

**PENGARUH BAHAN PENUTUP TERHADAP KADAR ALKOHOL
PADA PROSES FERMENTASI UBI KAYU (*Manihot esculenta crantz*)
DAN UBI JALAR (*Ipomea batatas L. Sin*)**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1**



**Diajukan Oleh:
Citra Widiyaningrum
04630021**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2009**



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Citra Widiyaningrum
NIM : 04630021
Judul Skripsi : Pengaruh Bahan Penutup Terhadap Kadar Alkohol Ubi Kayu (*Manihot Esculenta Crantz*) dan Ubi Jalar (*Ipomea Batatas L.Sin*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudari tersebut di atas dapat segera dimunafasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 19 Januari 2009

Pembimbing

Susy Yunita Prabawati, M.Si
NIP. 150 293 686



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari :

Nama : Citra Widiyanigrum

NIM : 04630021

Judul skripsi : **PENGARUH BAHAN PENUTUP TERHADAP KADAR
ALKOHOL PADA PROSES FERMENTASI UBI KAYU
(*Manihot esculenta crantz*) DAN UBI JALAR (*Ipomea batatas*
L. Sin)**

sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb

Yogyakarta, 29 Januari 2009

Konsultan

Esti Wahyu Widowati, M.Si
NIP. 150 327 074

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Citra Widiyaningrum
NIM : 04630021
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul :

PENGARUH BAHAN PENUTUP TERHADAP KADAR ALKOHOL UBI KAYU (*Manihot esculenta crantz*) DAN UBI JALAR (*Ipomea batatas L.Sin*)

Adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 20 Januari 2009

Yang menyatakan


Citra Widiyaningrum
NIM. 04630021



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

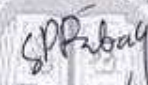
Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/203/2009

Skrripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Bahan Penutup terhadap Kadar Alkohol Pada
Proses Fermentasi Ubi Kayu (*Manihot esculenta crantz*) dan
Ubi Jalar (*Ipomea batatas L. Sin*)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Citra Widyaningrum
NIM : 04630021
Telah dimunaqasyahkan pada : 27 Januari 2009
Nilai Munaqasyah : B
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

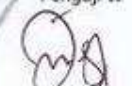
Ketua Sidang


Susy Yunita Prabawati, M.Si
NIP. 150293686

Penguji I


Esti Wahyu Widowati, M.Si
NIP. 150327074

Penguji II


Imelda Fajrivati, M.Si
NIP. 150301494

Yogyakarta, 30 Januari 2009

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan




Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 150219153

MOTTO

Ketika aku meminta pada Allah setangkai bunga segar, diberi-NYA aku kaktus berduri...aku pun meminta pada-NYA binatang mungil nan cantik,

la beri aku ulat bulu...

Aku sempat sedih dan kecewa, namun kemudian kaktus itu berbunga indah sekali dan ulat itupun tumbuh dan berubah menjadi kupu-kupu yang amat

cantik...

Itulah jalan Allah, indah pada waktunya...

Allah tidak memberi apa yang kita harapkan, akan tetapi Allah memberi apa yang kita perlukan. Kadang kita sedih, kecewa dan terluka, tapi sesungguhnya Dia sedang merajut yang terbaik untuk kehidupan kita...

Demi (waktu) Duha, dan malam apabila telah sunyi. Tuhanmu tiada meninggalkan kamu dan tiada membenci(mu).

(QS. AD DUHA : 1-3)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini

DIPERSEMBAHKAN

Untuk Almamaterku Tercinta
Prodi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri
Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ. الصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى أَشْرَفِ الْأَنْبِيَاءِ وَالْمُرْسَلِينَ. وَعَلَى
آلِهِ وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ. أَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ وَحْدَهُ لَا شَرِيكَ لَهُ وَأَشْهَدُ أَنَّ مُحَمَّدًا عَبْدُهُ
وَرَسُولُهُ. آمَّا بَعْدُ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur yang tiada terkira saya persembahkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan karunia, serta kekuatan luar biasa, sehingga saya dapat melalui masa-masa berat, panjang dan melelahkan dalam proses pembuatan skripsi ini. Selalu saya ingat ayat Al-Qur'an yang menginspirasi saya dalam melalui ini semua, yaitu, "Didalam kesulitan ada kemudahan." Shalawat serta salam dan tidak lupa penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahilliyah menuju zaman yang terang benderang ini.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari arahan, bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Khamidinal, M.Si., selaku Ketua Progam studi kimia.
3. Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik dan sekaligus sebagai pembimbing skripsi yang dengan ikhlas dan sabar

meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan dan memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.

4. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu mengarahkan penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
5. Bapak Slamet Raharjo di C.V Chem-Mix Pratama dan seluruh Staf yang selalu memberikan pengetahuan dan pengarahan selama melakukan penelitian.
6. Mamahku tercinta, terima kasih atas do'a yang tak henti-hentinya, bapakku terima kasih, masku dan adekku Fang2 yang menyayangiku dan memberikan motivasi, nasehat, dan dukungan dengan ikhlas untuk segera menyelesaikan skripsi ini, Ale_Oul yang selalu meluangkan waktunya untukku.
7. Teman-teman Progam Studi Kimia'04 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
8. Semua pihak yang telah ikut berjasa dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Kepada semua pihak tersebut, semoga bantuan, bimbingan, dan pengarahan serta do'a yang diberikan kepada penulis dapat dinilai ibadah oleh Allah SWT dan mendapatkan ridho-Nya.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan sehingga dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membantu, membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan bagi kemajuan dan

perkembangan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang kimia. Amiin Ya Robbal
'Alamin.

Yogyakarta, Januari 2009

Penyusun

Citra Widiyaningrum
NIM. 04630021

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	4
D. Perumusan Masalah.....	5
E. Tujuan penelitian.....	5
F. Kegunaan penelitian.....	5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori.....	7
1. Ubi kayu.....	7
2. Ubi jalar	9
3. Fermentasi.....	11
4. Analisis Kulitatif	14
5. Analisis Kuantitatif.....	14

B. . Penelitian Yang Relevan	18
C. Kerangka Berfikir.....	18
D. Hipotesis Penelitian.....	19

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. . Desain Penelitian.....	20
B. Populasi sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	20
C. Variabel Penelitian	21
D. Instrumen Penelitian.....	21
E. Metode Pengumpulan Data.....	22
F. Teknik Analisis Data	28
G. Waktu dan Tempat Penelitian	33

BAB IV. PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	34
B. Pembahasan	37
1. Proses Fermentasi Ubi	37
2. Analisia Hasil Fermentasi Ubi	40

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan	43
B. Saran-saran	43
C. Penutup	43

DAFTAR PUSTAKA.....	45
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	46
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 : Kandungan Gizi dalam tiap 100 gram ubi kayu.....	7
Tabel 2 : Kandungan Gizi dalam tiap 100 gram ubi jalar	10
Tabel 3 : Rangkuman Rumus ANAREK.....	26
Tabel 4 : Data Hasil Fermentasi Ubi.....	28
Tabel 5 : Data Absorbansi K_2CrO_7 sisa hasil reaksi K_2CrO_7 dengan larutan standar	29
Tabel 6 : Data absorbansi K_2CrO_7 sisa hasil reaksi K_2CrO_7 dengan larutan cuplikan.....	30
Tabel 7 : Rerata kadar alkohol hasil fermentasi ubi dalam berbagai variasi bahan penutup.....	31
Tabel 8 : Rumus Analisis Varian (ANOVA) Klasifikasi Ganda	32
Tabel 9 : Kadar alkohol (% b/v)	34
Tabel 10 : Data Pembuatan Larutan Standar	46
Tabel 11 : Data Absorbansi Cr^{3+} Hasil Reaksi Larutan Standar dengan $K_2Cr_2O_7$	48
Tabel 12 : Data Statistik Dasar Larutan Standar	49
Tabel 13 : Ringkasan Hasil Analisis Regresi	52
Tabel 14 : Data Absorbansi Cr^{3+} Hasil Reaksi Cuplikan Dengan $K_2Cr_2O_7$	55
Tabel 15 : Data Hasil Perhitungan Kadar Alkohol dan Rerata kadar alkohol.....	56
Tabel 16 : Ringkasan ANOVA Klasifikasi Ganda	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : Grafik Hubungan Absorbansi dengan Konsentrasi Larutan Standar.....	53
Gambar 2 : Grafik Hubungan Kadar Alkohol Ubi dengan Variasi Bahan Penutup	58
Gambar 3 : Ubi kayu.....	69
Gambar 4 : Ubi jalar	69
Gambar 5 : Unit Micro Conway Diffusion sebelum diinkubasi	69
Gambar 6 : Unit Micro Conway Diffusion setelah diinkubasi.....	69
Gambar 7 : Larutan Cr^{3+} sisa hasil reaksi yang telah diencerkan	70
Gambar 8 : Pengukuran absorbansi dengan thermo spektronik	70
Gambar 9 : Harga r <i>Product Moment</i>	71
Gambar 10: Daftar Distribusi F	72
Gambar 11: Daftar Uji DMRT	73
Gambar 12: Kartu Bimbingan Skripsi/Tugas Akhir.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Pembuatan Larutan Standar.....	46
Lampiran 2 : Penentuan Absorbansi Cr^{3+} Hasil Reaksi Larutan	
Alkohol Standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	47
Lampiran 3: Pembuatan Kurva Larutan Standar	49
Lampiran 4: Grafik Hubungan Absorbansi dengan Konsentrasi	
Larutan Standar	53
Lampiran 5: Perhitungan Kadar Alkohol Dalam Cuplikan.....	54
Lampiran 6: Grafik Hubungan Kadar Alkohol Ubi dengan Variasi	
Bahan Penutup.....	58
Lampiran 7: Perhitungan Kadar Etanol Dan Batas Ketangguhan	59
Lampiran 8: Perhitungan Uji ANAVA Klasifikasi Ganda Dan Uji DMRT	61
Lampiran 9: Dokumentasi Penelitian	69
Lampiran 10: Harga-harga r <i>Product Moment</i>	71
Lampiran 11: Tabel Distribusi F	72
Lampiran 12: Tabel Daftar DMRT	73

