliseraldehid-3 fosfat yang kemudian menjadi D-1, 3 difosfogliserat dan ADP.
5. D-1, 3 difosfogliserat melepaskan energi fosfat yang tinggi ke ADP untuk membentuk D-3 fosfogliserat dan ATP.
6. D-3 fosfogliserat berada dalam keseimbangan dengan D-2 fosfogliserat.

7. D-2 fosfoglisarat membebaskan air untuk menghasilkan fosfoenol piruvat.
8. ATP menggeser rantai fosfat yang kaya energi dari fosfoenolpiruvat untuk menghasilkan piruvat dan ATP.
9. Piruvat didekarboksilasi menghasilkan asetaldehid dan CO₂.
10. Akhirnya asetaldehid menerima hidrogen dari NADH₂ menghasilkan etanol.

Menurut Fardiaz (1992), fermentasi etanol meliputi dua tahap yaitu: Pemecahan rantai karbon dari glukosa dan pelepasan paling sedikit dua pasang atom hidrogen melalui jalur EMP (Embden-Meyerhoff-Parnas), menghasilkan senyawa karbon lainnya yang lebih teroksidasi daripada glukosa. Senyawa yang teroksidasi tersebut direduksi kembali oleh atom hidrogen yang dilepaskan dalam tahap pertama, membentuk senyawa-senyawa hasil fermentasi yaitu etanol.

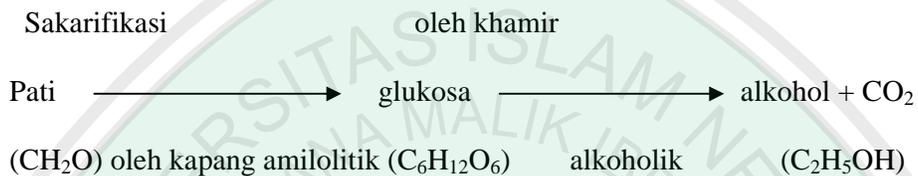
Menurut Fardiaz (1985) dalam Suwaryono (1988) untuk mempermudah mempelajari proses yang terjadi dalam makanan-makanan fermentasi, maka proses fermentasi dapat dibedakan atas beberapa kelompok berdasarkan mikroorganisme yang berperan dan produk-produk yang dihasilkan yaitu:

4. Fermentasi alkohol oleh khamir
5. Fermentasi asam oleh bakteri
6. Fermentasi dengan menggunakan kapang.

Menurut Hidayat dkk (2008), secara garis besar produk fermentasi dibedakan atas produk pangan, kesehatan, energi dan lingkungan. Produk kesehatan yang paling dominan adalah antibiotik, vitamin, dan alkohol. Fermentasi alkohol pada umumnya dilakukan terhadap bahan pangan yang

mengandung karbohidrat, menggunakan khamir yang memproduksi alkohol dalam jumlah tinggi (Suwaryono, 1988).

Menurut Suwaryono (1988) reaksi yang terjadi selama proses fermentasi alkohol adalah sebagai berikut:



Hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan Anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa (Muchtadi 1997).

Menurut Fardiaz (1987), fermentasi makanan dapat dibedakan atas dua grup berdasarkan sumber mikroba yang berperan dalam fermentasi, yaitu: (1) fermentasi spontan, dan (2) fermentasi tidak spontan. Fermentasi spontan adalah fermentasi makanan dimana dalam pembuatannya tidak ditambahkan mikroba dalam bentuk starter/ragi, tetapi mikroba yang berperan aktif dalam proses fermentasi berkembang biak secara spontan karena lingkungan hidupnya yang dibuat sesuai untuk pertumbuhannya.

Fermentasi yang dilakukan secara spontan biasanya jumlah dan jenis mikroba yang ikut aktif beranekaragam. Banyak jenis mikroba tersebut akan menyebabkan hasil fermentasi yang bermacam-macam pula serta mengakibatkan

tidak seragamnya hasil fermentasi dan hal ini menyebabkan mutu bahan yang tidak menentu (Winarno dkk, 1990).

Fermentasi tidak spontan terjadi pada makanan yang dalam pembuatannya ditambahkan mikroba dalam bentuk kultur atau starter/ragi, dimana mikroba tersebut akan berkembang biak dan aktif mengubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan. Jumlah dan aktifitas starter yang ditambahkan sangat berpengaruh terhadap mutu makanan fermentasi yang dihasilkan. Selain itu, mutu makanan fermentasi juga dipengaruhi oleh lingkungan tempat berlangsungnya fermentasi. Untuk mendapatkan produk fermentasi dengan mutu yang dikehendaki, perlu dilakukan uji aktifitas starter/ragi yang akan digunakan dalam proses fermentasi (Fardiaz, 1987).

2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Alkohol

Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang penting dalam ekosistem pangan. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi system fermentasi alkohol oleh mikroorganisme meliputi: suplai makana, waktu, suhu, air, pH, ketersediaannya oksigen, substrat dan mikroba.

2. Suplai Makanan

Menurut Buckle dkk (2006), mikroorganisme membutuhkan suplai makanan yang menjadi sumber energi dan menyediakan unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Unsur dasar tersebut adalah posfor, karbon, oksigen, sulfut, magnesium, zat besi, dan sejumlah kecil logam lainnya. Karena kebutuhan yang utama mikroba adalah suatu sumber energi, maka karbohidrat

yang terlarut dan cepat tersedia berpengaruh pada populasi mikriba yang akan mendominasi (Desrosier, 1969).

Menurut Rahman (1989), sebagian mikroba membutuhkan sumber energi untuk proses fermentasi seperti karbohidrat, lemak, dan protein. Mikrobia membutuhkan tersedianya karbohidrat, protein, lemak, mineral dan sedikit zat-zat gizi di dalam bahan pangan. Mikrobia pertama-tama menyerang karbohidrat, kemudian protein dan berikutnya lemak. Bahkan terdapat tingkatan penyerapan karbohidrat, yang pertama gula kemudian alkohol, kemudian asam (Desrosier, 1969).

3. Waktu

Menurut Hidayat dkk (2006), peningkatan kadar alkohol selama penyimpanan dapat terjadi setelah dua hari dan akan mencapai kadar alkohol yang tinggi pada fermentasi 144 jam. Hasil penelitian Hasannah (2007), menunjukkan bahwa peningkatan kadar alkohol terlihat setelah 48 jam dan kadar alkohol selalu mengalami peningkatan setiap harinya hingga hari terakhir penelitian (168 jam), kadar alkohol pada hari terakhir penelitian mencapai 11,035 %. Pada hari pertama (24 jam) fermentasi, jumlah alkohol yang terbentuk belum sempurna, karena hidrolisis pati pada hari pertama masih berlangsung. Pembentukan alkohol akan terjadi setelah jumlah gula yang dibutuhkan bagi khamir mencukupi untuk pertumbuhannya.

Menurut Oetari (2006), peningkatan produksi alkohol tersebut terkait dengan fase pertumbuhan dari sel khamir. Sel khamir pada proses fermentasi menjalani tahap adaptasi pada lingkungan baru yang disebut fase lag,

kemudian terjadi tahap pembelahan sel atau fase log, dan kemudian terjadi tahap istirahat atau fase stasioner yaitu terjadi penurunan aktivitas sel.

Pada lama fermentasi 24 jam mikroba masih berada pada fase pertumbuhan awal sehingga masih terjadi proses hidrolisis pati. Kemudian pada lama fermentasi 168 jam, berada pada fase log. Pada fase ini, jumlah mikroba mengalami peningkatan yang cukup tinggi sehingga produksi alkohol juga mengalami peningkatan (Hassanah, 2007).

4. Suhu

Suhu adalah salah satu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme (Buckle, 2006). Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi (Winarno dkk, 1980). Beberapa hal sehubungan dengan suhu bagi setiap mikroorganisme dapat digolongkan sebagai berikut:

9. Suhu minimum, di bawah suhu ini pertumbuhan mikroorganisme tidak terjadi lagi.
10. Suhu optimum, adalah suhu yang mungkin pertumbuhan mikroorganisme paling cepat.
11. Suhu maksimum, diatas suhu ini pertumbuhan mikroorganisme tidak mungkin terjadi.

Dengan demikian untuk setiap mikroba baik bakteri, kapang, maupun khamir mempunyai suhu optimum, minimum, dan maksimum untuk pertumbuhannya. Pada umumnya kisaran suhu untuk pertumbuhan khamir dan kapang yaitu suhu optimumnya sekitar $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ dan maksimumnya 35°C

– 47⁰C (Winarno dkk, 1980). Menurut Desrosier (1969) untuk memperoleh hasil yang maksimum selama fermentasi, harus diciptakan suhu yang optimum bagi pertumbuhan mikroba.

Menurut Budiyanto (2004) suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah di bawah 30⁰C. Semakin rendah suhu fermentasi (di bawah 25⁰C), maka akan semakin banyak alkohol yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pada suhu yang rendah, fermentasi akan lebih lengkap dan kehilangan alkohol karena terbawa oleh CO₂ akan lebih sedikit.

5. Air

Menurut Buckle dkk (2006) suatu organisme membutuhkan air untuk kehidupannya. Air berperan dalam reaksi metabolik dalam sel dan merupakan alat pengangkut zat gizi atau bahan limbah ke dalam atau ke luar sel. Bakteri tumbuh dan berkembangbiak hanya dalam media dengan nilai a_w tinggi (0,91), pada khamir (0,87 – 0,91), dan pada kapang (0,80 – 0,87). Air dalam substrat yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganise dinyatakan dalam istilah “*water activity*” atau aktivitas air (Sumaryono, 1988).

6. pH

Menurut Suriawira (1985) mikroorganisme memerlukan pH antara 6,5-7,5. Daerah pH bagi kehidupan mikroba dibedakan tiga golongan yaitu: mikroba asidofilik tumbuh pada pH antara 2,0-5,0, mikroba misofilik tumbuh pada pH antara 5,5- 8,6, dan mikroba alkali filik tumbuh pada pH antara 8,4-9,5.

Menurut Buckle (2006), beberapa mikroorganisme dalam bahan pangan tertentu seperti khamir dan bakteri asam laktat tumbuh dengan baik pada kisaran nilai pH 3,0 – 6,0 dan sering disebut sebagai asidofil.

7. Oksigen (O₂)

Oksigen dalam proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbeda jumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel baru dan untuk fermentasi. Misalnya *Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces ellipsoideus*) keduanya akan tumbuh lebih baik pada keadaan aerobik, tetapi keduanya akan melakukan fermentasi terhadap gula jauh lebih cepat pada keadaan anaerobik (Winarno dkk, 1980).

Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, mikroorganisme dibedakan sebagai berikut: organisme aerobik adalah tersedianya oksigen untuk pertumbuhan, organisme anaerobik adalah tidak dapat tumbuh dengan adanya oksigen, organisme anaerobik fakultatif adalah apabila oksigen tidak tersedia, organisme tetap dapat tumbuh organisme makroerofilik adalah mikroorganisme dapat tumbuh pada kadar oksigen lebih rendah dari pada kadar oksigen dalam atmosfer (Suriawira, 1985). Dalam fermentasi, jika produk yang dikehendaki adalah alkohol, maka diperlukan penyediaan O² yang sangat terbatas (Desrosier, 1969).

8. Subtrat

Subtrat merupakan sumber nutrisi utama bagi mikroba. Nutrien-nutrien baru dapat dimanfaatkan sesudah mikroba mengekskresi enzim-enzim

ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Misalnya apabila substratnya karbohidrat, maka mikroba tersebut harus mampu mengekresikan enzim amilase untuk mengubah amilum menjadi glukosa (Gandjar, 2006).

Bahan dasar yang dapat digunakan untuk fermentasi menjadi alkohol adalah bahan yang mengandung pati atau gula dalam jumlah tinggi. Buah pisang klutuk paling bagus difermentasikan karena pisang ini rasanya manis dan mempunyai kandungan karbohidrat cukup tinggi (Suyasa, 2008). Karbohidrat pada daging buah pisang berupa fruktosa yang rasanya manis (Munadjim, 1984). Sedangkan karbohidrat yang terkandung dalam kulit pisang adalah amilum (Noviagustin, 2008). Bahan-bahan tersebut merupakan substrat yang paling baik pada proses fermentasi yang bertujuan untuk menghasilkan produk akhir berupa alkohol. Dalam proses fermentasi, bahan-bahan yang mengandung karbohidrat akan mengalami suatu proses penguraian (Desrosier, 1969).

Karbohidrat seperti pektin, pati dan lainnya merupakan substrat yang baik bagi kapang dan bebera bakteri. Sedangkan bagi khamir, gula adalah merupakan yang terbaik untuk menghasilkan energi, walaupun khamir yang bersifat oksidatif dapat menggunakan asam-asam organik dan alkohol (Suwaryono, 1988).