ABSTRAK

PENGARUH BAHAN PENUTUP TERHADAP KADAR ALKOHOL PADA PROSES FERMENTASI UBI KAYU (*Manihot esculenta crantz*) DAN UBI JALAR (*Ipomea batatas L. Sin*)

Oleh :

Citra Widiyaningrum
04630021

Dosen Pembimbing : Susy Yunita Prabawati, M. Si

Telah dilakukan penelitian dengan judul Pengaruh Bahan Penutup terhadap Kadar Alkohol pada Proses Fermentasi Ubi Kayu (*Manihot esculenta crantz*) dan Ubi Jalar (*Ipomea batatas L. Sin*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis ubi dan bahan penutup pada proses fermentasi terhadap kadar alkohol yang dihasilkan.

Pada penelitian ini untuk setiap 200 gram ubi kayu dan ubi jalar difermentasi selama 3 hari. Sebanyak 1 mL cairan hasil fermentasi ubi kayu dan ubi jalar dengan variasi bahan penutup plastik bening, alumunium foil dan daun pisang dianalisis secara kualitatif dengan mereaksikan larutan cuplikan dengan K_2CO_3 jenuh dalam unit *Micro Conway Diffusion* yang pada bagian tengahnya berisi larutan $K_2Cr_2O_7$ asam dan ditutup rapat. Unit Conway diinkubasi pada suhu 40° selama 1-2 jam atau sampai terjadi perubahan warna menjadi hijau pada larutan Cr^{3+} yang membentuk senyawa garam $Cr_2(SO_4)_3$ dan bau asetildehyd. Analisis kuantitatif dilakukan dengan spektrofotometer merk Thermo spektronik, dengan pengoperasian pada $\lambda = 480$ nm. Teknik analisis data penelitian ini menggunakan ANAVA Klasifikasi Ganda, jika menunjukkan beda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

Banyaknya alkohol yang dihasilkan pada fermentasi ubi kayu dengan bahan penutup plastik bening, alumunium foil, dan daun pisang berturut-turut adalah $5,506 \pm 0,10425$ % b/v; $5,807 \pm 0,05485$ % b/v; $6,562 \pm 0,02076$ % b/v. Dan kadar alkohol ubi jalar dengan bahan penutup plastik bening, alumunium foil dan daun pisang berturut-turut adalah $5,907 \pm 0,33271$ % b/v; $5,643 \pm 0,0569$ % b/v; $6,028 \pm 0,11081$ % b/v. Jadi, dari penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi jenis ubi dan bahan penutup yang digunakan pada proses fermentasi mempengaruhi kadar alkohol hasil fermentasi ubi.

Kata kunci : *Alkohol, ubi kayu, ubi jalar, fermentasi.*

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa banyak terdapat jenis umbi-umbian seperti ubi kayu, ubi jalar, ubi talas, kentang, dan sebagainya. Pada umumnya berbagai jenis umbi-umbian tersebut dimanfaatkan sebagai sayuran dan makanan sampingan keluarga, baik direbus maupun digoreng, atau dibuat criping yang mempunyai cita rasa tersendiri, untuk itulah perlu dibuat bahan-bahan yang lebih berguna dan mempunyai nilai ekonomis yang lebih tinggi dari umbi-umbian tersebut.

Ubi jalar di Indonesia sebagai komoditas pangan belum setaraf dengan padi atau jagung. Penggunaan ubi jalar sebagai “makanan pokok” sepanjang tahun terbatas dikonsumsi oleh penduduk di Irian Jaya dan Maluku. Selama ini masyarakat menganggap ubi jalar merupakan bahan pangan dalam situasi darurat (kurang makanan), bahkan disebut sebagai makanan masyarakat kelas bawah. Padahal potensi ekonomi dan sosial ubi jalar cukup tinggi, antara lain sebagai bahan pangan yang efisien pada masa mendatang, bahan pakan ternak, dan bahan baku industri. Ubi jalar mempunyai kelebihan antara lain, dapat bertahan hidup dalam kondisi iklim yang kurang baik, tidak memilih tipe tanah, dan mempunyai nilai ekonomis yang penting sepanjang masa.

Ubi kayu dalam keadaan segar tidak tahan lama. Untuk pemasaran yang memerlukan waktu lama, ubi kayu harus diolah dulu menjadi bentuk lain yang lebih awet, seperti gaplek, tapioka (tepung singkong), tapai, peuyeum, keripik

singkong dan lain-lain. Salah satu alternatif pengawetan singkong atau ubi kayu adalah dengan fermentasi. Hasil akhir fermentasi dari singkong atau ubi kayu adalah tape singkong yang mengandung alkohol.

Makanan fermentasi merupakan makanan yang digunakan sebagai menu makanan sehari-hari, karena cara membuatnya mudah, praktis, murah dan aman. Banyak keuntungan yang dapat diambil dari produk makanan yang difermentasi baik dari sifat-sifat *organoleptik* (indrawi), peningkatan nilai gizi ataupun sanitasi. Keunggulan dari makanan fermentasi antara lain memberikan penampakan, cita rasa yang khas, dan mempunyai aroma yang lebih menyenangkan, misalnya pada singkong hasil fermentasi yaitu dengan terbentuknya alkohol.

Alkohol berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Alkohol adalah suatu senyawa organik yang tersusun dari unsur-unsur C, H, dan O. Alkohol, khususnya etanol dapat dibuat dari berbagai hasil pertanian. Secara umum bahan-bahan tersebut dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu bahan yang mengandung turunan gula, sebagai golongan pertama antara lain gula tebu dan sari buah yang umumnya adalah sari buah anggur. Golongan kedua adalah bahan-bahan yang mengandung pati seperti biji-bijian (gandum), kentang, tapioka. Jenis atau golongan yang terakhir adalah bahan yang mengandung selulosa seperti kayu dan beberapa limbah pertanian.¹

Bahan penutup pada proses pembuatan tape juga berpengaruh terhadap hasil akhir pembuatan tape. Pembuatan tape secara tradisional sering menggunakan bahan alami seperti daun pisang sebagai penutup pada proses

¹ E. Gumbira Said, 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*. (Jakarta : PT. Mediyatama Sarana Perkasa). Hlm. 246.

pembuatan tape. Akan tetapi dengan bertambah majunya teknologi dan tersedianya bahan-bahan sintetis seperti berbagai jenis plastik, sering dimanfaatkan sebagian masyarakat sebagai bahan penutup pada pembuatan tape. Terdapat kemungkinan bahan-bahan sintetis lainnya seperti aluminium foil dan sejenisnya akan dimanfaatkan juga sebagai bahan penutup pada pembuatan tape. Oleh karena itu diperlukan pengetahuan agar masyarakat mengetahui seberapa besar pengaruh bahan-bahan tersebut apabila digunakan sebagai bahan penutup pada pembuatan tape.

B. Identifikasi Masalah

Ubi kayu (*Manihot esculenta crantz*) merupakan tanaman yang sudah dikenal oleh petani kita secara turun-temurun. Sebagai tanaman pangan, ubi kayu merupakan sumber karbohidrat bagi sekitar 500 juta manusia di dunia. Di Indonesia, tanaman ini menempati urutan ketiga setelah padi dan jagung. Sebagai sumber karbohidrat, ubi kayu merupakan penghasil kalori terbesar dibandingkan dengan tanaman lain. Ada dua jenis ubi kayu, yaitu ubi kayu berdaging putih dan ubi kayu berdaging kuning. Ubi kayu berdaging kuning mempunyai tekstur yang lebih halus tanpa ada serat-serat yang kasar bila dibandingkan dengan ubi kayu berdaging putih.

Ubi jalar atau ketela rambat termasuk dalam suku kangkung-kangkungan (*convolvulaceae*), dalam bahasa ilmiahnya *Ipomea batatas L. Sin* Batang tanaman ubi jalar berakar banyak dan menjalar di permukaan tanah, berwarna hijau, kuning atau ungu, beraneka ragam baik bentuk maupun warna. Ubi jalar kaya akan vitamin A dan vitamin C, namun miskin akan lemak dan protein.

Hasil-hasil fermentasi tergantung dari jenis bahan pangan (substrat), jenis mikroorganisme dan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme tersebut misalnya pH, jumlah oksigen, dan sebagainya. Pada pengawetan bahan makanan, jenis fermentasi yang penting adalah fermentasi alkohol, fermentasi asam asetat, dan fermentasi asam laktat.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah dan menghindari perluasan, maka perlu pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Jenis ubi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi kayu dan ubi jalar (ketela).
2. Alkohol yang akan diteliti adalah etanol hasil fermentasi ubi.
3. Bahan penutup yang digunakan pada proses fermentasi adalah daun pisang, plastik bening dan alumunium foil.
4. Uji kualitatif alkohol yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Micro Conway Diffusion* dilanjutkan dengan Spektrofotometri Sinar Tampak.
5. Variabel yang digunakan untuk menentukan kondisi operasi optimum terhadap perolehan kadar etanol adalah perbedaan jenis penutup pada proses fermentasi yaitu dari bahan daun pisang, plastik bening dan alumunium foil serta perbedaan jenis ubi, yaitu ubi kayu dan ubi jalar.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut diatas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah kadar alkohol ubi hasil fermentasi dari ubi kayu dan ubi jalar yang masing - masing menggunakan bahan penutup daun pisang, plastik bening dan alumunium foil pada proses fermentasi?
2. Adakah perbedaan kadar alkohol ubi kayu hasil fermentasi dari ubi kayu dan ubi jalar yang menggunakan bahan penutup daun pisang, plastik bening dan alumunium foil pada proses fermentasi?

E. Tujuan Penelitian

Berpijak dari perumusan masalah di atas, maka penelitian bertujuan untuk:

1. Mengetahui kadar alkohol ubi hasil fermentasi yaitu ubi kayu dan ubi jalar yang menggunakan bahan penutup daun pisang, plastik bening dan alumunium foil pada proses fermentasi.
2. Mengetahui ada tidaknya pengaruh variasi bahan penutup pada proses fermentasi terhadap kadar alkohol dari hasil fermentasi ubi.

F. Kegunaan Penelitian

1. Bagi peneliti

Menerapkan teori yang diperoleh di bangku kuliah dalam bentuk aplikasi penelitian dan tugas akhir berupa karya tulis ilmiah sebagai syarat memperoleh gelar Sajana Kimia di UIN Sunan Kalijaga.

2. Bagi mahasiswa

Menambah khasanah ilmu pengetahuan tentang penelitian kimia dan sebagai referensi dalam pembuatan laporan kimia.

3. Bagi lembaga

Sebagai acuan dan arsip yang bermanfaat untuk hal lebih berguna.

4. Bagi masyarakat

Dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat dalam usaha peningkatan ekonomi dengan mengolah ubi menjadi bahan pangan dalam bentuk lain melalui proses fermentasi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskriptif Teori

1. Ubi Kayu

Ubi kayu merupakan tanaman pangan dan perdagangan (cash crop). Sebagai tanaman perdagangan, ubi kayu menghasilkan gaplek, tepung ubi kayu, etanol, gula cair, monosodium glutamat, dan tepung aromatik.

Ubi kayu atau singkong merupakan salah satu bahan makanan sumber karbohidrat (sumber energi) dan penghasil kalori terbesar dibandingkan dengan tanaman lain, seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini :²

Tabel 1. Kandungan Gizi dalam Tiap 100 Gram Ubi Kayu

Kandungan Gizi	Banyaknya dalam	
	Ubi kayu biasa	Ubi kayu kuning
Kalori (kal)	146,00	157,00
Protein (g)	1,20	0,80
Lemak (g)	0,30	0,30
Karbohidrat (g)	34,70	37,90
Kalsium (mg)	33,00	33,00
Fosfor (mg)	40,00	40,00
Zat Besi (mg)	0,70	0,70
Vitamin A (SI)	0	385,00
Vitamin B (mg)	0,06	0,06
Vitamin C (mg)	30,00	30,00
Air (g)	62,50	60,00
Bagian yang dapat dimakan (%)	75,00	75,00

Indonesia merupakan penghasil ubi kayu urutan keempat terbesar di dunia setelah Nigeria, Brasil, dan Thailand. Namun pasar ubi kayu di dunia dikuasai oleh Thailand dan Vietnam.

² Rahmat Rukmana. 1997. *Ubi Kayu Budi Daya dan Paskapanen*. (Yogyakarta : Penerbit Kanisius). Hlm. 18.

Dalam sistematika tanaman, ubi kayu termasuk kelas Dicotyledoneae. Ubi kayu masuk dalam famili Euphorbiaceae mempunyai 7200 species, beberapa diantaranya mempunyai nilai komersial, seperti karet (*Herea brasiliensis*), jarak (*Ricinus comunis* dan *Jatropha curras*), umbi-umbian (*Manihot* SPP), dan tanaman hias (*Euphorbia* SPP).

Klasifikasi tanaman ubi kayu adalah sebagai berikut :³

Kelas	: Dicotyledoneae
Sub kelas	: Archichlamydaleae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Sub famili	: Manihotae
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta crantz</i>

Tanaman ubi kayu ini mempunyai batang berkayu, tegak beruas, dan berbuku-buku, tingginya dapat mencapai tiga meter. Ubi kayu merupakan tanaman yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat, tetapi pemanfaatannya belum optimal karena masih dianggap sebagai makanan masyarakat kelas bawah.

Kelebihan dari ubi kayu ini tidak dapat diabaikan, antara lain :

- a. Dapat tumbuh di lahan yang kering dan kurang subur.
- b. Daya tahan terhadap penyakit relatif tinggi.
- c. Masa panennya tidak diburu waktu.
- d. Dapat digunakan sebagai lumbung hidup.

³ Rama Prihandana, dkk. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. (Jakarta : Argo Media). Hlm. 80

- e. Daun dan umbinya dapat diolah menjadi makanan, baik sebagai makanan pokok maupun sebagai makanan selingan.
- f. Umbinya dapat diolah menjadi gula cair (*High fructose*) dan makanan ternak.
- g. Dapat juga diolah menjadi bahan bakar etanol.

2. Ubi jalar

Tanaman ubi jalar termasuk tumbuhan semusim yang memiliki susunan tubuh utama terdiri dari batang, ubi, daun, bunga, buah, dan biji. Batang tanaman berbentuk berbuku–buku, dan tipe pertumbuhannya tegak atau merambat (menjalar).

Selama ini masyarakat menganggap ubi jalar merupakan bahan pangan dalam situasi darurat (kurang makanan), bahkan disebut sebagai makanan masyarakat kelas bawah. Padahal potensi ekonomi dan sosial ubi jalar cukup tinggi, antara lain sebagai bahan pangan efisien pada masa mendatang, bahan pakan ternak, dan bahan baku berbagai industri. Ubi jalar, selain kaya kalori juga mengandung nutrisi (gizi) cukup tinggi dan komposisinya lengkap, seperti disajikan pada tabel di bawah ini :⁴

⁴ Rahmat Rukmana. 1997. *Ubi Jalar Budi Daya dan Paskapenen*. (Yogyakarta : Penerbit Kanisius). Hlm. 13.

Tabel 2. Kandungan Gizi dalam Tiap 100 Gram Ubi Jalar

Kandungan Gizi	Banyaknya dalam	
	Ubi putih	Ubi merah
Kalori (kal)	123,00	123,00
Protein (g)	1,80	1,80
Lemak (g)	0,70	0,70
Karbohidrat (g)	27,90	27,90
Kalsium (mg)	30,00	30,00
Fosfor (mg)	49,00	49,00
Zat Besi (mg)	0,70	0,70
Natrium (mg)	-	-
Kalium (mg)	-	-
Niacin (mg)	-	-
Vitamin A (SI)	60,00	7.700,00
Vitamin B ₁ (mg)	0,90	0,90
Vitamin B ₂ (mg)	-	-
Vitamin C (mg)	22,0	22,0
Air (g)	68,50	68,50
Bagian yang dapat dimakan (%)	86,00	86,00

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman ubi jalar diklasifikasikan sebagai berikut :⁵

Kingdom : Plantae (tumbuh – tumbuhan)

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)

Subdivisi : Angiospermae (berbiji tertutup)

Kelas : Dicotyledonae (biji berkeping dua)

Ordo : Convolvulales

Famili : Convolvulaceae

Genus : *Ipomea*

Spesies : *Ipomea batatas* L. Sin (*Batatas edulis* choise)

⁵ Ibid. Hlm. 17.

Ubi jalar mempunyai banyak nama atau sebutan, antara lain ketela rambat, *huwi boled* (sunda), *tela rambat* (jawa), *sweet potato* (Inggris), dan *Shoyu* (Jepang).