9. Mikroba

Fermentasi biasanya dilakukan dengan menggunakan kultur murni yang dihasilkan di laboratorium. Kultur ini dapat disimpan dalam keadaan kering

atau dibekukan. Di Indonesia makanan-makanan yang dibuat secara fermentasi pada umumnya tidak menggunakan kultur murni. Sebagai contoh misalnya ragi pasar mengandung beberapa mikroba diantaranya kapang *Aspergillus oryzae* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae* (Winarno dkk, 1980).

2.3 Ragi

Kata ragi sering digunakan untuk menyebut adonan yang digunakan dalam membuat roti, tape, brem dan lain-lain. Ragi adalah campuran mikroorganisme yang terdiri dari kapang, khamir, dan bakteri (Sjamsurizdal, 2006). Ragi untuk membuat alkohol merupakan campuran populasi, dimana mikroba-mikroba dari genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenula*. *Aspergillus* dapat mengubah pati menjadi glukosa, sedangkan *Saccharomyces* mengurai glukosa menjadi alkohol (Dwidjoseputro, 2006).

Suasana lingkungan yang baik untuk pertumbuhan ragi meliputi pH, yakni antara 3,5-4,5 dan suhu yang optimum antara 28-32⁰C. Untuk suasana asam biasa digunakan asam sulfat (H₂SO₄) sedang untuk mengatur suhu diberikan sarana pendingin pada tempat fermentasinya. Sebagaimana diketahui, ragi berkembangbiak disamping dengan pembentukan spora, juga membentuk tonjolan-tonjolan pada selnya yang kemudian akan membesar dan saling menempel merupakan rantai sel-sel yang biasa disebut "budding"(Fardiaz, 1987).

Pembiakan ragi secara sporalisasi ini adalah cara yang paling cepat yang biasa dikerjakan didalam industri, dan ini dapat berjalan dengan baik kalau pada

pembiakan sporulasi tersebut diberikan oksigen yang cukup. Untuk ini pada proses selalu dialirkan udara sebagai penambah oksigen. Jenis ragi yang sering digunakan, yaitu ragi yang dipakai untuk pembuatan roti, ragi tape, dan sebagainya, tetapi yang umum biasanya dengan nama yeast (Fardiaz, 1987).

Secara komersial ragi dapat diperoleh dalam tiga bentuk, yaitu *Compressed yeast* (bentuk cair dengan kandungan yeast yang padat), *active dry yeast* (ragi bentuk kering, perlu diaktifkan dulu sebelum digunakan), dan *instant active dry yeast* (ragi instant bentuk kering yang bisa langsung digunakan, tanpa perlu diaktifkan lagi). Di Supermarket biasanya yang tersedia adalah yang *instant active dry yeast* (ragi instant), bisa langsung digunakan tinggal dimasukkan kedalam adonan (Anonymous, 2007).

Secara tradisional ragi dibuat dengan menggunakan bahan- bahan seperti laos, bawang putih, gula pasir, ubi kayu, jeruk nipis, dicampur dengan tepung beras lalu dicampur sampai terbentuk adonan. Adonan ini kemudian didiamkan dalam suhu kamar selama 2-3 hari dalam keadaan terbuka, sehingga ditumbuhi khamir dan kapang secara alami, setelah itu adonan yang telah ditumbuhi mikroba dipers untuk mengurangi airnya dan dibentuk bulatan-bulatan lalu dikeringkan. (Muhiddin dkk, 2001).

2.3.1 Khamir

Khamir merupakan fungi uniseluler dan dapat bersifat dimorfistik, yaitu memiliki dua fase dalam siklus hidupnya, bergantung kepada keadaan lingkungannya, yaitu fase hifa (membentuk miselium) dan fase khamir (membentuk sel tunggal). Khamir dapat membentuk hifa palsu (*pseudohypha*)

yang tumbuh menjadi miselium palsu (*pseudomycelium*), dan ada pula sejumlah khamir yang dapat membentuk miselium sejati (Gandjar dkk, 2006).

Menurut Margino dkk (1989) khamir adalah jasad bersel tunggal, tidak berklorofil, tidak berflagel, berukuran lebih besar dari pada bakteri, tidak dapat membentuk miselium, berbentuk bulat, bulat telur, batang, silindris, seperti buah jeruk, seperti sosis, kadang-kadang dapat mengalami dimorfisme yaitu dalam fase F-filamen, atau Y-yeast, khamir bersifat saprofit tetapi ada beberapa yang bersifat sebagai parasit.

Ukuran sel khamir antara 5 dan 20 mikron. Biasanya berukuran 5 sampai 10 kali lebih dari bakteri. Sel-sel khamir sering dijumpai dalam keadaan tunggal, tetapi apabila anak-anak sel tidak dilepaskan dari induknya setelah pembelahan maka akan terjadi bentuk yang disebut psidomiselium (Buckle dkk, 2007).

Khamir pada umumnya tersusun dari komponen air, senyawa nitrogen, protein dan asam amino, lipida-lipida, beberapa macam senyawa karbohidrat, vitamin, dan beberapa bentuk mineral (Margino dkk, 1989). Dinding sel khamir terdiri dari senyawa β (1-3) glukukan dengan beberapa cabang yang digabung oleh ikatan β (1-6). Glukan tersebut membentuk suatu jaringan mikrofibil dan berfungsi mempertahankan bentuk dari sel khamir (Gandjar dkk, 2006). Khamir memperbanyak diri umumnya secara aseksual dengan membentuk tunas. Tumbuh pada tempat yang lembab, lebih lembab dari kebutuhan untuk kapang. Temperatur yang terbaik antara 25 °C – 30°C, artinya sama dengan untuk kebutuhan temperature bagi kapang. pH yang disukai antara 4 – 4,5 (Suwaryono, 1988).

Khamir mempunyai peranan penting dalam industri makanan. Banyak kegiatan khamir dalam makanan yang dikehendaki, misalnya banyak dimanfaatkan dalam pembuatan alkohol dan produk makanan terfermentasi. Khamir juga merupakan sumber potensial dari protein sel tunggal untuk fortifikasi makanan ternak (Buckle dkk, 2006). Khamir mengubah aldehyd menjadi alkohol yang paling efisien. Banyak spesies-spesies khamir yang mampu menghasilkan alkohol (Desrosier, 1969).

Khamir yang baik digunakan untuk menghasilkan alkohol adalah dari genus *Saccharomyces*. Kriteria pemilihan khamir untuk produksi alkohol adalah mempunyai laju fermentasi dan laju pertumbuhan cepat, perolehan alkohol banyak, tahan terhadap konsentrasi alkohol dan glukosa tinggi, tahan terhadap konsentrasi garam tinggi, pH optimum fermentasi rendah, temperatur optimum fermentasi sekitar 25-30°C (Novitasari, 2008).

Selain bermanfaat pertumbuhan khamir dapat pula mengakibatkan kerusakan bahan pangan, misalnya khamir yang ada pada bahan makanan yang menyebabkan kerusakan pada juice buah, sirup, malosa, madu, jelly, daging dan sebagainya (Hidayat dkk, 2006).

2.3.2 Kapang

Kapang adalah organisme multiseluler terdiri dari banyak sel yang bergabung jadi satu. Di bawah mikroskop dapat dilihat adanya hifa pada tubuhnya. Kumpulan hifa ini dikenal sebagai miselium. Kapang tumbuh dengan cara memperbanyak hifa pada ujungnya yang dikenal dengan pertumbuhan apikal

atau pada bagian tengah hifa yang disebut pertumbuhan interkalar (Buckle dkk, 2006).

Hifa dapat dibedakan atas dua tipe hifa yang fungsinya berbeda, yaitu ada yang menyerap nutrisi dari substrat dan ada yang meyangga alat-alat reproduksi. Hifa yang umumnya rebah pada permukaan substrat atau tumbuh ke dalam substrat dan fungsinya adalah mengabsorpsi nutrisi yang diperlakukan untuk kehidupan fungi disebut hifa vegetatif. Hifa yang umumnya tegak pada miselium yang ada pada permukaan substrat disebut hifa fertil, karena berperan untuk reproduksi (Gandjar dkk, 2006).

Perubahan-perubahan yang terjadi dalam fermentasi alkohol pada bahan berpati tinggi ialah sakarifikasi pati oleh enzim amilase yang diproduksi oleh kapang, dilanjutkan dengan fermentasi alkohol oleh khamir. Tipe khamir tertentu di samping memproduksi alkohol juga memiliki aktivitas amilolitik, dan terdapat pula tipe kapang tertentu yang di samping memiliki aktivitas amilolitik, juga mampu memproduksi alkohol (Winarno dkk, 1980).

2.4 Alkohol

Alkohol berasal dari bahasa Arab yakni *al-khul* (*al kohl*), artinya senyawa yang mudah menguap. Bahan kimia organik ini adalah salah satu senyawa kimia tertua yang telah dikenal manusia. Alkohol berupa larutan jernih tak berwarna, beraroma khas, berfasa cair pada temperatur kamar, dan mudah terbakar (Prihandana dkk, 2007).

Alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus hidroksil (-OH) dengan 2 atom karbon (C). alkohol yang banyak digunakan adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ yang disebut metil alkohol (metanol), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ yang dinamai etil alkohol (etanol), dan $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ yang disebut iso propil alkohol (IPA) atau propanol -2. Dalam dunia perdagangan yang disebut alkohol adalah etanol atau etil alkohol atau metil karbinol dengan rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (Prihandana dkk, 2005).

Dalam kondisi kamar, alkohol berwujud cairan yang tidak berwarna, mudah menguap mudah terbakar, mudah larut dalam air dan tembus cahaya. Etanol atau alkohol adalah senyawa organik golongan alkohol primer. Sifat fisik dan kimia etanol bergantung pada gugus hidroksil. Reaksi yang dapat terjadi pada alkohol antara lain dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, dan esterifikasi (Rizani, 2000). Sifat fisik alkohol dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Sifat fisik alkohol

Massa molekul relatif	46,07 g/mol
Titik beku	-114,1°C
Titik didih normal	78,32°C
Densitas pada 20°C	0,7893 g/ml
Kelarutan dalam air 20°C	sangat larut
Viskositas pada 20°C	1,17 cP
Kalor spesifik, 20°C	0,579 kal/g°C
Kalor pembakaran, 25°C	7092,1 kal/g
Kalor penguapan 78,32°C	200,6 kal/g

Sumber: Rizani (2000).

Menurut Budiyo (2004) alkohol dapat dibuat dari berbagai bahan hasil pertanian yang secara umum bahan-bahan tersebut dapat digolongkan menjadi 3 yaitu bahan yang mengandung gula, bahan yang mengandung pati, serta bahan yang mengandung selulosa. Selain dari ketiga jenis bahan tersebut alkohol dapat

dibuat dari bahan bukan hasil pertanian tetapi dari bahan yang merupakan hasil proses lain, sebagai contoh adalah etilen.

Menurut Suriawiria (1985) proses pembuatan alkohol dapat dilakukan dengan dua cara yang pertama yaitu cara sintesis dengan melakukan reaksi kimia elementer untuk mengubah bahan baku menjadi alkohol, yang kedua cara fermentasi dengan menggunakan aktifitas mikroba. Proses pembuatan alkohol secara Fermentasi sangat dihindari adanya oksigen. Hal ini untuk menghindari terjadinya proses lanjutan dari alkohol menjadi asam asetat yang dilakukan oleh bakteri *Acetobacter*. Menurut Suriawiria (1985) reaksi kimia yang paling umum terjadi di dalam pembuatan alkohol secara fermentasi adalah sebagai berikut:



2.5 Manfaat Alkohol

Menurut Su'dan (1997). Alkohol mempunyai dampak positif dan negatif. Di dalam Al-Quran disebutkan, meskipun alkohol merupakan dosa, tapi adapula manfaatnya, tetapi dosanya jauh lebih besar dari manfaatnya kecuali kalau kita dapat mengambil semata-mata manfaatnya. Alkohol merupakan produk yang banyak digunakan masyarakat karena terdapat di obat batuk cair, ekstrak herbal, kosmetik, disinfektan, larutan sterilisasi, penolak nyamuk, tinta cetak, makanan tradisional seperti tape dan juga terdapat pada bahan bakar kendaraan (Prihandana dkk, 2007).

Alkohol mempunyai bermacam-macam kegunaan, salah satu diantaranya adalah sebagai bahan baku pembuatan senyawaan organik lain seperti asam asetat

yang merupakan fermentasi alkohol oleh *Acetobacter acety*. Alkohol juga dapat digunakan untuk membuat ester. Ester diperoleh dengan memanaskan alkohol dan asam sulfat pekat pada suhu 135⁰ C. Kegunaan alkohol yang lainnya adalah sebagai bahan bakar, setelah terlebih dahulu didenaturasikan yaitu ditambahkan metanol yang racun dan piridina yang baunya busuk serta suatu zat warna sehingga harganya lebih ekonomis (Budiyanto, 2004).