3. Fermentasi

Fermentasi diartikan sebagai proses metabolisme, yaitu proses terjadinya perubahan kimia pada substrat organik karena aktivitas enzim yang dihasilkan mikroba. Hasil fermentasi tergantung dari jenis bahan (substrat), macam mikroba dan kondisi di sekelilingnya yang mempengaruhi aktivitas mikroba. Bahan dasar fermentasi alkohol adalah bahan makanan yang mengandung karbohidrat.

Fermentasi dapat terjadi karena adanya mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Prinsip dari fermentasi adalah menumbuhkan pertumbuhan mikroba pembentuk alkohol dan asam, dan menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik.⁶

Teknologi fermentasi untuk pengawetan lebih mengutamakan penilaian daya simpan dan pemeliharaan daya guna bahan, sedangkan teknologi fermentasi produksi lebih mengutamakan efisiensi konversi substrat dengan produk yang diharapkan.⁷ Senyawa pengawet hasil fermentasi pada dasarnya ada tiga, yaitu alkohol, asam organik, dan gas/senyawa menguap. Ketiga senyawa tersebut terutama adalah hasil fermentasi dengan substrat karbohidrat (grup gula) dan alkohol sebagai ciri utamanya. Oleh karena itu fermentasi karbohidrat sering juga

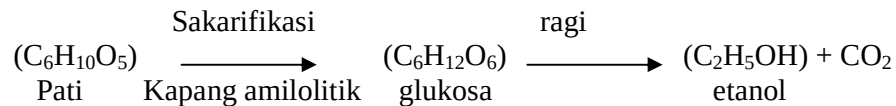
⁶ FG. Winarno dkk. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. (Jakarta : PT. Gramedia). Hlm. 60.

⁷ Gatot Priyanto.1988. *Teknik Pengawetan Pangan*. (Yogyakarta : Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi UGM). Hlm. 108.

disebut sebagai fermentasi alkohol atau fermentasi saja.⁸

a. Reaksi Fermentasi

Secara sederhana reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi dapat dilihat sebagai berikut :



b. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi adalah sebagai berikut:⁹

1. Suhu

Suhu yang baik untuk fermentasi adalah dibawah 30°C.

2. Kadar oksigen

Reaksi pembentukan alkohol dalam suasana anaerob, tetapi oksigen tetap diperlukan pada awal fermentasi untuk pembentukan sel lebih cepat. Setelah sel yang terbentuk cukup, suasana anaerob akan terbentuk dengan sendirinya, sebab oksigen terlarut telah habis dikonsumsi dan timbul gas CO₂ yang terakumulasi mendukung suasana anaerob.

3. Substrat

Substrat (kadar gula) untuk menghasilkan alkohol optimal adalah 28%.

4. Air

Untuk proses fermentasi tidak diperlukan air dalam jumlah banyak, karena air akan menyebabkan tumbuh suburnya bakteri.

5. pH

⁸ Ibid. Hlm. 109.

⁹ E.Gumbira Said. 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi fermentasi*.(Jakarta : Penerbit PT. Mediatama Sarana Perkasa). Hlm. 269-271.

pH optimal untuk fermentasi alkohol adalah 4,0 – 4,5.

6. Waktu fermentasi

Biasanya proses fermentasi berlangsung selama 24-72 jam.

7. Ragi (inokulasi)

Jumlah ragi yang digunakan harus diperhatikan. Khamir yang ada dalam ragi harus mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah yang optimal.

Proses pembuatan alkohol secara fermentasi dari bahan yang mengandung karbohidrat berlangsung secara bertahap. Tahapan fermentasi merupakan tahap terjadinya hidrolisis terhadap bahan berpati menjadi gula sederhana melalui proses enzimatis serta diikuti perubahan gula menjadi alkohol.

Alkohol yang terbentuk merupakan hasil fermentasi gula oleh ragi (yeast). Tipe yeast yang biasa digunakan adalah *Saccharomyces Cerevisiae*. Konsentrasi gula yang cocok untuk fermentasi ini berkisar antara 10% - 12%, bila konsentrasi gula terlalu tinggi maka produksi alkoholnya juga tinggi.

Pemeraman yang dilakukan pada proses fermentasi bertujuan agar fermentasi dapat berlangsung sempurna. Pemeraman secara tradisional dilakukan dengan menggunakan bahan penutup alami seperti daun pisang. Akan tetapi dengan semakin berkembangnya teknologi, masyarakat juga sering menggunakan bahan penutup plastik pada saat pemeraman. Plastik dipilih karena bahan tersebut mudah didapat di pasaran, harga relatif murah, dan bersifat fleksibel. Bahan penutup juga telah mengalami perkembangan lagi yaitu seperti bahan penutup aluminium foil yang mempunyai pori-pori kecil akan tetapi mempunyai sifat

yang mudah dilekuk-lekuk sehingga lebih mudah berubah bentuk, tidak berasa dan tidak beracun, serta dapat menahan air dan gas. besar kecilnya pori-pori dan luas permukaan bahan penutup yang berbeda-beda dengan karakteristiknya masing-masing maka akan mempengaruhi kadar oksigen yang diperlukan pada proses fermentasi yang akhirnya akan mempengaruhi hasil fermentasi. fermentasi alkohol (etanol) terjadi pada kondisi anaerob dengan menggunakan khamir tertentu yang dapat mengubah glukosa menjadi alkohol, walaupun khamir sendiri bersifat aerob.

4. Analisis Kualitatif dan Analisis Kuantitatif terhadap Etanol

a. Analisis Kualitatif

1. Reaksi oksidasi

Mereaksikan alkohol dengan kalium bikromat dan asam sulfat pekat yang akan menghasilkan warna hijau dari ion Cr^{3+} dan bau spesifik dari asetaldehida.

2. Reaksi iodoform

Mereaksikan etanol, I_2 dan NaOH (NaI) yang akan membentuk endapan CHI_3 yang berwarna kuning dengan bau berkarakteristik.

b. Analisis Kuantitatif

1. Metode Asetilasi

Metode yang didasarkan pada pembentukan ester dari alkohol hasil fermentasi dengan menggunakan pengasetilat campuran asam asetat anhidrat dan dengan piridin dengan perbandingan 1 : 3.

2. Metode *Micro Conway Diffusion*

Metode ini didasarkan pada reaksi oksidasi alkohol oleh $K_2Cr_2O_7$ dengan cara difusi. Etanol yang dihasilkan dalam proses fermentasi akan dibebaskan oleh K_2CO_3 jenuh dalam unit *Conway* yang tertutup rapat, etanol ini kemudian mengalami reaksi oksidasi dengan $K_2Cr_2O_7$ asam. Prinsip metode *Micro Conway Diffusion* pada berbagai penetapan kadar alkohol adalah sebagai berikut :¹⁰Cuplikan direaksikan dengan K_2CO_3 jenuh di bagian tepi unit *Conway*, sementara unit *Conway* bagian tengah sudah diisi $K_2Cr_2O_7$ asam dan ditutup rapat. *Micro Conway* kemudian diinkubasi pada suhu 40° selama satu jam. Terjadi perubahan warna jingga menjadi hijau pada larutan yang berasal dari ion Cr^{3+} dalam garam kromium sulfat dan bau asetaldehid.

Larutan ini ditentukan absorbansinya pada panjang gelombang 480 nm. Melalui cara ini reaksi alkohol dengan $K_2Cr_2O_7$ menyebabkan jumlah kalium bikromat berkurang sesuai dengan banyaknya alkohol yang bereaksi. Pengurangan $K_2Cr_2O_7$ ditandai dengan berkurangnya absorbansi pada panjang gelombang 480 nm.¹¹Pengukuran larutan standar alkohol ditentukan dengan cara yang sama. Kadar alkohol dalam cuplikan ditentukan berdasarkan kurva standar.

3. Spektrofotometer Sinar Tampak

Prinsip Spektrofotometer didasarkan adanya interaksi dan energi radiasi elektromagnetik dengan zat kimia, hasil interaksi tersebut akan menimbulkan

¹⁰ Joko wiyono, Materi Training Kinetika Mikroba dan Fermentasi. (Yogyakarta : PHP FTP UGM. 1983). Hlm. 18.

¹¹ Slamet Sudarmadji. 1996. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan & Pertanian*. (Yogyakarta : Liberty). Hlm. 31.

peristiwa pemantulan, pembiasan, interferensi, difraksi, penyerapan (absorpsi), fluoresensi dan ionisasi.