Alkohol sebagai campuran bahan bakar berfungsi sebagai *octane booster*, artinya alkohol mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Fungsi lain ialah *oxigenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran bahan bakar dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara, dan bahkan alkohol berfungsi sebagai *fuel extender*, yaitu menghemat bahan bakar fosil (Prihandana dkk, 2007).

Menurut Prihandana dkk (2007) berdasarkan kegunaannya tersebut, alkohol atau etanol dikategorikan dalam dua kelompok utama yaitu:

5. Etano atau alkohol 95 – 96% v/v, disebut etanol berhidrat, yang dibagi dalam:
 - a. *Technical/raw sprit grade*, digunakan untuk bahan bakar spritus, minuman, disinfektan dan pelarut.
 - b. *Industrial grade*, digunakan untuk bahan baku industri dan pelarut.
 - c. *Potable grade*, untuk minuman berkualitas tinggi.
6. Etanol atau alkohol >99,5% v/v, digunakan untuk bahan bakar. Jika dimurnikan lebih lanjut, dapat digunakan untuk keperluan farmasi dan pelarut di laboratorium analisis. Etanol ini disebut *fuel grade etanol* (FGE) atau

anhydrous ethanol (etanol anhidrat) atau etanol kering, yakni etanol yang bebas air atau hanya mengandung air minimal.

Alkohol dalam dunia farmasi digunakan sebagai campuran dari beberapa jenis obat-obatan, misalnya obat batuk, obat pembangkit selera makan dan lain-lain. Sedangkan dalam dunia kedokteran, alkohol digunakan sebagai cairan pembersih untuk mensterilkan kulit yang akan disuntik, mensterilkan alat operasi agar alat-alat tersebut bebas dari kuman sehingga tidak menyebabkan infeksi (Tirtawinata, 2006).

Menurut Ansel (1989) dalam Al-Jawi (2006), fungsi lain alkohol dalam dunia farmasi dan kedokteran selain sebagai campuran obat batuk serta cairan pembersih, alkohol juga berfungsi sebagai alkohol penggosok. Alkohol penggosok ini mengandung sekitar 70v/v, dan sisanya air dan bahan lainnya. Digunakan sebagai rubefacient pada pemakaian luar dan gosokan untuk menghilangkan rasa sakit pada pasien yang terbaring lama.

3.3 Tinjauan Al-Quran Tentang Manfaat Buah-buahan

Al-Quran adalah mu'jizat yang tidak pernah habis ilmunya walaupun digali dari berbagai segi dan disiplin ilmu. Anjuran kepada umat untuk mengkaji fenomena alam adalah sebagian kecil dari dimensi mu'jizat yang dimiliki Al-Quran yang memang mencakup segala sesuatu. Tumbuhan sebagai bagian dari isi alam adalah fenomena yang harus dikaji. Keunikan tumbuhan sebagai salah satu tanda kekuasaan Allah SWT nampak dalam proses-proses yang terjadi dalam

tubuh tumbuhan. Proses masuknya air dan garam-garam mineral ke dalam tubuh tumbuhan adalah bagian dari proses itu (Rossidy, 2008).

Disebutkan di dalam Al-Quran al-Karim berbagai macam buah-buahan khususnya buah kurma, anggur, zaitun dan delima. Al-Quran juga menyebutkan bagian-bagian dari organ-organ pepohonan itu, yakni daun, akar, buah, mayang, serta organ tumbuhan yang lainnya. Dari berbagai jenis buah dan pohon ini dapat diambil sebagai makanan dan obat-obatan. Sebagian ayat juga menyampaikan pengajaran yang mulia untuk mengkaji buah yang beraneka ragam ini sebagai landasan untuk mempelajari ilmu botani dan ilmu farmasi, dengan cara mempelajari bentuknya yang beragam baik yang basah, yang kering, keunggulan sebagian terhadap bagian yang lain dalam rasa, buah yang diproduksi, zat gula yang dihasilkan dari proses itu, serta apa yang dihasilkan oleh buah itu yaitu minyak, lemak dan cairan (Mahran dkk, 2006). Allah berfirman dalam Surat Al-An'am ayat 99 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ
خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّخْلِ قِنَوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ
أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ
وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya.

Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman (Q.S. Al-An'am: 99).

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرِ مَّعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا
أَكْلُهُمُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا
أَثْمَرُوا تَأْتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

Dan dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan (Q.S. An-An'am: 141).

Salah satu ayat di atas secara eksplisit menyuruh manusia untuk memperhatikan pohon zaitun dan delima ketika berbuah. Ini bukan berarti Al-Quran membatasi hanya pada pohon zaitun saja, melainkan secara implisit mengandung perintah untuk mempelajari buah seluruh tumbuhan. Bahkan, bukan hanya buah saja tetapi seluruh bagian dari organ tumbuhan serta hal-hal yang terkait dengannya. Perintah ini juga diperkuat oleh ayat kedua dengan menyebutkan bahwa buah itu bermacam-macam yang dapat digunakan sebagai dasar untuk mengkaji fenomena buah dari bermacam-macam tumbuhan (Rossidy, 2008).

Ayat di atas juga mengajak kita untuk mempelajari bagaimana buah diciptakan, bagaimana dia berkembang dan tumbuh pada fase yang berbeda-beda hingga sampai pada fase kematangan secara sempurna, dengan segala unsurnya

yang beraneka ragam baik sukrosa, minyak, protein, bahan karbohidrat serta zat-zat tepung (Mahran dkk, 2006). Selain itu, dalam ayat-ayat tersebut juga memberikan inspirasi bahwa banyak sisi tumbuhan yang perlu dikaji dan dipelajari. Setiap tumbuhan memiliki ciri morfologi tersendiri yang berbeda antara tumbuhan satu dengan lainnya (Rossidy, 2008).

Dilihat dari unsur sesungguhnya, banyak zat gizi yang terkandung dalam buah-buahan yang bermanfaat bagi manusia yang mau berfikir. Dalam Al-Quran terdapat beberapa ayat yang jelas-jelas menganjurkan kepada umat manusia agar mengonsumsi buah-buahan.

فَأَنْشَأْنَا لَكُمْ بِهِ جَنَّاتٍ مِّنْ خَيْلٍ وَأَعْنَابٍ لَّكُمْ فِيهَا فَوَاكِهُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿١٩﴾

Lalu dengan air itu, Kami tumbuhkan untuk kamu kebun-kebun kurma dan anggur; di dalam kebun-kebun itu kamu peroleh buah-buahan yang banyak dan sebahagian dari buah-buahan itu kamu makan (Q.S. Al-Mu'minun: 19).

Ayat berikutnya yang juga menganjurkan untuk memanfaatkan buah-buahan tertulis dalam Al-Quran Surat Yasin ayat 34 dan 35 yang berbunyi:

وَجَعَلْنَا فِيهَا جَنَّاتٍ مِّنْ خَيْلٍ وَأَعْنَابٍ وَفَجْرَتْنَا فِيهَا مِنَ الْأَعْيُنِ لِيَأْكُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ وَمَا عَمِلَتْهُ أَيْدِيهِمْ أَفَلَا يَشْكُرُونَ ﴿٣٤﴾

Dan Kami jadikan padanya kebun-kebun kurma dan anggur dan Kami pancarkan padanya beberapa mata air. Supaya mereka dapat Makan dari buahnya, dan dari apa yang diusahakan oleh tangan mereka. Maka Mengapakah mereka tidak bersyukur? (Q.S. Yasin: 34-35).

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٣٥﴾ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ﴿٣٦﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٣٧﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٨﴾ وَفَكَهْنَةً وَأَبًّا ﴿٣٩﴾ مَتَّعْنَا لَكُمْ وَلَا نَعْمِكُمْ ﴿٤٠﴾

Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu (27). Anggur dan sayur-sayuran (28). Zaitun dan kurma (29). Kebun-kebun (yang) lebat (30). Dan buah-buahan serta rumput-rumputan (31). Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu (32) (Q.S. Abasa: 27-32).

Allah mengistimewakan buah kurma dalam kitab-Nya yang mulia, terutama kurma basah. Nabi Muhammad juga mengistimewakannya sebagai makanan terpenting di bulan Ramadhan. Di bulan Ramadhan Nabi Muhammad berbuka puasa dengan mengonsumsi kurma. Sunnah itu kemudian diikuti oleh kaum muslimin. Penelitian telah membuktikan adanya hikmah yang luar biasa dan manfaat besar yang terkandung di dalam sunnah yang mulia ini. Kurma mengandung unsur karbohidrat dan zat gula sukrosa. Zat-zat bergizi tersebut mudah terbakar di dalam tubuh sehingga tubuh dapat memanfaatkannya untuk sumber energi tinggi dan nilai kalori yang cukup besar. Mengonsumsi 100 gram kurma akan menghasilkan 284 kilokalori (kcal) energi di dalam tubuh (Mahran dkk, 2004).

Selain buah Kurma, Allah juga menyebutkan beberapa buah-buahan dalam Al-Quran yang juga mempunyai keistimewaan serta manfaat bagi manusia diantaranya buah Tin, Delima, Anggur, dan Zaitun.

Delima disebutkan dalam beberapa ayat Al-Quran al-Karim pada beberapa ayat berikut ini:

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرِ مَّعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا
أُكْلُهُمْ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا
أَثْمَرُوا ۗ تِلْكَ آيَاتُ اللَّهِ لِقَوْمٍ يُذَكِّرُونَ ﴿١٦١﴾

Dan dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan (Q.S. Al-An'am:141).

فِيهِمَا فَكِيهَةٌ وَنَخْلٌ وَرُمَّانٌ ﴿٦٨﴾

Di dalam keduanya (ada macam-macam) buah-buahan dan kurma serta delima (Ar-Rahman:68).

Allah SWT memberikan keistimewaan lain pada kulit buah delima, karena ternyata didapat padanya unsur *ashifiyah* (tanin), termasuk unsur-unsur dominan. Kulit batang dan akar dari tumbuhan ini juga mengandung kumpulan zat alkali yang mencapai sekitar 0,6%. Kulit dan akar tumbuhan delima sangat berguna dalam bidang farmasi karena dapat menyembuhkan penyakit cacangan (Muhran dkk, 2004).

Zaitun termasuk pepohonan yang disebutkan dalam Al-Quran, buahnya juga mempunyai keistimewaan serta manfaatnya yang begitu besar bagi manusia.

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَلَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٦٥﴾

Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus yang di dalamnya ada Pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang

bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya, yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu (An-Nuur:35).

Pohon zaitun sejak zaman dahulu sudah dikhususkan dengan berbagai keistimewaan dibandingkan pohon-pohon lainnya. Dari batang, daun, dahang hingga minyak yang dihasilkan dapat dimanfaatkan bagi umat manusia. Sebagai mufassir berpendapat bahwa zaitun dalam ayat *Wat-Tin was-Zaitun* menunjukkan pada masa nabi Nuh a.s dan keturunannya ketika terjadi banjir besar. Pada saat itu, ketika nabi Nuh mengutus seekor burung untuk mengetahui kabar para pengikutnya, burung tersebut kembali dengan membawa sehelai daun dari pohon zaitun (Mahran dkk, 2004).

Dalam ayat-ayat tersebut di atas, jenis buah-buahan tersebut hanya kurma, zaitun, delima, dan anggur. Namun menurut para mufassir, hal itu hanyalah sebagai contoh buah-buahan yang terdapat di negara Arab pada waktu ketika turunnya Al-Quran. Sebenarnya, keempat jenis buah itu mewakili semua jenis buah-buahan yang ada di bumi antara lain alpukat, semangk, jeruk, apel, melon, jambu biji, kedondong, pepaya, sawo, dan lainnya yang salah satunya adalah pisang klutuk (Tirtawinata, 2006).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial terdiri dari dua faktor dengan 3 kali ulangan.