Langkah-langkah dalam Spektrofotometer adalah sebagai berikut :¹²

- a. Penentuan panjang gelombang maksimum larutan alkohol standar.
- b. Penentuan waktu operasi yang menghasilkan serapan stabil.
- c. Penentuan kurva larutan alkohol standar :
 - 1) Penentuan absorbansi larutan alkohol standar
 - 2) Penentuan persamaan regresi larutan standar
 - a) Hubungan data absorbansi dan konsentrasi
 - b) Uji korelasi garis regresi larutan standar
 - c) Uji linearitas garis regresi
 - 3) Penentuan absorbansi larutan cuplikan
 - 4) Penentuan konsentrasi alkohol dalam cuplikan

Spektrofotometer didasarkan pada perbandingan intensitas sinar yang diserap oleh larutan standar dengan intensitas cahaya yang diserap larutan cuplikan. Pengukuran intensitas sinar cahaya yang diserap dilakukan dengan panjang gelombang sinar tampak. Seberkas sinar monokromatis yang melewati medium larutan berwarna, sebagian akan dipantulkan, diserap, sebagian akan diteruskan sehingga intensitas berkurang. Kecepatan berkurangnya intensitas terhadap medium sebanding dengan intensitas yang diteruskan. Kecepatan intensitas berkurangnya suatu zat dalam larutan

¹² Sarjono, Bambang Haryono. 1983. petunjuk penelitian pengendalian proses & mutu pengolahan pertanian. (Yogyakarta : PAU UGM). Hlm. 32.

sebanding dengan intensitas mula-mula. Pernyataan ini dinyatakan dalam persamaan matematika sebagai berikut :¹³

$$\frac{dl}{db} = -kIc$$

$$\int_{I_0}^{I_t} \frac{dl}{I} = -kc \int_a^b cdb$$

$$\ln \frac{I_t}{I_0} = -kbc$$

$$2,303 \log \frac{I_t}{I_0} = -kbc$$

$$\log \frac{I_t}{I_0} = \frac{-k}{2,303} bc = -\epsilon bc$$

Keterangan: I_0 : Intensitas sinar mula-mula

I_t : Intensitas sinar yang diteruskan

k : Tetapan

b : Tebal medium

c : Konsentrasi larutan (mol/L)

ϵ : Koefisien serapan molar (L/mol cm)

Jika konsentrasi dalam gram /L maka “ ϵ ” diganti dengan “ a ” atau serapan spesifik. Pengertian I_t/I_0 didefinisikan sebagai transmisi (T) yang merupakan fraksi dari kekuatan cahaya masuk yang ditransmisikan oleh cuplikan. Proses transmisi didefinisikan dengan $100 \times T$, sehingga didapat :

$\log T = -\epsilon bc$, merupakan absorbansi (A) atau kerapatan optik.

$-\log T = \epsilon bc = A$ (Hukum Beer)

Harga ϵ karakteristik untuk molekul atau ion penyerap dalam larutan tertentu dan panjang gelombang tertentu.

¹³ Harjono . sastro Hamidjaja. 2001. *Spektroskopi*. (Yogyakarta : Liberty). Hlm. 14-15.

B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Cahyani Dwi Astuti yang berjudul Analisis Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Berbagai Kulit Pisang Sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia SMA./MA kelas XII. Penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh perbedaan jenis substrat pada kadar alkohol kulit pisang hasil fermentasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Erni Damayanti (2002) yang berjudul Pengaruh Variasi Dosis Ragi Terhadap Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Pisang Tanduk. Penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan kadar alkohol terjadi karena pengaruh variasi dosis ragi yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fermentasi. Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian penentuan kadar alkohol pada fermentasi ubi kayu dan ubi jalar yang dipengaruhi oleh kadar oksigen dengan variasi bahan penutup yaitu daun pisang, plastik bening dan aluminium foil pada proses fermentasi.

C. Kerangka Berfikir

Proses perubahan kimia yang terjadi selama proses fermentasi tidak pernah lepas dari peran enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Fermentasi karbohidrat pada prinsipnya adalah penumbuhan mikroba yang menghasilkan enzim yang dapat merombak pati menjadi gula, yang kemudian dirombak menjadi alkohol. Alkohol kemudian dirombak menjadi asam asetat oleh enzim alkoholase yang akhirnya diubah menjadi CO_2 dan H_2O oleh enzim oksidase. Jadi selama proses fermentasi berlangsung telah terjadi perubahan-perubahan kimia yang disebabkan oleh

aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba yang ada dalam ragi.

Hasil-hasil fermentasi terutama tergantung pada jenis bahan pangan (substrat). Variasi jenis ubi yang digunakan yaitu ubi kayu dan ubi jalar. Ubi kayu merupakan sumber karbohidrat dan penghasil kalori terbesar dibandingkan tanaman lainnya termasuk ubi jalar. Faktor lain yang mempengaruhi hasil fermentasi antara lain adalah kadar oksigen yang dipengaruhi oleh bahan penutup pada proses fermentasi yaitu dari bahan daun pisang, plastik bening dan alumunium foil. Kadar oksigen yang cukup dan teratur akan menaikkan aktivitas khamir dan akibatnya kemampuan merombak pati menjadi alkohol semakin besar.

D. Hipotesis Penelitian

Dari kerangka berfikir tersebut maka dapat diketahui bahwa :

1. Ada pengaruh perbedaan jenis ubi, yaitu ubi kayu dan ubi jalar terhadap kadar alkohol hasil fermentasi ubi.
2. Ada pengaruh perbedaan jenis bahan penutup pada proses fermentasi, yaitu daun pisang, plastik bening dan alumunium foil terhadap kadar alkohol hasil fermentasi ubi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini adalah analisis kadar alkohol dari fermentasi ubi dengan metode *Micro Conway Diffusion* dilanjutkan dengan Spektrofotometer dari jenis ubi yang berbeda, yaitu ubi kayu dan ubi jalar dengan bahan penutup pada proses fermentasi yang berbeda yaitu dari bahan daun pisang, plastik bening dan aluminium foil. Data-data yang diperoleh kemudian diolah dengan analisis perbedaan menggunakan metode ANAVA Klasifikasi Ganda.

B. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel

1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah ubi kayu dan ubi jalar yang diambil dari Pasar Gowok Yogyakarta.

2. Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah cairan hasil fermentasi dari masing-masing 200 gr ubi kayu dan ubi jalar yang telah difermentasi dengan variasi bahan penutup yaitu daun pisang, plastik bening dan aluminium foil.

3. Teknik Pengambilan Sampel

Sampel diambil secara random atau acak sebanyak masing-masing 1 mL cairan fermentasi ubi kayu dan ubi jalar pada setiap jenis bahan penutup yang telah ditentukan.

C. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis ubi kayu dan variasi bahan penutup pada proses fermentasi. Variabel terikatnya adalah kadar alkohol yang dinyatakan dalam prosen (% b/v), yaitu berapa gram alkohol per 100 mL cairan hasil fermentasi ubi kayu dan ubi jalar.

D. Instrumen Penelitian

1. Alat yang digunakan :

- a. Peralatan gelas yang biasa digunakan di laboratorium kimia
- b. Neraca analitik
- c. Inkubator
- d. *Micro Conway Diffusion*
- e. Spektrofotometer sinar tampak merk *Thermo Spektronik*

2. Bahan yang digunakan :

- a. Ubi kayu dan Ubi jalar
- b. Ragi tape merk NKL
- c. Kristal K_2CO_3
- d. Larutan H_2SO_4 pekat
- e. Kristal $K_2Cr_2O_7$
- f. Etanol absolut
- g. Aquades
- h. Kantong plastik bening
- i. Daun pisang

- j. Alumunium foil

E. Metode Pengumpulan Data

1. Proses fermentasi ubi kayu dan ubi jalar

- a. Sebanyak 1 kg ubi kayu dan ubi jalar dikupas lalu dipotong-potong sesuai dengan ukuran yang diinginkan kemudian dicuci.
- b. Selama 1-2 jam direndam dalam air bersih lalu dikukus.
- c. Ubi kayu dan ubi jalar tersebut didinginkan dan dibagi menjadi 3 bagian sesuai bahan penutup yang digunakan masing-masing sebanyak 200 gram.
- d. Ragi dimasukkan hingga rata di atas ubi kayu dan ubi jalar pada masing-masing bahan penutup.
- e. Diperam selama $\pm$ 3 hari 3 malam.
- f. Setelah difermentasi kemudian diperas dan diambil cairannya untuk selanjutnya dianalisis.
- g. Sampel dibuat sebanyak 3 kali.

2. Pembuatan Pereaksi

- a. Larutan K_2CO_3 jenuh

Diambil 300 mL aquades ditambah 465 gram kristal K_2CO_3 , diaduk dan dipanaskan sampai mendidih. Selanjutnya didinginkan, disaring, dan dimasukkan kedalam botol.

- b. Larutan K_2CrO_7

Dilarutkan 5,904 gram kristal K_2CrO_7 dalam labu takar 100 mL, ditambahkan aquades sampai tanda. Disimpan beberapa menit dalam lemari es kemudian dipindahkan dalam labu takar 1 L. Ditambahkan 278 mL H_2SO_4 secara perlahan. Langkah terakhir adalah menambahkan aquades sampai tanda.

c. Pembuatan larutan blanko

Larutan blanko dibuat dengan cara mengambil 1 mL larutan K_2CO_3 jenuh ditambah 1 mL larutan K_2CrO_7 asam. Diencerkan menjadi 10 mL dengan aquades.

d. Pembuatan larutan standar

Larutan standar dibuat dengan pengenceran etanol absolut hingga diperoleh konsentrasi 0,025 %; 0,050%; 0,075%; 0,1%.

e. Pembuatan larutan cuplikan

Diambil 1 mL cairan hasil fermentasi ubi kayu dan ubi jalar dengan variasi bahan penutup daun pisang, plastik bening dan aluminium foil. Cairan tersebut kemudian diencerkan dengan aquades pada labu takar 100 mL.