4. Faktor pertama : Variasi Substrat (P)

P1 : Daging dan kulit buah pisang klutuk

P2 : Daging buah pisang klutuk

P3 : Kulit buah pisang klutuk

5. Faktor kedua : Lama Fermentasi (F)

F1 : Lama fermentasi 48 jam

F2 : Lama fermentasi 96 jam

F3 : Lama fermentasi 144 jam

F4 : Lama fermentasi 192 jam

Dari kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan sebagai berikut:

F \ P	P	P1	P2	P3
F1		P1F1	P2F1	P3F1
F2		P1F2	P2F2	P3F2
F3		P1F3	P2F3	P3F3
F4		P1F4	P2F4	P3F4

P1F1 : Daging dan kulit buah pisang klutuk , lama fermentasi 48 jam

P1F2 : Daging dan kulit buah pisang klutuk, lama fermentasi 96 jam

P1F3 : Daging dan kulit buah pisang klutuk, lama fermentasi 144 jam

P1F4 : Daging dan kulit buah pisang klutuk, lama fermentasi 192 jam

P2F1 : Daging buah pisang klutuk , lama fermentasi 48 jam

P2F2 : Daging buah pisang klutuk, lama fermentasi 96 jam

P2F3 : Daging buah pisang klutuk, lama fermentasi 144 jam

P2F4 : Daging buah pisang klutuk, lama fermentasi 192 jam

P3F1 : Kulit buah pisang klutuk, lama fermentasi 48 jam

P3F2 : Kulit buah pisang klutuk, lama fermentasi 96 jam

P3F3 : Kulit buah pisang klutuk, lama fermentasi 144 jam

P3F4 : Kulit buah pisang klutuk, lama fermentasi 192 jam

3.2 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

7. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi substrat dan lama fermentasi
8. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah produksi alkohol yang dihasilkan dari fermentasi buah pisang secara keseluruhan, daging buah pisang, dan kulit buah pisang klutuk.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 17 Juli – 6 Agustus 2008 di dua tempat yaitu:

12. Proses fermentasi pisang klutuk dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Islam Negeri Malang.

13. Destilasi dan analisis kadar alkohol dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah elenmeyer, timbangan analitik, spatula, penangas air, tisu, *water baht*, autoklaf, termometer, panci, botol (tempat fermentasi), kertas saring, piknometer, unit destilasi, alumunium foil, gelas beker, kertas label, kertas folio, lilin padat, selang air, blender.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pisang klutuk yang sudah matang, ragi, dan aquades.

a. Subyek Penelitian

Subyek penelitian ini adalah seluruh bagian dari buah pisang klutuk yang meliputi daging dan kulit dari buah pisang klutuk yang sudah matang.

b. Prosedur Kerja

i. Persiapan Media

10. Memilih buah pisang klutuk yang sudah matang.
11. Membuang bagian ujung serta pangkal dari buah pisang klutuk kemudian dicuci sampai bersih
12. Menimbang pisang klutuk sesuai dengan sampel perlakuan dengan berat masing-masing sampel 100 gram. Untuk sampel kulit dan daging buah pisang klutuk (P1) berat masing-masing 50 gram daging buah dan 50 gram kulit buah. Sedangkan untuk sampel daging buah (P2) dan kulit buah (P3) masing-masing 100 gram
13. Masing-masing sampel diblender dengan menambahkan aquades sebanyak 900 ml untuk setiap 100 gram sampel.
14. Bubur pisang klutuk hasil blenderan tersebut dimasak pada suhu 100°C .
15. Kemudian bubur pisang klutuk (Filtrat) didinginkan sampai suhu 30°C .

ii. Tahap Fermentasi

11. Setelah filtrat dingin, kemudian memasukkan sampel 1000 ml tersebut ke dalam botol fermentasi yang sudah disterilkan.
12. Diinokulasi dengan menambahkan ragi sebanyak 0,6 % dari berat sampel.
13. Botol ditutup rapat kemudian diberi lubang dan dipasang selang air untuk proses recovery sehingga alkohol yang ikut aliran gas CO_2 ditangkap oleh adanya *Water Scrubber* (penangkap oksigen) yang dipasang pada tutup botol.
14. Selanjutnya sampel difermentasikan dengan waktu sesuai perlakuan yaitu 48 jam, 96 jam, 144 jam, dan 192 jam.

iii. Proses Penentuan Produksi Alkohol

Setelah waktu fermentasi yang sesuai dengan perlakuan berakhir, hasil fermentasi dipasteurisasi pada suhu 60-70 °C selama 30 menit untuk menghentikan proses fermentasi. Kemudian dilakukan destilasi dan dilakukan sesuai prosedur analisis.

Adapun proses destilasi alkohol pada pisang klutuk yaitu pertama-tama sampel hasil fermentasi pisang klutuk disaring dengan menggunakan kertas saring. Kemudian hasil saringan tersebut (masing-masing sampel 750 ml) dimasukkan dalam labu alas bulat kemudian dilakukan proses destilasi. Filtrat hasil destilasi (alkohol) ditampung dalam erlenmeyer 250 mL. Destilasi dihentikan jika sudah tidak ada filtrat yang menetes dalam erlenmeyer.

Destilat dimasukkan dalam piknometer 25 ml, kemudian ditimbang untuk menentukan berat jenisnya.

Perhitungannya:

$$\text{Berat jenis destilasi} = \frac{(a + b) - c}{(a + d) - c}$$

(a + b) = berat piknometer berisi destilat

(a + d) = berat piknometer berisi aquades.

c = berat piknometer kosong.

Dari hasil perhitungan dicari nilai berat jenis kemudian kadar alkohol diperoleh dari tabel berat jenis.

a. Teknik Pengumpulan Data

Data yang telah diperoleh dalam penelitian ini berdasarkan penentuan berat jenis hasil destilasi yang berupa produksi alkohol pisang klutuk. Data tersebut dimasukkan dalam pada tabel seperti di bawah ini:

Tabel 3.1 Rancangan pengumpulan data produksi alkohol:

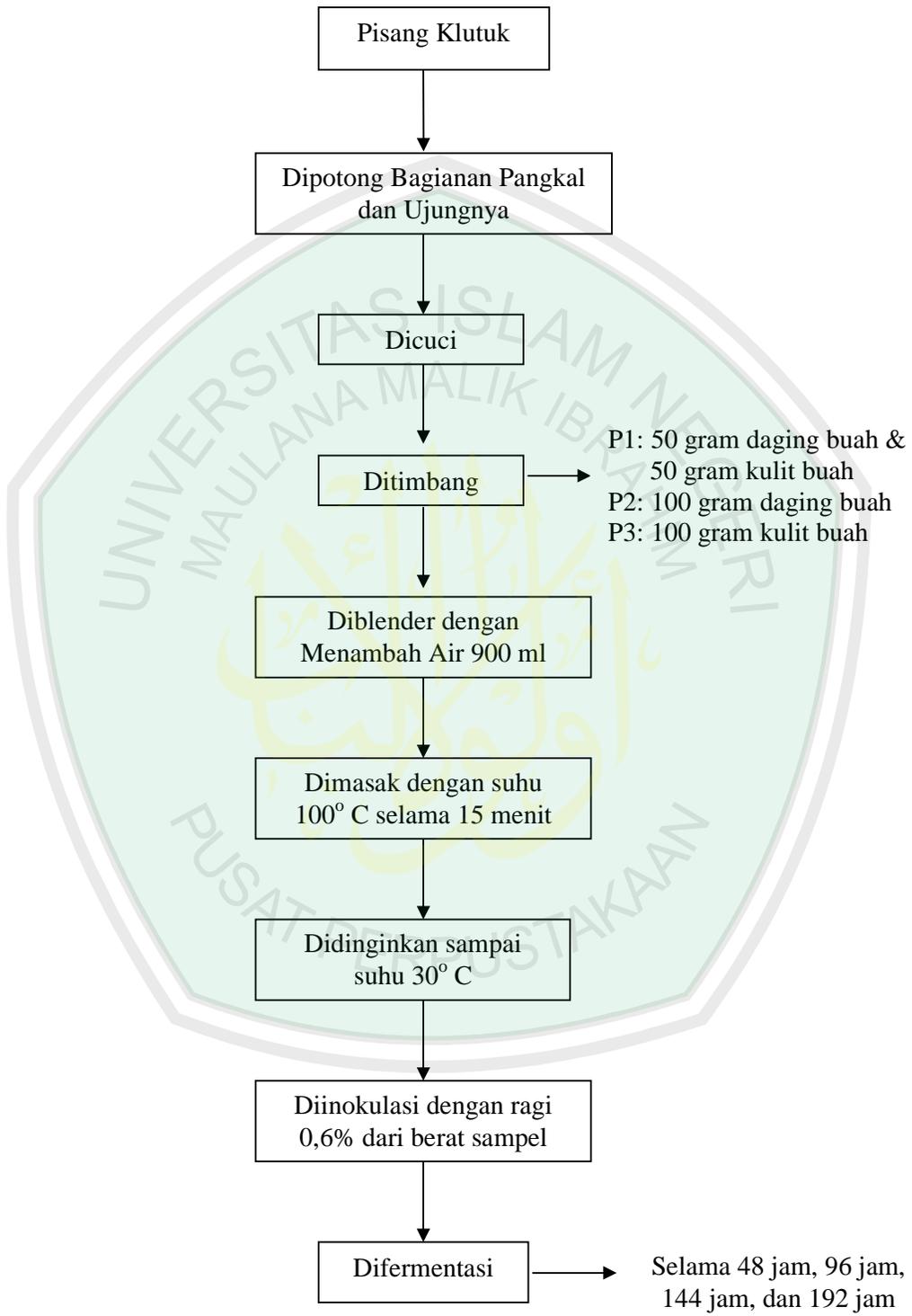
Variasi Subtrat	Lama Fermentasi	Kode	Kadar Alkohol (%)			Total (%)	Rata-rata (%)
			I	II	III		
Daging dan kulit buah	48 jam						
	96 jam						
	144 jam						
	192 jam						
Daging buah	48 jam						
	96 jam						
	144 jam						
	192 jam						
Kulit buah	48 jam						
	96 jam						
	144 jam						
	192 jam						
Total							

b. Analisis Data

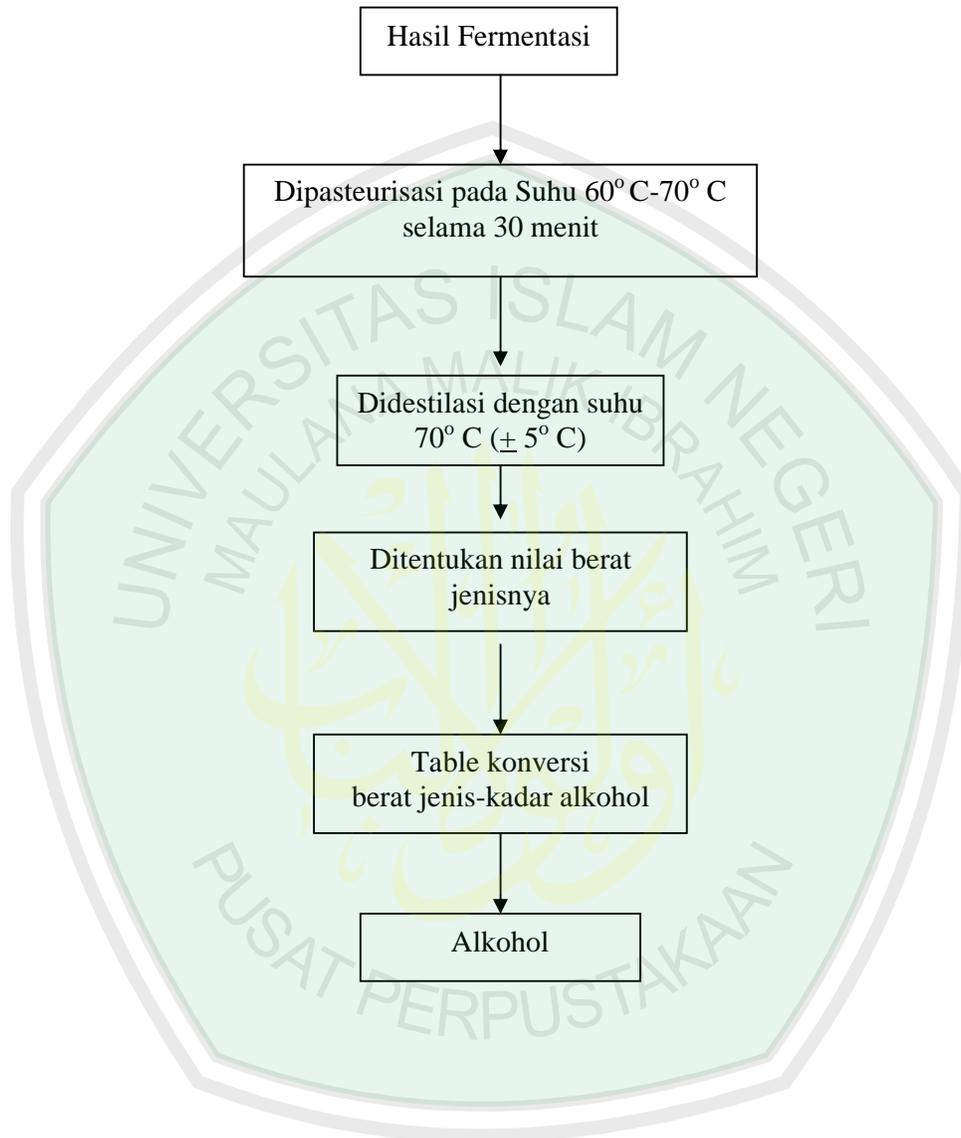
Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan menggunakan ANOVA ganda dengan taraf signifikansi 5 %. Bila terdapat hasil yang signifikan dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan untuk mengetahui perbedaan pemberian variasi substrat dan lama fermentasi yang menghasilkan alkohol paling tinggi.

3.8 Skema Kerja Penelitian

3.8.1 Skema kerja tahap persiapan media dan fermentasi pisang klutuk



3.8.2 Skema Kerja Proses Penentuan Produksi Alkohol



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Diskripsi Data

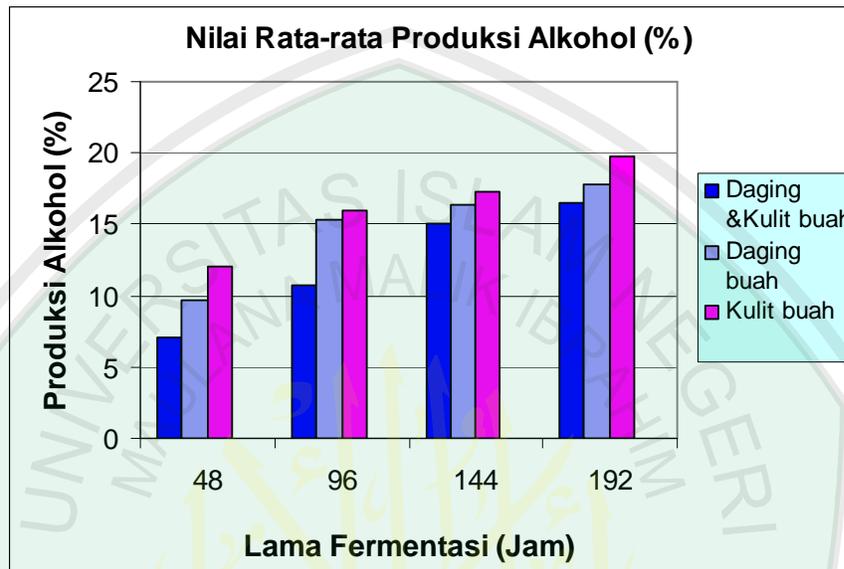
Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan berat jenis alkohol hasil destilasi yang dihubungkan dengan tabel hubungan antara berat jenis dengan kadar alkohol pada berbagai temperatur maka nilai rata-rata produksi alkohol pisang klutuk dengan variasi substrat dan lama fermentasi dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Nilai rata-rata produksi alkohol (%) pisang klutuk dengan perlakuan kombinasi antara variasi substrat dan lama fermentasi.

Variasi Substrat	Lama Fermentasi				Rata-rata
	48 jam	96 jam	144 jam	192 jam	
Daging dan Kulit Buah Pisang	7,05	10,71	15,01	16,43	12,3
Daging Buah Pisang	9,72	15,3	16,32	17,84	14,60
Kulit Buah Pisang	12,09	16,02	17,28	19,71	16,26
Rata-rata	9,62	14,01	16,20	17,99	

Dari hasil perhitungan produksi alkohol pisang klutuk yang tercantum dalam tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata produksi alkohol untuk setiap perlakuan sangat bervariasi yaitu dari data yang terendah yaitu 7,05 % sampai dengan data yang tertinggi yaitu 19,71 %. Data terendah diperoleh pada variasi substrat daging dan kulit buah dengan lama fermentasi 48 jam sedangkan tertinggi diperoleh pada substrat kulit buah dengan lama fermentasi 192 jam.

Grafik nilai rata-rata produksi alkohol pisang klutuk dengan pengaruh variasi substrat dan lama fermentasi yang berbeda adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik nilai rata-rata produksi alkohol pisang klutuk dengan variasi substrat dan lama fermentasi yang berbeda.

4.2 Analisis Data dan Pembahasan

4.2.1 Perbedaan Produksi alkohol Pisang klutuk yang Dihasilkan

1. Perbedaan Produksi Alkohol untuk Faktor Interaksi antara Variasi Substrat dan Lama fermentasi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, data yang tercatat pada lampiran 2 dianalisis dengan menggunakan analisis ragam faktorial (Anova ganda). Ringkasan hasil Anova dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Ringkasan Anova untuk Interaksi antara Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Interaksi S&F	6	15,1280	2,5213	92,5637**	2,5
Galat	24	0,6537	0,0272		

Untuk uji interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk, diperoleh nilai F hitung > F tabel pada taraf signifikan 5% yaitu : F hitung 92,5637 > F tabel 2,51 dengan demikian hipotesis penelitian diterima yang berarti ada pengaruh interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk.

Berdasarkan tabel ringkasan Anova diperoleh nilai F hitung 92,5637 > F tabel 2,51 pada taraf signifikan 5%, maka analisis dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan untuk mengetahui seberapa besar produksi alkohol yang dihasilkan berdasarkan faktor interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi. Hasil Uji Jarak Duncan dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Uji Jarak Duncan untuk interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk

Perlakuan		Rata-rata (%)	Notasi
Variasi Substrat	Lama Fermentasi		
Daging & kuli buah	48 jam	7,05	a
Daging buah	48 jam	9,72	b
Daging & kulit buah	96 jam	10,71	c
Kulit buah	48 jam	12,09	d
Kulit buah	144 jam	15,01	e
Daging buah	96 jam	15,3	f
Kulit buah	96 jam	16,02	g
Daging buah	144 jam	16,32	h
Daging & kulit buah	192 jam	16,43	h
Kulit buah	144 jam	17,28	i
Daging buah	192 jam	17,84	j
Kulit buah	192 jam	19,71	k

Interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol yang dihasilkan dari Uji Jarak Duncan tersebut dapat diketahui bahwa produksi alkohol pisang klutuk mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Hanya pada perlakuan dengan variasi substrat daging buah lama fermentasi 144 jam sama dengan variasi subpart daging dan kulit buah dengan lama fermentasi 192 jam.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka produksi alkohol semakin tinggi pada semua perlakuan. Produksi alkohol terendah diperoleh pada variasi substrat kulit dan daging buah dengan lama fermentasi 48 jam. Alkohol yang dihasilkan mencapai nilai rata-rata 7,05%, sedangkan produksi alkohol tertinggi, diperoleh pada variasi kulit pisang dengan lama fermentasi 192 jam. Alkohol yang dihasilkan mencapai nilai rata-rata 19,71%. Produksi alkohol terendah diperoleh pada variasi substrat daging dan kulit buah dengan lama fermentasi 48 jam dengan nilai rata-rata mencapai 7,05%, hal ini diduga terkait dengan kandungan karbohidrat pada daging buah berupa fruktosa sedangkan kulit buah berupa amilum sehingga mikroba tidak dapat bekerja secara maksimal dalam mengurai bahan-bahan tersebut dan memerlukan waktu yang lama untuk dapat mengurai semua bahan yang tersedia.

Produksi alkohol tertinggi dicapai pada substrat kulit buah dengan lama fermentasi 192 jam. Hal ini diduga karena kandungan karbohidrat pada kulit buah berupa amilum. Amilum ini setelah mengalami hidrolisis akan menghasilkan glukosa dan maltosa yang kemudian akan difermentasikan dengan cepat oleh khamir sehingga menghasilkan alkohol (Kumalaningsih dkk, 1995).

Masih menurut Kumalaningsih dkk (1995), pada proses fermentasi alkohol, khamir tidak dapat langsung memfermentasikan pati, oleh karena itu tahap yang penting adalah sakarifikasi yaitu perubahan pati menjadi glukosa dan maltosa dengan menggunakan enzim.

Proses hidrolisis diduga juga bisa terjadi pada saat pemasakan substrat. Menurut Apriyanto (2002) pemanasan polisakarida seperti pati, khususnya dalam media yang banyak air justru menguntungkan karena pati akan terhidrolisa menjadi molekul-molekul yang lebih kecil, oligo-, di- atau monosakarida sehingga pati yang terhidrolisa tersebut menjadi lebih mudah dicerna karena sudah dalam bentuk gula sederhana.

Selain itu, adanya perbedaan produksi alkohol yang dihasilkan, dapat disebabkan oleh perbedaan variasi substrat dan lama fermentasi. Dimana tersedianya substrat yang banyak dan sesuai untuk diurai menjadi produk alkohol oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba maka semakin banyak alkohol yang akan diproduksi dan itu juga terkait dengan lamanya proses fermentasi. Dimana semakin lama proses fermentasi (dalam batas tertentu) maka semakin banyak mikroba dalam ragi yang akan bereaksi mengurai substrat yang sesuai untuk menghasilkan alkohol.

Menurut Hasanah (2004) pada lama fermentasi 24 jam, jumlah alkohol yang terbentuk belum sempurna, karena hidrolisis pati pada hari pertama masih berlangsung. Pembentukan alkohol akan terjadi setelah jumlah gula yang dibutuhkan bagi khamir mencukupi untuk pertumbuhannya.

Alkohol yang dihasilkan pada proses fermentasi yang dilakukan dalam penelitian ini bukanlah alkohol yang mempunyai tingkat kemurnian yang cukup tinggi karena destilasi yang dilakukan tidak menggunakan destilasi bertingkat mengingat terbatasnya alat yang digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, selama proses destilasi mungkin ada senyawa yang ikut tertampung pada hasil destilasi antara lain ester, asam lemak, asam sitrat, asam asetat, asam organik lainnya serta air dalam jumlah yang banyak sehingga untuk mencapai tingkat kemurnian yang tinggi, perlu diadakan proses destilasi lebih lanjut. Menurut Budiyanto (2006) dalam proses fermentasi akan diperoleh hasil ikutan seperti gliserol, asam laktat, asam asetat, asetil dehid, dan 2,3-butilen glikol.

2. Perbedaan Produksi Alkohol untuk Faktor Substrat

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, data yang tercatat pada lampiran 2 dianalisis dengan menggunakan analisis ragam faktorial (Anova ganda). Ringkasan hasil Anova dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Ringkasan Anova Pengaruh variasi Substrat terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Substrat	2	96,9005	48,4502	1778,7174**	3,40
Galat	24	0,6537	0,0272		

Berdasarkan tabel ringkasan Anova, diperoleh nilai F hitung untuk variasi substrat lebih besar dari F tabel pada taraf signifikan 5%, yaitu: F hitung $1778,7174 > F$ tabel 3,40 dengan demikian hipotesis penelitian diterima bahwa ada pengaruh variasi substrat terhadap produksi alkohol pisang klutuk.

Berdasarkan tabel ringkasan Anova diperoleh bahwa nilai F hitung > F table 5%, maka analisis dilanjutkan dengan uji jarak Duncan yang dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Uji Jarak Duncan untuk variasi substrat terhadap produksi alkohol pisang klutuk

Variasi Substrat	Total (%)	Rata-rata (%)	Notasi
Daging & kulit buah	147,6	36,9	a
Daging buah	177,54	44,39	b
Kulit buah	195,31	48,83	c

Keterangan: Rata-rata yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata produksi alkohol yang dihasilkan.

Pada Tabel 4.5 untuk variasi substrat menunjukkan adanya perbedaan pada setiap perlakuan. Dapat diketahui bahwa produksi alkohol pisang klutuk untuk substrat daging dan kulit buah (P1) berbeda nyata dengan variasi substrat yang lain. Substrat daging buah (P2) berbeda nyata dengan variasi substrat yang lain. Substrat kulit buah (P3) berbeda nyata dengan variasi substrat yang lain. Variasi kulit buah, mempunyai potensi peningkatan produksi alkohol paling tinggi dibandingkan substrat daging dan kulit buah (P1) serta daging buahnya (P2) saja. Produksi alkohol pisang klutuk berdasarkan Uji Jarak Duncan tertinggi dicapai pada variasi substrat kulit buah yaitu mencapai nilai rata-rata 48,83 %, kemudian substrat daging buah dengan nilai rata-rata 44,39% dan yang paling rendah adalah substrat daging dan kulit buah dengan nilai rata-rata 36,9%.

Tingginya produksi alkohol yang dihasilkan menurut Suyasa (2008) tergantung pada kandungan substrat yang difermentasikan. Setiap khamir mampu memfermentasikan glukosa, fruktosa, dan monosa namun masing-masing spesies

mempunyai kecepatan yang berbeda di dalam menggunakan masing-masing gula tersebut. Menurut Muhiddin dkk (2001), di dalam ragi terdapat beberapa spesies kapang dan khamir. Kapang akan mengubah pati menjadi gula dan khamir akan mengubah gula menjadi alkohol dan senyawa lain. Kapang menghasilkan enzim-enzim α -amilase, β -amilase dan glukoamilase, sedangkan khamir akan menghasilkan enzim invertase dan zimase.

Menurut Noviagustin (2008), karbohidrat atau hidrat arang yang dikandung oleh kulit pisang adalah amilum. Amilum atau pati ialah jenis polisakarida karbohidrat (karbohidrat kompleks). Pemecahan pati inilah yang kemudian menghasilkan monosakarida dan disakarida terutama glukosa. Bahan ini yang kemudian akan diubah menjadi alkohol melalui proses fermentasi (Munadjim, 1984). Komposisi kimia pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa sebagai polimer dari glukosa yang merupakan rantai lurus dan secara kuantitatif dapat dihidrolisis menghasilkan maltosa. Disakarida seperti sukrosa dan maltosa inilah yang secara cepat akan difermentasikan oleh khamir karena mempunyai enzim sukrase atau invertase (Kumalaningsih, 1995). Hal tersebut yang diduga menyebabkan tingginya produksi alkohol pada substrat kulit pisang karena khamir yang terdapat pada ragi lebih cepat memfermentasikan glukosa dari pada fruktosa.