3. Analisis Kualitatif

Analisis terhadap alkohol secara kualitatif digunakan tes oksidasi sebagai berikut :

Diambil 1 mL cairan fermentasi, direaksikan dengan K_2CO_3 jenuh 1 mL dalam unit Conway yang bagian tengahnya sudah berisi 1 mL K_2CrO_7 asam dan ditutup rapat. Diinkubasi selama 1- 2 jam pada suhu $40^\circ C$ dan akan terbentuk larutan berwarna hijau dan bau asetaldehida.

4. Analisis Kuantitatif

Banyaknya etanol yang terdapat dalam cairan hasil fermentasi dapat ditentukan dengan metode *Micro Conway Diffusion* dilanjutkan dengan spektrofotometer. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

a. Penentuan panjang gelombang maksimal larutan standar

Alkohol standar yang digunakan adalah konsentrasi 0,025% v/v setelah larutan standar ini diperlakukan sama seperti langkah 3, maka dilanjutkan dengan langkah sebagai berikut :

- 1) Larutan yang ada di tengah *Conway* dipipet kemudian dibilas dengan aquades, diencerkan sampai 10 mL.
- 2) Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400 – 500 nm dan dicari panjang gelombang yang memberikan serapan maksimum. Pada penelitian ini panjang gelombang yang memberikan serapan maksimum adalah 480 nm.

b. Penentuan kurva larutan standar alkohol

1) Penentuan serapan larutan standar

Diambil 1 mL larutan standar yang telah diuji kualitatif dan telah diperlakukan sama seperti langkah a, kemudian dilakukan pada panjang gelombang maksimum.

2) Penentuan persamaan garis regresi kurva standar

a) Hubungan data absorbansi dan konsentrasi

Data yang diperoleh dari spektrofotometer adalah absorbansi dari beberapa konsentrasi larutan standar. Berdasarkan data tersebut dapat

dibuat kurva hubungan antara absorbansi dan konsentrasi. Kurva berupa garis lurus yang disebut dengan garis regresi. Persamaan garis regresi dengan 1 variabel dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y = ax + b$$

Dengan ketentuan :

$$a = \frac{\sum xy}{\sum X^2}$$

$$y = Y - \bar{Y}$$

$$x = X - \bar{X}$$

$$\sum xy = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N}$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N}$$

Keterangan :

X = Konsentrasi etanol

Y = Absorbansi

a = Koefisien arah

b = Intersep

b) Uji korelasi garis regresi larutan standar

Untuk menentukan sinifikasi hubungan antara absorbansi dan konsentrasi dari larutan etanol standar, diuji dengan rumus korelasi produk moment sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum X^2)(\sum Y^2)}}$$

Harga r produk moment dikonsultasikan dengan harga r tabel pada taraf signifikansi 1%, jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka ada korelasi yang signifikan antara absorbansi dengan konsentrasi.

c) Uji linearitas garis regresi

Linearitas suatu garis regresi dapat di uji dengan uji F sebagai berikut :

Tabel 3. rangkuman rumus ANAREK

Sumber variasi	dB	JK	RK	Freg
Regresi (reg)	1	$\frac{(\sum xy)^2}{\sum X^2}$	$\frac{Jkreg}{dBreg}$	$\frac{Rkreg}{Rkres}$
Residu	N-2	$\sum y^2 - (\sum xy)^2$	$\frac{Jkres}{dBres}$	
Total	N-1	Y^2		

Harga Freg yang diperoleh dikonsultasikan dengan Ftebel, jika F hitung > F tabel pada taraf signifikansi 1% berarti persamaan garis linear, dan jika F hitung < F tabel berarti tidak linear.

3) Penentuan kadar alkohol dalam cuplikan

a) Penentuan absorbansi cuplikan

Larutan cuplikan yang telah diperlakukan seperti langkah 1. diencerkan dengan aquades sampai 10 mL. Larutan ini diukur absorbansinya pada panjang gelombang 480 nm.

b) Penentuan kadar etanol dalam cuplikan

Data serapan larutan cuplikan yang diperoleh dari pengukuran (Ax)

didistribusikan kedalam persamaan $Y = a X + b$ sehingga konsentrasi alkohol dalam cairan hasil fermentasi ubi kayu dapat ditentukan sebagai berikut :

$$Y = ax + b$$

$$Ax = aX + b$$

$$X = \frac{Ax - b}{a}$$

Keterangan :

X = Konsentrasi etanol

Y = Ax = Absorbansi

a = Koefisien arah

b = Intersep

Penentuan kadar etanol % b/v dalam cuplikan dihitung dengan memperhatikan faktor pengenceran dan densitas etanol dengan rumus sebagai berikut :

$$W = X \%v/v \cdot fp \cdot \rho C_2H_5OH$$

Keterangan :

W = kadar etanol (% b/v)

X = Konsentrasi larutan cuplikan (% v/v)

fp = Faktor pengenceran

ρC_2H_5OH = densitas etanol (0,789 g/mL)

F. Teknik Analisis Data

1. Penyajian Data

a. Fermentasi ubi kayu dan ubi jalar

Setelah proses fermentasi selama 3 hari dengan variasi jenis ubi yaitu ubi kayu dan ubi jalar serta variasi bahan penutup pada proses fermentasi yaitu daun pisang, plastik bening dan alumunium foil dan melalui tahapan proses, dapat diamati beberapa hal seperti yang dapat diperiksa pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Data hasil fermentasi ubi

No.	Jenis ubi	Bahan penutup	Pengamatan	Rasa (manis)
1	Ubi kayu	Plastik bening	bau tape,ada banyak cairan	++
		Alumunium foil	bau tape,ada cairan	+++
		Daun pisang	bau tape,ada cairan	++++
2	Ubi jalar	Plastik bening	bau tape,ada banyak cairan	+
		Alumunium foil	bau tape,ada cairan	++
		Daun pisang	bau tape,ada cairan	+++

b. Penentuan kurva larutan alkohol standar

1) Penentuan absorbansi larutan standar

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data absorbansi larutan alkohol standar sebagai berikut:

Tabel 5. Data absorbansi K_2CrO_7 sisa hasil reaksi K_2CrO_7 dengan larutan standar

No.	Konsentrasi (% v/v)	Absorbansi
1.	0,000	0,480
2.	0,025	0,390
3.	0,050	0,290
4.	0,075	0,180
5.	0,100	0,030

Absorbansi yang terukur adalah absorbansi $K_2Cr_2O_7$ sisa hasil reaksi larutan standar dengan Absorbansi Cr^{3+} sebanding dengan absorbansi alkohol. Pada penelitian ini diperoleh data absorbansi yang semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi larutan standar. Hal ini bertentangan dengan hukum Lambert-Beer. Untuk memenuhi hukum Lambert-Beer maka secara tidak langsung dapat diperoleh hubungan antara Cr^{3+} dengan konsentrasi larutan standar yang berbanding lurus. Perhitungan dapat dilihat pada lampiran 2.

2) Penentuan Persamaan Garis Regresi Larutan Standar

Hubungan antara absorbansi dan konsentrasi larutan standar dinyatakan dengan persamaan $Y = aX + b$. Dari hasil perhitungan pada lampiran 3, didapatkan persamaan garis linear larutan standar adalah $Y = 4,44X + 0,016$.

3) Uji korelasi garis regresi larutan standar

Koefisien korelasi garis regresi larutan standar adalah $r_{xy} = 0,9895$, berharga lebih besar dibanding r tabel = 0,959. Hal ini menunjukkan bahwa ada korelasi yang signifikan antara absorbansi dan konsentrasi. Grafik hubungan absorbansi dan konsentrasi larutan standar dapat

diperiksa pada lampiran 4. Perhitungan dapat diperiksa pada lampiran 3.