Daging buah pisang juga mengandung pati, tetapi menurut Sumadi dkk (2004), konsentrasi pati pada daging buah pisang klutuk meningkat sampai 70 hari pada masa pertumbuhan buah dan akan terjadi penurunan setelah terjadi proses pemasakan buah. Penurunan kandungan pati ini karena terjadi hidrolisis pati yang

sejalan dengan perubahan tekstur buah yang menjadi lunak. Penurunan kandungan pati juga terjadi karena pada saat proses pelunakan buah terjadi peningkatan respirasi, produksi etilen serta terjadi akumulasi gula, perombakan klorofil dan senyawa lain.

Kandungan karbohidrat pada daging serta kulit buah pisang dari setiap 100 gram bahan, menunjukkan kandungan karbohidrat pada daging buah lebih tinggi dari pada kulit buah. Kadungan karbohidrat pada tiap 100 gram kulit pisang mencapai 18,5 gram, sedangkan daging buahnya mencapai 25,8 gram. Karbohidrat pada daging buah pisang berupa fruktosa yang rasanya manis (Munadjim, 1984), sehingga khamir harus mengurai fruktosa untuk memproduksi alkohol. Kebanyakan khamir dalam proses fermentasi alkohol lebih cepat memfermentasikan glukosa (Margino dkk, 1989). Hal ini menyebabkan khamir bekerja lebih lambat pada substrat daging buah, sehingga produksi alkohol pada substrat kulit buah lebih tinggi dari daging buah.

Sedangkan pada substrat daging dan kulit buah, alkohol yang dihasilkan relatif paling rendah diantara perlakuan yang lainnya. Hal ini diduga karena terkait dengan kadungan substrat campuran yang terdiri dari glukosa, yang dihasilkan dari degradasi pati kulit pisang oleh enzim amilase disamping juga menghasilkan maltosa, dan fruktosa yang merupakan kandungan monosakarida terbesar dari buah, sehingga khamir tidak bisa secara maksimal memproduksi alkohol karena substrat campuran tersebut harus didegradasi oleh khamir secara bersamaan.

3. Perbedaan Produksi Alkohol untuk Faktor Lama fermentasi

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, data yang tercatat pada lampiran 2 dianalisis dengan menggunakan analisis ragam faktorial (Anova ganda). Ringkasan hasil Anova dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Ringkasan Anova Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Fermentasi	3	352,6036	117,5345	4314,9539**	3.01
Galat	24	0,6537	0,0272		

Untuk lama fermentasi, diperoleh nilai F hitung lebih besar dari pada F tabel pada taraf signifikan 5% yaitu: F hitung 4314,9539 > F tabel 3,01. dengan demikian hipotesis nol ditolak hipotesis penelitian diterima yang berarti ada pengaruh lama fermentasi dengan produksi alkohol pisang klutuk

Berdasarkan tabel ringkasan Anova diperoleh nilai F hitung > F tabel 5%, maka analisis dilanjutkan dengan Uji Jarak Duncan untuk mengetahui perbedaan produksi alkohol pisang klutuk yang dihasilkan. Hasil uji jarak Duncan dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Uji Jarak Duncan untuk lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk yang dihasilkan

Lama Fermentasi	Total (%)	Rata-rata (%)	Notasi
48 jam	86,57	28,86	a
96 jam	126,09	42,03	b
144 jam	145,83	48,61	c
192 jam	161,96	53,99	d

Pada tabel Uji Jarak Duncan untuk lama fermentasi menunjukkan adanya perbedaan pada setiap perlakuan. Dapat diketahui bahwa produksi alkohol pisang

klutuk untuk lama fermentasi 48 jam berbeda nyata dengan lama fermentasi yang lain. Lama fermentasi 96 jam berbeda nyata dengan lama fermentasi yang lain. Lama fermentasi 144 jam berbeda nyata dengan lama fermentasi yang lain. Lama fermentasi 192 jam berbeda nyata dengan lama fermentasi yang lain.

Lama fermentasi 192 jam mempunyai potensi peningkatan produksi alkohol paling tinggi dibandingkan dengan lama fermentasi 48 jam, 96 jam, dan 144 jam. Produksi alkohol tertinggi berdasarkan Uji Jarak Duncan dicapai pada lama fermentasi 192 jam yaitu mencapai nilai rata-rata 53,99 %.

Menurut Hidayat dkk (2006), peningkatan produksi alkohol selama penyimpanan dapat terjadi setelah 48 jam dan akan mencapai produksi alkohol yang tinggi pada fermentasi 144 jam. Sedangkan hasil penelitian Hasannah (2007), menunjukkan bahwa peningkatan produksi alkohol terlihat setelah 48 jam dengan kadar 2,71% dan produksi alkohol selalu mengalami peningkatan setiap harinya hingga hari terakhir penelitian (168 jam), produksi alkohol pada hari terakhir penelitian mencapai 11,035 %. Pada hari pertama (24 jam) fermentasi, jumlah alkohol yang terbentuk belum sempurna hanya mencapai 0,87%, karena hidrolisis pati pada hari pertama masih berlangsung. Pembentukan alkohol akan terjadi setelah jumlah gula yang dibutuhkan bagi khamir mencukupi untuk pertumbuhannya.

Pada lama fermentasi 48 jam, untuk variasi substrat daging&kulit buah diperoleh nilai rata-rata 7,05%, untuk daging buah diperoleh nilai rata-rata 9,72%, dan untuk variasi substrat kulit buah diperoleh nilai rata-rata 12,09%. Sedangkan pada lama fermentasi 192 jam untuk variasi substrat daging&kulit buah diperoleh

[nilai rata-rata variasi substrat terhadap produksi alkohol pisang klutuk](#) 16,43%, sedangkan untuk variasi substrat daging buah diperoleh nilai rata-rata 17,84%, sedangkan untuk variasi substrat kulit buah mencapai nilai rata-rata 19,71%.

Menurut Margono (2000) proses fermentasi anggur pisang klutuk dalam mengubah gula pada bahan menjadi alkohol oleh khamir *Saccaromyces cereviceae* yang terdapat pada ragi berlangsung selama 7-15 hari. Ragi ini mulai bekerja aktif bila terlihat ada gelembung-gelembung udara naik kepermukaan botol atau gelas. Tanda lain adalah adanya bau tape. Proses ini terlihat nyata setelah hari ke-2 hingga hari ke-15.

Pada substrat daging dan kulit buah alkohol yang dihasilkan cukup rendah karena khamir dalam proses fermentasi ini tidak dapat bekerja secara maksimal karena harus mengurai dua bahan sekaligus yaitu glukosa dan fruktosa, sehingga alkohol yang dihasilkan relatif rendah. Sedangkan pada substrat daging buah, khamir hanya mengurai fruktosa saja dan pada substrat kulit buah, khamir hanya mengurai glukosa sehingga alkohol yang dihasilkan pada lama fermentasi 48 jam sudah relatif lebih tinggi.

4.3 Tinjauan Buah Pisang Klutuk dalam Prespektif Islam

Allah SWT memerintahkan kepada umat manusia untuk mensyukuri semua nikmat dan ciptaan Allah yang telah diturunkan kepada umatnya serta mengambil manfaat dari apa yang telah Allah ciptakan untuk kemaslahatan umat. Pemanfaatan buah pisang klutuk untuk dijadikan sebuah produk (alkohol)

merupakan salah satu perbuatan baik manusia untuk mengeksplorasi serta mengambil manfaat dari apa yang telah Allah perintahkan dalam Al-Quran.

Al-Quran mendorong umat manusia untuk melakukan aktivitas ilmiah, mengajak akal manusia untuk merenungkan dan memikirkan fenomena alam yang penuh misteri dan keajaiban sebagai pertanda adanya Allah SWT. Al-Quran berulang-ulang menyerukan untuk memperhatikan dan memikirkan mengapa tidak kamu gunakan akalmu? *Afalaa tatafkkaruun (Q.S.Al-An'am:50)*, mengapa tidak kamu pikirkan? *afalaa tatadzakkarun (Q.S. Al-An'am:80)* (Rossidy, 2008).

Walaupun pisang klutuk bukan termasuk buah-buahan yang disebutkan dalam Al-Quran, tetapi buah pisang klutuk mempunyai manfaat yang begitu besar bagi manusia yang berfikir. Pisang klutuk yang selama ini hanya dimanfaatkan dalam keadaan mentah, yang mungkin bagi kita kurang begitu memberi manfaat yang banyak, ternyata di dalamnya tersimpan unsur-unsur gizi yang begitu besar seperti buah-buahan yang dikaji dalam Al-Quran. Buah pisang klutuk juga mengandung besi, fosfor, air, kalsium, vitamin A dan C, karbohidrat, lemak, potasium dan protein seperti halnya buah anggur, kurma, zaitun, serta buahan tin yang disebutkan dalam Al-Quran.

Menurut Mahran (2006) kurma mengandung sukrosa, protein, lemak, vitamin, serta mineral yang diperlukan tubuh antara lain potasium, kalsium, besi, dan fosfor. Anggur mengandung air, protein, lemak, vitamin, kalsium, fosfor, dan potasium. Zaitun mengandung lemak mineral serta menghasilkan minyak. Buah tin mengandung karbohidrat, protein, lemak, mineral, serta vitamin. Semua kandungan makronutrien tersebut juga terdapat pada daging maupun kulit buah pisang klutuk.

Kulit buah pisang klutuk yang merupakan sepertiga dari bagian buahnya yang merupakan bahan buangan ternyata mempunyai manfaat yang begitu besar. Dari kulit buahnya dihasilkan alkohol yang paling tinggi karena pada kulit pisang ini terkandung makronutrien yang lengkap serta karbohidrat yang kompleks. Dari semua bagian buah pisang klutuk kita dapat mengambil manfaatnya berupa alkohol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar setelah dilakukan proses fermentasi. Hal tersebut seperti yang dijelaskan dalam firman Allah surat Ali-Imron ayat 190-191

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ
الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan Ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka. (Q.S. Ali-Imron 190-191).

Dari ayat di atas menunjukkan bahwa kita sebagai umat Islam yang memahami sunnatullah dan menarik kesimpulan yang benar dari ciptaan dan fenomena alam. Kita sepenuhnya menyadari bahwa alam semesta beserta isinya ini tidak diciptakan oleh Allah SWT secara sia-sia, tetapi setiap bagian memiliki fungsi (Rossidy, 2008). Sebagai umatNya kita disuruh untuk mengeksplorasi serta memanfaatkan secara baik dari semua rizki yang telah Allah SWT berikan.

BAB V

PENUTUP

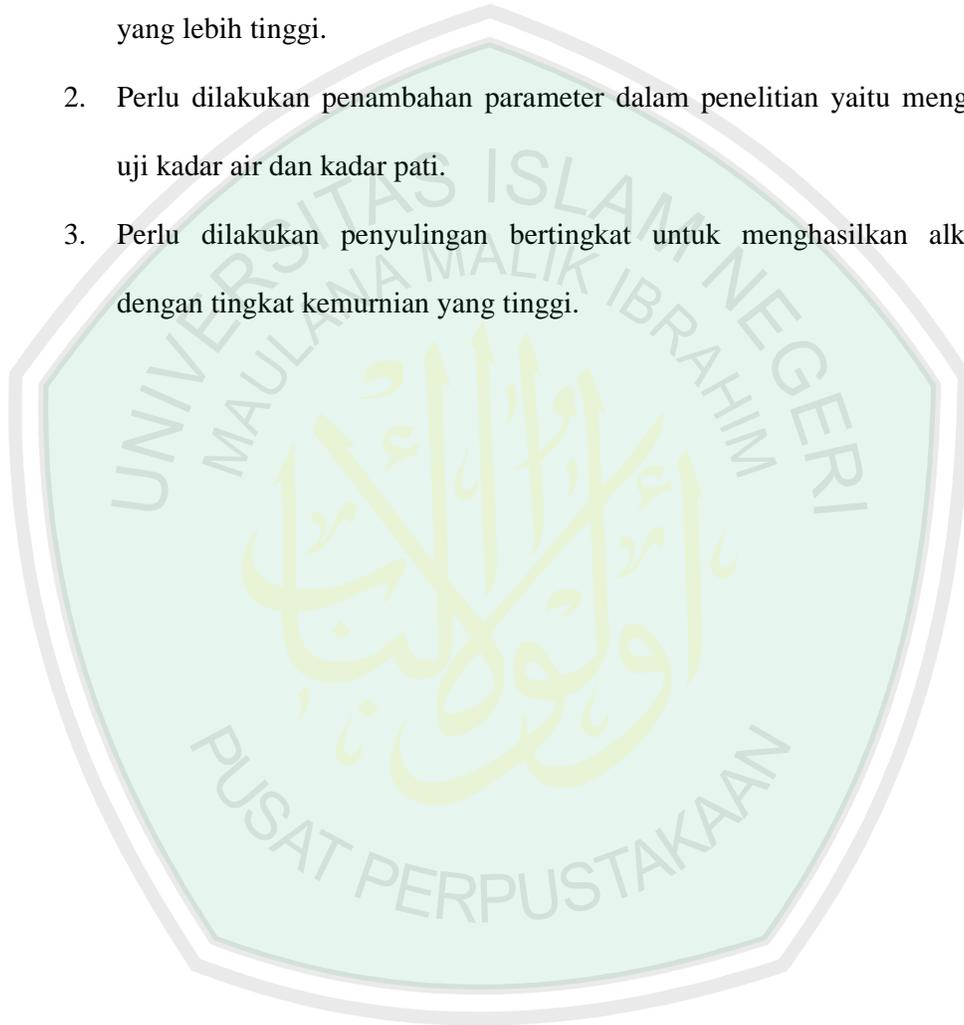
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

9. Ada interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi pada setiap perlakuan. Produksi alkohol terendah diperoleh pada substrat daging dan kulit buah dengan lama fermentasi 48 jam. Alkohol yang diproduksi mencapai nilai rata-rata 7,05%. Produksi alkohol tertinggi diperoleh pada substrat kulit buah dengan lama fermentasi 192 jam. Alkohol yang diproduksi mencapai nilai rata-rata 19,71%.
10. Ada pengaruh variasi substrat terhadap produksi alkohol pada semua perlakuan. Produksi alkohol terendah diperoleh pada substrat daging dan kulit buah sebesar 7,05%. Sedangkan yang tertinggi diperoleh pada substrat kulit buah sebesar 19,71%.
11. Ada pengaruh lama fermentasi terhadap produksi alkohol pada semua perlakuan. Produksi alkohol terendah diperoleh pada lama fermentasi 48 jam sebesar 7,05%. Sedangkan yang tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 192 jam sebesar 19,71%.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai berbagai kondisi fermentasi yang lebih tepat pada pisang klutuk agar dihasilkan alkohol yang lebih tinggi.
2. Perlu dilakukan penambahan parameter dalam penelitian yaitu mengenai uji kadar air dan kadar pati.
3. Perlu dilakukan penyulingan bertingkat untuk menghasilkan alkohol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.



BAB V

PENUTUP

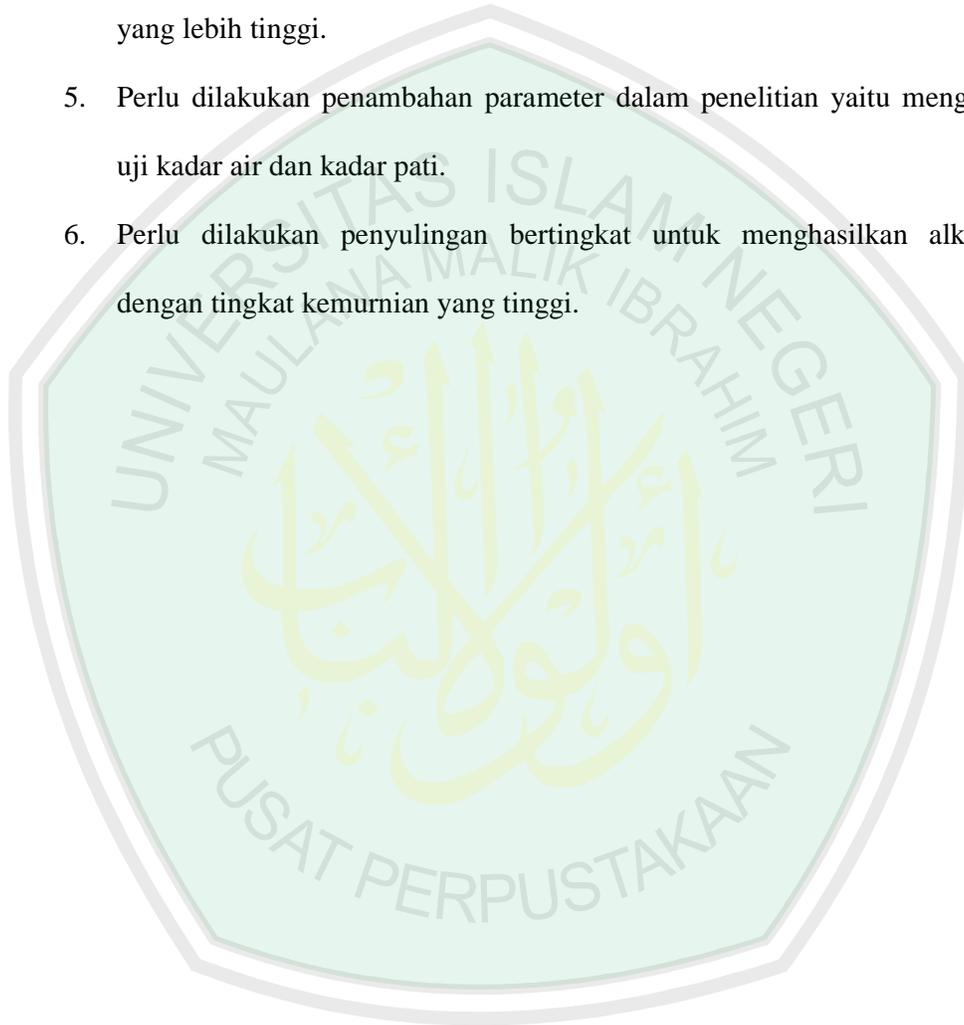
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

12. Ada interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi pada setiap perlakuan. Produksi alkohol terendah diperoleh pada substrat daging dan kulit buah dengan lama fermentasi 48 jam. Alkohol yang diproduksi mencapai nilai rata-rata 7,05%. Produksi alkohol tertinggi diperoleh pada substrat kulit buah dengan lama fermentasi 192 jam. Alkohol yang diproduksi mencapai nilai rata-rata 19,71%.
13. Ada pengaruh variasi substrat terhadap produksi alkohol pada semua perlakuan. Produksi alkohol terendah diperoleh pada substrat daging dan kulit buah sebesar 7,05%. Sedangkan yang tertinggi diperoleh pada substrat kulit buah sebesar 19,71%.
14. Ada pengaruh lama fermentasi terhadap produksi alkohol pada semua perlakuan. Produksi alkohol terendah diperoleh pada lama fermentasi 48 jam sebesar 7,05%. Sedangkan yang tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 192 jam sebesar 19,71%.

5.2 Saran

4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai berbagai kondisi fermentasi yang lebih tepat pada pisang klutuk agar dihasilkan alkohol yang lebih tinggi.
5. Perlu dilakukan penambahan parameter dalam penelitian yaitu mengenai uji kadar air dan kadar pati.
6. Perlu dilakukan penyulingan bertingkat untuk menghasilkan alkohol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.



Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchcarpa*) dengan Variasi Substrat dan Lama Fermentasi

Kode Sampel	Sampel (ml)	Destilat (ml)	Piknometer (gram)	Piknometer+air (gram)	Piknometer+sample (gram)
P1F1	750	223	18,332	34,225	15,722
P1F1	750	225	18,332	34,225	15,721
P1F1	750	228	18,332	34,225	15,726
P2F1	750	243	18,332	34,225	15,655
P2F1	750	244	18,332	34,225	15,659
P2F1	750	241	18,332	34,225	15,662
P3F1	750	259	18,332	34,225	15,602
P3F1	750	263	18,332	34,225	15,603
P3F1	750	265	18,332	34,225	15,599
P1F2	750	253	18,332	34,225	15,638
P1F2	750	254	18,332	34,225	15,632
P1F2	750	256	18,332	34,225	15,634
P2F2	750	271	18,332	34,225	15,522
P2F2	750	282	18,332	34,225	15,526
P2F2	750	283	18,332	34,225	15,524
P3F2	750	296	18,332	34,225	15,511
P3F2	750	299	18,332	34,225	15,502
P3F2	750	297	18,332	34,225	15,507
P1F3	750	276	18,332	34,225	15,533
P1F3	750	274	18,332	34,225	15,532
P1F3	750	273	18,332	34,225	15,528
P2F3	750	299	18,332	34,225	15,502
P2F3	750	301	18,332	34,225	15,501
P2F3	750	299	18,332	34,225	15,495
P3F3	750	312	18,332	34,225	15,473
P3F3	750	322	18,332	34,225	15,471
P3F3	750	317	18,332	34,225	15,485
P1F4	750	288	18,332	34,225	15,502
P1F4	750	292	18,332	34,225	15,496
P1F4	750	302	18,332	34,225	15,492
P2F4	750	328	18,332	34,225	15,462
P2F4	750	332	18,332	34,225	15,466
P2F4	750	331	18,332	34,225	15,46
P3F4	750	342	18,332	34,225	15,422
P3F4	750	336	18,332	34,225	15,418
P3F4	750	329	18,332	34,225	15,413

Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchcarpa*) dengan Variasi Substrat dan Lama Fermentasi yang Berbeda

Variasi substrat	Lama fermentasi	Kode	Ulangan			Total (%)	Rata-rata (%)
			1	2	3		
Daging & kulit buah	1. (48 jam)	P1F1	7,09	7,13	6,92	21,14	7,05
	2. (96 jam)	P1F2	10,57	10,82	10,74	32,13	10,71
		P1F3	14,93	14,97	15,13	45,03	15,01
	3. (144 jam)	P1F4	16,21	16,46	16,63	49,3	16,43
Daging buah	1. (48 jam)	P2F1	9,87	9,70	9,58	29,15	9,72
	2. (96 jam)	P2F2	15,38	15,22	15,30	45,9	15,3
		P2F3	16,21	16,25	16,50	48,96	16,32
	3. (144 jam)	P2F4	17,87	17,71	17,95	53,53	17,84
Kulit buah	1. (48 jam)	P3F1	12,07	12,02	12,19	36,28	12,09
	2. (96 jam)	P3F2	15,84	16,21	16,01	48,06	16,02
		P3F3	17,42	17,50	16,92	51,84	17,28
	3. (144 jam)	P3F4	19,53	19,70	19,90	59,13	19,71
			172,99	173,69	173,77	520,45	

Lampiran 3. Langkah-Langkah Perhitungan ANOVA Data Hasil Pengamatan Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchcarpa*) dengan Variasi Substrat dan Lama Fermentasi yang Berbeda

1. Faktor Korelasi (FK)

$$FK = \frac{\sigma^2}{r \times n} = \frac{(520,45)^2}{36} = 7524,12$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{a. JK Total} &= 7,09^2 + 7,13^2 + \dots + \dots + 19,90^2 - FK \\ &= 50,20 + 50,40 + \dots + \dots + 396,01 - FK \\ &= 465,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. JK Perlakuan} &= \frac{21,40^2 + 32,13^2 + \dots + 59,13^2}{3} - FK \\ &= \frac{446,90 + 1032,34 + \dots + 3496,36}{3} - 7524,12 \\ &= \frac{7988,75}{3} - 7524,12 \\ &= 464,63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 465,28 - 464,63 \\ &= 0,65 \end{aligned}$$

Karena percobaan factorial, maka JK perlakuan harus diuraikan menjadi komponen penyusun (JK substrat dan JK lama fermentasi) dan JK interaksi. Untuk dapat menghitung JK S, JK F, dan JK SF perlu dibuat daftar dwi kasta antar factor V dan factor J

Variasi Subtart	Lama Fermentasi				Σ Subtrat	Rata-rata
	48 jam	96 jam	144 jam	192 jam		
Daging & kulit buah	21,14	32,13	45,03	49,3	147,6	36,9
Daging buah	29,15	45,9	48,96	53,53	177,54	44,39
Kulit buah	36,28	48,06	51,84	59,13	195,31	48,83
Σ Lama Fermentasi	86,57	126,09	145,83	161,96	520,45	130,11
Rata-rata	28,86	42,01	48,61	53,99		

$$\begin{aligned} \text{d. JK Subtrat} &= \frac{147,6^2 + 177,54^2 + 195,31^2}{\text{lamafermentasi} \times \text{ulangan}} - FK \\ &= \frac{21785,76 + 31520,45 + 38146,00}{12} - FK \\ &= \frac{91452,21}{12} - FK \\ &= 7621,02 - 7524,12 \\ &= 96,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. JK Lama fermentasi} &= \frac{86,57^2 + 126,09^2 + 145,83^2 + 161,96^2}{\text{Subtrat} \times \text{ulangan}} - FK \\ &= \frac{7494,36 + 15898,69 + 21266,39 + 26231,04}{\text{Subtrat} \times \text{Ulangan}} - FK \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{70890,48}{9} - FK \\
 &= 7876,72 - 7524,12 \\
 &= 352,6
 \end{aligned}$$

f. JK Interaksi Subtrat dan lama fermentasi

$$\begin{aligned}
 &= JK Perlakuan - JK Subtrat - JK Lama fermentasi \\
 &= 464,63 - 96,9 - 352,6 \\
 &= 15,13
 \end{aligned}$$