4) Uji linearitas garis regresi larutan standar

Garis regresi yang diperoleh kemudian diuji kelinearannya. Hasil perhitungan pada lampiran 3 diperoleh F_0 (F hitung) = 2464 > F tabel = 98,49 pada taraf signifikansi 1 % dan db (1,2). Berarti persamaan garis regresi memenuhi persyaratan linearitas dan dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan cuplikan.

c. Penentuan kadar alkohol dalam cuplikan

1) Penentuan absorbansi larutan cuplikan

Dari hasil penelitian didapatkan data absorbansi larutan cuplikan yang disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Data absorbansi K_2CrO_7 sisa hasil reaksi K_2CrO_7 dengan larutan cuplikan

No. cuplikan	Jenis ubi	Bahan penutup	Absorbansi
A1	Ubi kayu	Plastik bening	0,190
A2			0,175
A3			0,190
B1	Ubi kayu	Alumunium foil	0,170
B2			0,165
B3			0,165
C1	Ubi kayu	Daun pisang	0,120
C2			0,120
C3			0,122
D1	Ubi jalar	Plastik bening	0,200
D2			0,230
D3			0,200
E1	Ubi jalar	Alumunium foil	0,180
E2			0,175
E3			0,175
F1	Ubi jalar	Daun pisang	0,150
F2			0,160
F3			0,150

2) Penentuan kadar alkohol dalam cuplikan

Konsentrasi alkohol dalam cuplikan dapat diperoleh dengan memasukkan harga absorbansi larutan cuplikan kedalam persamaan regresi larutan standar etanol. Perhitungan dapat dilihat pada lampiran 5. Banyaknya alkohol (etanol) dalam ubi hasil fermentasi diperoleh dengan mengalikan konsentrasi dengan faktor pengenceran dan berat jenis etanol.

Tabel 7. Rerata kadar alkohol hasil fermentasi ubi dalam berbagai variasi bahan penutup

No. cuplikan	Jenis ubi	Bahan penutup	Kadar alkohol (% b/v)	Rerata kadar alkohol (% b/v)
A1 A2 A3	Ubi kayu	Plastik putih	5,436 5,689 5,436	5,520
B1 B2 B3	Ubi kayu	Alumunium foil	5,791 5,878 5,878	5,849
C1 C2 C3	Ubi kayu	Daun pisang	6,683 6,683 6,643	6,670
D1 D2 D3	Ubi jalar	Plastik putih	5,263 4,734 5,263	5,087
E1 E2 E3	Ubi jalar	Alumunium foil	5,618 5,704 5,704	5,675
F1 F2 F3	Ubi jalar	Daun pisang	6,146 5,972 6,146	6,088

Untuk menunjukkan hasil akhir kadar etanol rata-rata, dilanjutkan dengan uji ketangguhan. Perhitungan dan hasilnya dapat diperiksa pada lampiran 7.

2. Analisis Data Penelitian

Data kuantitatif yang diperoleh yaitu kadar alkohol hasil fermentasi ubi kayu dan ubi jalar. Teknik analisisnya adalah membandingkan rata-rata berat kadar alkohol.. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan kadar alkohol hasil fermentasi ubi kayu dengan ubi jalar dan variasi bahan penutup pada proses fermentasi dilakukan Analisis Varian Klasifikasi Ganda dengan rumus yang disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Rumus Analisis Varian (ANOVA) Klasifikasi Ganda

Sumber variasi	dk	Jumlah kuadrat
Antar kolom	$k - 1$	$JK_{(kolom)} = \sum \frac{(\sum X_{kol})^2}{n_k} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$
Antar baris	$b - 1$	$JK_{(baris)} = \sum \frac{(\sum X_{brs})^2}{n_{brs}} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$
Interaksi (kolom x baris)	$dk_k \times dk_b$	$JK_{(bagian)} = \sum \frac{(\sum X_{bag1})^2}{n_{bag1}} + \frac{(\sum X_{bag2})^2}{n_{bag2}} + \dots + \frac{(\sum X_{bag_n})^2}{n_{bag_n}} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$
Dalam	$(N - k.b)$	$JK_{(dalam)} = JK_{(tot)} - (JK_{(kolom)} + JK_{(baris)} + JK_{(interaksi)})$
total	$(N - 1)$	

1. Jika $F_{kolom} > F_{tabel}$

Berarti terdapat perbedaan yang signifikan antar kolom.

2. Jika $F_{baris} > F_{tabel}$

Berarti terdapat perbedaan yang signifikan antar baris.

3. Jika $F_{interaksi} > F_{tabel}$

Berarti ada interaksi antara (kolom x baris)

Apabila setelah dilakukan analisa tersebut diperoleh perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji lanjut dengan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) untuk membandingkan rerata perlakuan yang satu dengan rerata perlakuan yang lain.

Ternyata setelah dilakukan analisa tersebut diperoleh perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji lebih lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Untuk hasil Uji ANAVA Klasifikasi Ganda dan Uji DMRT dapat dilihat pada lampiran 8.

G. Tempat dan Waktu Penelitian

Proses pembuatan tape ubi meliputi pengupasan, pencucian, pengukusan, peragian dan pemeraman serta pengukuran kadar alkohol dilakukan di Laboratorium Kimia CV. Chem-mix Pratama Yogyakarta yang beralamat di Kretek, Jambidan, Banguntapan, Bantul Yogyakarta. Pelaksanaan penelitian skripsi ini berlangsung pada tanggal 01 – 07 Desember 2008.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Dalam menentukan kadar alkohol diawali dengan melakukan uji kualitatif, yaitu uji untuk mengetahui ada tidaknya alkohol dalam suatu zat. Uji ini dilakukan dengan menggunakan *Micro Conway Diffusion*. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi warna yang umum untuk gugus alkohol(etanol). Reaksi positif ditandai dengan terbentuknya warna hijau Cr^{3+} dalam unit *Conway*.

Reaksinya :



Hasil analisis kuantitatif didapatkan rerata kadar alkohol dengan jenis ubi dan bahan penutup yang digunakan pada proses fermentasi. Dari hasil perhitungan pada lampiran 5, didapatkan kadar alkohol sebagai berikut :

Tabel 9. Kadar alkohol (% b/v)

Jenis ubi	Bahan penutup	Rerata kadar alkohol (% b/v)
Ubi kayu	Plastik putih	5,520
	Alumunium foil	5,849
	Daun pisang	6,670
Ubi jalar	Plastik putih	5,087
	Alumunium foil	5,675
	Daun pisang	6,088

Hasil di atas menunjukkan bahwa jenis ubi dan variasi bahan penutup pada proses fermentasi menghasilkan kadar alkohol yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh bahan penutup yang digunakan pada saat proses fermentasi terhadap kadar alkohol tape ubi. Pengaruhnya yaitu kadar

alkohol ubi paling tinggi adalah dengan bahan penutup daun pisang, dan yang paling rendah pada bahan penutup plastik bening.

Pengaruh jenis ubi dan bahan penutup terhadap kadar alkohol, hasil data yang diperoleh dianalisis dengan ANAVA Klasifikasi Ganda. Masing-masing variabel memberikan beda nyata setelah di uji dengan ANAVA Klasifikasi Ganda.

Dari hasil Analisis Varian Klasifikasi ganda dengan perhitungan yang terdapat pada lampiran 8, maka diperoleh data sebagai berikut :

Berdasarkan perhitungan diperoleh hasil :

1. Untuk kolom (variasi bahan penutup), harga F_{hitung} 127,727 ternyata lebih besar dari F_{tabel} . Maka berarti terdapat perbedaan yang signifikan antar kolom.
2. Untuk baris (jenis ubi), harga F_{hitung} 27,677 ternyata lebih besar dari F_{tabel} . Maka berarti terdapat perbedaan yang signifikan antar baris, berarti terdapat perbedaan kadar alkohol yang sangat besar berdasarkan jenis bahan penutup, berarti terdapat perbedaan alkohol berdasarkan jenis ubi namun tidak sebesar kadar alkohol berdasarkan variasi bahan penutup.
3. Untuk interaksi (kolom x baris/variasi bahan penutup x jenis ubi), harga F_{hitung} 4,091 ternyata lebih besar dari F_{tabel} . Maka berarti ada interaksi antara (kolom x baris).

Sehingga untuk mengendalikan kadar alkohol, sebaiknya berdasarkan variasi bahan penutup. Selanjutnya dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 1 %. Hasilnya dapat dilihat pada lampiran 8.

Uji ANAVA Klasifikasi Ganda yang dilanjutkan dengan uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan kadar alkohol dalam sampel. Dari uji ini

diketahui bahwa daun pisang yang digunakan sebagai bahan penutup pada proses fermentasi mampu menghasilkan alkohol yang mempunyai kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar alkohol ubi hasil fermentasi dengan bahan penutup plastik bening dan alumunium foil. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa daun pisang merupakan bahan penutup yang baik untuk menghasilkan kadar alkohol paling tinggi dan tape berkualitas baik. Sebaliknya plastik bening, meskipun dapat digunakan sebagai bahan penutup pada proses fermentasi akan tetapi menghasilkan kadar alkohol paling rendah. Hal ini dikarenakan daun pisang mempunyai pori-pori udara yang lebih luas dan teratur sehingga kadar oksigen yang diperlukan pada awal proses fermentasi (enzimase) dapat dipenuhi. Khamir dapat tumbuh dengan memerlukan oksigen (aerob) sehingga hal tersebut berpengaruh pada pembentukan enzim yang dibutuhkan pada awal proses fermentasi dan akhirnya mempengaruhi hasil fermentasi.