Hasil Ringkasan Anova Pengaruh Variasi Subtrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk

SK	db	JK	KT	F hit	F 5%
Subtrat	2	96,9005	48,4502	1778,7174**	3,40
Fermentasi	3	352,6036	117,5345	4314,9539**	3,01
Interaksi S&F	6	15,1280	2,5213	92,5637**	2,51
Galat	24	0,6537	0,0272		
Total	35	465,2859			

3. Derajat Bebas (db)

- db Variasi Subtrat = Taraf Variasi Subtrat - 1
= 3 - 1 = 2
- db Lama Fermentasi = Taraf Lama Fermentasi - 1
= 4 - 1 = 3
- db Interaksi Variasi Subtrat dan Lama Fermentasi
= (Taraf Variasi Subtrat - 1) x (Taraf Lama Fermentasi)
= 2 x 3 = 6
- db Galat = (Taraf Variasi Subtrat x Taraf Lama Fermentasi) (Ulangan - 1)
= (3 x 4) (3 - 1) = 24
- db Total = (Ulangan x Taraf Variasi Subtrat x Taraf Lama Fermentasi) - 1
= (3 x 3 x 4) - 1 = 35

4. Kuadrat Tengah

$$\begin{aligned}
 \text{a. KT Lama Fermentasi} &= \frac{JK \text{ Lama Fermentasi}}{db \text{ Lama Fermentasi}} \\
 &= \frac{352,6}{3} = 117,5345
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. KT Variasi Substrat} &= \frac{JK \text{ Variasi Substrat}}{db \text{ Variasi Substrat}} \\ &= \frac{96,9}{2} = 4,4502 \end{aligned}$$

$$\text{c. KT Interaksi} = \frac{JK \text{ Interaksi}}{db \text{ Interaksi}} = \frac{15,13}{6} = 2,5213$$

$$\text{d. KT Galat} = \frac{JK \text{ Galat}}{db \text{ Galat}} = \frac{0,6537}{24} = 0,0272$$

UJI JARAK DUNCAN (UJD)

Perbedaan setiap perlakuan terhadap produksi alkohol dapat diketahui dengan Uji Jarak Duncan (UJD).

Uji Jarak Duncan (UJD) untuk faktor Substrat

$$UJD_{(0,05)} = r_p \times s_x$$

$$s_x = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{\text{Ulangan} \times \text{taraf waktu}}}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{0,03}{3 \times 4}}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{0,03}{12}}$$

$$s_x = \sqrt{0,0025} = 0,05$$

Untuk nilai r_p bisa dilihat pada tabel UJD.

Karena ada 3 perlakuan maka nilai UJD ada dua buah yaitu:

1. Membandingkan dua nilai tengah tanpa selingan

$$UJD_{(0,05)} = 2,92 \times 0,05 = 0,15$$

2. Membandingkan dua nilai tengah dengan satu selingan

$$UJD_{(0,05)} = 3,07 \times 0,05 = 0,15$$

Hasil Uji Jarak Duncan untuk variasi substrat terhadap produksi alkohol pisang klutuk

Variasi Subtrat	Total (%)	Rata-rata (%)	Notasi
Daging & kulit buah	147,6	36,9	a
Daging buah	177,54	44,39	b
Kulit buah	195,31	48,83	c

Keterangan: Rata-rata yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata produksi alkohol yang dihasilkan.



Uji Jarak Duncan (UJD) untuk faktor Lama fermentasi

$$UJD_{(0,05)} = r_p \times s_x$$

$$s_x = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{\text{Ulangan} \times \text{taraf subtrat}}}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{0,03}{3 \times 3}}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{0,03}{9}}$$

$$s_x = \sqrt{0,003}$$
$$= 0,06$$

Untuk nilai r_p bisa dilihat pada tabel UJD.

Karena ada 4 perlakuan maka nilai UJD ada dua buah yaitu:

1. Membandingkan tiga nilai tengah tanpa selingan

$$UJD_{(0,05)} = 2,92 \times 0,06 = 0,18$$

2. Membandingkan tiga nilai tengah dengan satu selingan

$$UJD_{(0,05)} = 3,07 \times 0,06 = 0,18$$

3. Membandingkan tiga nilai tengah dengan dua selingan

$$UJD_{(0,05)} = 3,15 \times 0,06 = 0,19$$

Hasil arak Duncan untuk lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk yang dihasilkan

Lama Fermentasi	Total (%)	Rata-rata (%)	Notasi
48 jam	86,57	28,86	a
96 jam	126,09	42,03	b
144 jam	145,83	48,61	c
192 jam	161,96	53,99	d

Uji Jarak Duncan (UJD) untuk faktor Interaksi antara Subtrat dan Lama fermentasi

$$UJD_{(0,05)} = r_p \times s_x$$

$$s_x = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{\text{Ulangan}}}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{0,03}{3}}$$

$$s_x = \sqrt{0,01} \\ = 0,1$$

Karena yang akan dibandingkan ada 12 perlakuan, maka banyaknya nilai Uji Jarak Duncan adalah $= (n \text{ perlakuan}) - 2 = 12 - 2 = 10$.

Banyaknya perlakuan	Selangan	UJD (0,05)
2	0	$2,92 \times 0,1 = 0,29$
3	1	$3,07 \times 0,1 = 0,31$
4	2	$3,15 \times 0,1 = 0,32$
5	3	$3,22 \times 0,1 = 0,32$
6	4	$3,28 \times 0,1 = 0,33$
7	5	$3,31 \times 0,1 = 0,33$
8	6	$3,34 \times 0,1 = 0,33$
9	7	$3,37 \times 0,1 = 0,34$
10	8	$3,38 \times 0,1 = 0,34$
11	9	$3,41 \times 0,1 = 0,34$
12	10	$3,44 \times 0,1 = 0,34$

Hasil arak Duncan untuk interaksi antara variasi substrat dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk

Perlakuan		Rata-rata (%)	Notasi
Variasi Subtrat	Lama Fermentasi		
Daging & kuli buah	48 jam	7,05	a
Daging buah	48 jam	9,72	b
Daging & kulit buah	96 jam	10,71	c
Kulit buah	48 jam	12,09	d
Kulit buah	144 jam	15,01	e
Daging buah	96 jam	15,3	f
Kulit buah	96 jam	16,02	g
Daging buah	144 jam	16,32	h
Daging & kulit buah	192 jam	16,43	h
Kulit buah	144 jam	17,28	i
Daging buah	192 jam	17,84	j
Kulit buah	192 jam	19,71	k

Lampiran 4. Analisis Data Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa Branchycarpa*) dengan Menggunakan SPSS

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Subtrat	1.00	Var	12
		Subtrat 1	
	2.00	Var	12
		Subtrat 2	
	3.00	Var	12
		Subtrat 3	
Lama Fermentasi	1.00	48 jam	9
	2.00	96 jam	9
	3.00	144 jam	9
	4.00	192 jam	9

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Alkohol

Subtar	Lama_fer	Mean	Std. Deviation	N
subtrat 1	48 jam	7.0467	.11150	3
	96 jam	10.7100	.12767	3
	144 jam	15.0100	.10583	3
	192 jam	16.4333	.21127	3
	Total	12.3000	3.85925	12
subtrat 2	48 jam	9.7167	.14572	3
	96 jam	15.3000	.08000	3
	144 jam	16.3200	.15716	3
	192 jam	17.8433	.12220	3
	Total	14.7950	3.20684	12
subtrat 3	48 jam	12.0933	.08737	3
	96 jam	16.0200	.18520	3
	144 jam	17.2800	.31432	3
	192 jam	19.7100	.18520	3
	Total	16.2758	2.88305	12
Total	48 jam	9.6189	2.18886	9
	96 jam	14.0100	2.49741	9
	144 jam	16.2033	1.00374	9
	192 jam	17.9956	1.43164	9
	Total	14.4569	3.64608	36

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Alkohol

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	7988.749 ^a	12	665.729	24440.390	.000
Subtrat	96.901	2	48.450	1778.717	.000
Lama_fer	352.604	3	117.535	4314.954	.000
Subtrat * Lama_fer	15.128	6	2.521	92.564	.000
Error	.654	24	.027		
Total	7989.403	36			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Post Hoc Tests Subtrat Homogeneous Subsets

Alkohol

Duncan^{a,b}

Subtrat	N	Subset		
		1	2	3
Var Subtrat 1	12	12.3000		
Var Subtrat 2	12		14.7950	
Var Subtrat 3	12			16.2758
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .027.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.000.

b. Alpha = .05.

Lama Fermentasi Homogeneous Subsets

Alkohol

Duncan^{a,b}

Lama Fermentasi	N	Subset			
		1	2	3	4
48 jam	9	9.6189			
96 jam	9		14.0100		
144 jam	9			16.2033	
192 jam	9				17.9956
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .027.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

b. Alpha = .05.

Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

Alkohol

Duncan^a

Interaksi	N	Subset for alpha = .05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1.00	3	7.0467											
5.00	3		9.7167										
2.00	3			10.7100									
9.00	3				12.0933								
3.00	3					15.0100							
6.00	3						15.3000						
10.00	3							16.0200					
7.00	3								16.3200				
4.00	3								16.4333				
11.00	3									17.2800			
8.00	3										17.8433		
12.00	3											19.7100	
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.409	1.000	1.000	1.000

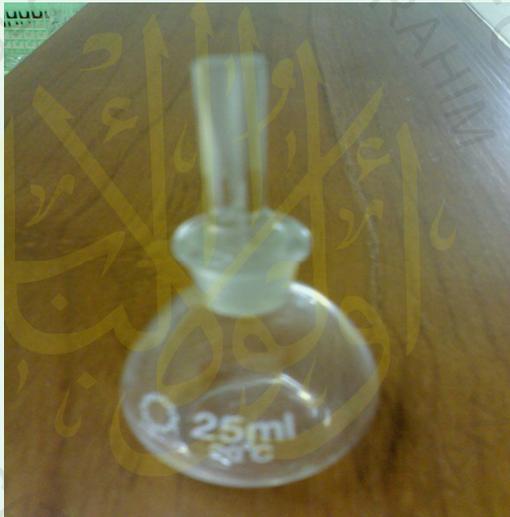
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 5. Foto Alat-alat dan Bahan-bahan Penelitian



a. Unit Destilasi



b. Piknometer 25 ml



c. Water Baat



d. Timbangan Analitik



e. Autoklaf

f. Botol Fermentor, Aquades, Botol Semprot



g. Pisang klutuk mentah yang terlihat bijinya, Ragi



DEPARTEMEN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl.Gajayana 50 Malang Telp. (0341) 551354 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI

Nama Mahasiswa : Endah Apriliana Ika Sari
Nim/Jurusan : 04520023 / Biologi
Pembimbing : Ir. Liliek Hariani, AR
Judul : Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap
Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchycharpa*)”

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1.	10 April 2008	Pengajuan Judul	1.
2.	22 April 2008	Pengajuan Bab I dan II	2.
3.	29 April 2008	Revisi Bab I dan II	3.
4.	07 Mei 2008	Pengajuan Bab Proposal	4.
5.	08 Mei 2008	Revisi Bab I, II, dan III	5.
6.	23 Mei 2008	Acc Proposal	6.
7.	11 Juni 2008	Revisi Proposal	7.
8.	08 Juli 2008	Revisi Proposal	8.
9.	16 September 2008	Pengajuan Bab IV	9.
10.	27 September 2008	Revisi Bab IV	10.
11.	28 September 2008	Revisi Bab IV	11.
12.	11 Oktober 2008	Pengajuan Bab V	12.
13.	15 Oktober 2008	Revisi Bab V	13.
14.	16 Oktober 2008	Acc Keseluruhan	14.

Malang, 17 Oktober 2008
Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si

NIP. 150 299 505





DEPARTEMEN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl.Gajayana 50 Malang Telp. (0341) 551354 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI

Nama Mahasiswa : Endah Apriliana Ika Sari
Nim/Jurusan : 04520023 / Biologi
Pembimbing : Ach. Nashichuddin, M.Ag
Judul : Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap
Produksi Alkohol Pisang Klutuk (*Musa branchycharpa*)”

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	Tanda Tangan
1.	22 September 2008	Pengajuan BAB I	1.
2.	23 September 2008	Revisi BAB I dan Konsultasi BAB II	2.
3.	24 September 2008	Revisi BAB I, II, Konsultasi BAB IV	3.
4.	25 September 2008	Revisi BAB IV	4.
5.	15 Oktober 2008	Acc BAB I, II, dan IV	5.

Malang, 16 Oktober 2008
Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 150 299 505