Apabila dilihat dari hasil penelitian di atas kadar alkohol pada ubi kayu hasil fermentasi lebih besar dibandingkan kadar alkohol pada ubi jalar hasil fermentasi. Hal ini dikarenakan ubi kayu yang merupakan sumber kalori terbesar mempunyai kandungan gula yang lebih tinggi dibandingkan dengan ubi jalar. Oleh karena itu dianjurkan untuk menggunakan ubi kayu dengan bahan penutup daun pisang pada proses fermentasi karena menghasilkan tape yang lebih berkualitas baik dari segi teknologi pengawetan dan teknologi fermentasi industri/produksi. Hal ini dibuktikan dengan ubi kayu hasil fermentasi dengan bahan penutup daun pisang mempunyai rasa yang lebih manis dan kadar alkohol paling tinggi.

B. Pembahasan

1. Proses Fermentasi Ubi

Hasil uji alkohol menunjukkan bahwa tape ubi kayu dan ubi jalar mengandung alkohol. Agar proses fermentasi berjalan optimal, bahan-bahan tersebut perlu diawali dengan perlakuan pendahuluan sebelum masuk dalam proses fermentasi. Perlakuan pendahuluan meliputi pengupasan, pencucian, dan pengukusan.

Tahapan dalam proses fermentasi diawali dengan pengupasan kulit ubi karena yang akan digunakan sebagai substrat adalah daging ubi saja. Daging ubi harus bersih, bebas dari kotoran (tanah) dan tidak rusak, untuk itu dilakukan pencucian yang dimaksudkan agar kotoran yang melekat pada daging ubi dapat hilang bersama air.

Proses pengukusan bertujuan untuk membunuh bakteri-bakteri kontaminan, dan membebaskan senyawa-senyawa dalam daging yang diperlukan untuk pertumbuhan khamir. Pendinginan bertujuan untuk menurunkan suhu daging ubi sampai sesuai dengan kondisi pertumbuhan khamir.

Inokulasi (peragian) pada pembuatan tape dapat dilakukan menggunakan ragi tape NKL. Pencampuran dimaksudkan agar inokulun tesebar secara merata pada daging ubi agar semua bahan dapat mengalami fermentasi secara merata.

Pemeraman dilakukan selama 72 jam. Selama pemeraman, terjadi perubahan komponen-komponen dalam daging ubi. Persyaratan tempat yang digunakan untuk pemeraman adalah kelembaban, kebutuhan oksigen, dan suhu yang sesuai dengan pertumbuhan khamir. Pada penelitian ini kadar oksigen

dikendalikan dengan variasi bahan penutup yang digunakan pada saat pemeraman (proses fermentasi berlangsung). Bahan penutup yang digunakan untuk fermentasi secara tradisional yaitu daun pisang, selanjutnya dikembangkan penggunaan plastik bening dan aluminium foil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar alkohol dari ubi yang difermentasi dengan bahan penutup daun pisang adalah yang paling tinggi. Dan yang paling rendah adalah kadar alkohol ubi yang difermentasi dengan bahan penutup plastik bening. Hal ini dapat ditunjukkan pada profil kadar alkohol ubi selama proses fermentasi yang dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 58.

Tinggi rendahnya kadar alkohol yang dihasilkan setelah proses fermentasi berhubungan dengan adanya jumlah khamir yang ada, terjadinya pertumbuhan khamir berhubungan dengan aktifitas enzim amilase yang mengubah pati menjadi maltosa, dan dengan enzim maltase, maltosa akan dihidrolisis menjadi glukosa. Proses ini merupakan proses pendahuluan yang memerlukan oksigen (aerob). Tahap selanjutnya adalah pembentukan alkohol yang prosesnya tidak memerlukan oksigen (anaerob). Jumlah enzim yang diproduksi pada awal proses fermentasi akan berbeda tergantung kadar oksigen yang digunakan, hal ini dipengaruhi oleh bahan penutup yang digunakan pada proses fermentasi. Hal ini akan mempengaruhi alkohol yang dihasilkan setelah fermentasi.

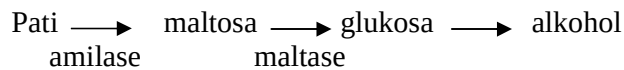
Hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa fermentasi yang optimal adalah ubi dengan bahan penutup daun pisang pada proses fermentasi, dan lebih berkualitas karena rasanya lebih manis. Hal ini dikarenakan daun pisang mempunyai pori-pori lebih luas dan teratur sehingga pertumbuhan enzim yang

diperlukan pada saat sakarifikasi juga lebih optimal. Rasa manis juga dipengaruhi oleh kadar gula yang terdapat pada tape tersebut, hal ini dapat diketahui dari tape ubi kayu yang rasanya lebih manis dibandingkan dengan tape ubi jalar karena ubi kayu mempunyai kadar gula yang lebih tinggi dibandingkan ubi jalar.

Pada ubi yang difermentasi dengan bahan penutup plastik bening mempunyai kadar alkohol yang paling rendah disebabkan oleh tidak optimalnya oksigen yang diperlukan pada awal proses fermentasi sehingga pertumbuhan enzim pada awal proses fermentasi juga tidak dapat tumbuh secara optimal. Karena oksigen yang digunakan untuk membantu pertumbuhan enzim harus dapat mengalir dengan kecepatan yang lambat dan homogen. Sedangkan pada bahan penutup plastik bening, oksigen yang ada pada saat awal penutupan akan tertahan di dalam. Hal ini dikarenakan sifat plastik yang cukup kuat dan kurang baik untuk gas-gas seperti oksigen dan uap air. Sehingga ketika proses sakarifikasi dalam suasana aerob berakhir yaitu dengan terbentuknya glukosa, maka akan terbentuk suasana anaerob dengan sendirinya sebab oksigen terlarut telah habis dikonsumsi dan timbul gas CO_2 yang terakumulasi mendukung suasana anaerob. Hal ini mengakibatkan timbulnya uap air yang tertahan di dalam bahan penutup sehingga air yang terkandung juga lebih banyak. Hal ini mengakibatkan tape hasil fermentasi mempunyai rasa yang kurang manis dan kadar alkohol yang paling rendah, karena air yang berlebihan akan merusak tape dan senyawa hasil fermentasi. Plastik bening yang digunakan pada saat proses fermentasi ubi tidak dilubangi karena aliran udara yang terlalu cepat akan merusak pertumbuhan khamir.

Pada ubi yang difermentasi dengan bahan penutup alumunium foil mempunyai kadar alkohol yang lebih rendah dari ubi yang difermentasi dengan daun pisang, akan tetapi lebih tinggi dari ubi yang difermentasi dengan bahan penutup plastik bening, padahal diketahui bahwa pori-pori alumunium foil paling kecil dan bersifat kedap udara akan tetapi dari keelastisannya alumunium foil lebih mudah sobek. Hal ini mengakibatkan oksigen yang ada pada saat awal penutupan tidak sepenuhnya tertahan di dalam karena bahan penutup yang sobek dengan sendirinya saat ditekuk. Sehingga laju oksigen yang diperlukan pada awal proses fermentasi dapat mengalir meskipun kurang optimal karena oksigen yang keluar masuk tidak homogen dan tidak teratur.

Selama fermentasi terjadi perubahan komponen-komponen dalam ubi dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh ragi. Dengan proses seperti di bawah ini :



2. Analisa Hasil Fermentasi Ubi

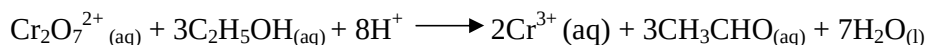
Penentuan kadar alkohol dengan *Micro Conway Diffusion* yang dilanjutkan dengan spektrofotometer (pada penelitian ini digunakan Thermo Spektronik) dengan pertimbangan cara ini tidak memakan waktu lama dan menggunakan pereaksi yang tidak terlalu banyak.

Micro Conway Diffusion diinkubasi selama 1 jam dalam oven menggunakan suhu 40°C. Selama proses inkubasi terjadi beberapa reaksi. Pada tepi Conway, alkohol akan memberikan hasil samping berupa gas CO₂ dan air

sehingga terjadi reaksi :



Selain itu alkohol yang terdapat di tepi Conway pun akan menguap akibat suhu Conway yang 40°C, dan menuju ke tengah unit Conway yang mengandung $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ asam sehingga terjadi reaksi :



Reaksi yang terjadi selama proses pada unit *Micro Conway Diffusion* menghasilkan asetaldehida dan larutan berwarna hijau dari ion Cr^{3+} . Reaksi ini dilakukan dalam unit *Micro Conway Diffusion*, agar reaksi tidak berlanjut menghasilkan asam asetat yang dapat mengganggu penentuan absorbansi cuplikan.

Tahap selanjutnya adalah penentuan absorbansi alkohol cuplikan dengan alat *Thermo spektronik* dengan metode spektrofotometri. Absorbansi yang terukur adalah absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi larutan cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah bereaksi di bagian tengah unit *Conway*. Reaksi alkohol dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ asam pada unit *Micro Conway Diffusion* menyebabkan jumlah $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ berkurang sesuai dengan banyaknya alkohol yang bereaksi. Pengurangan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ditandai dengan berkurangnya absorbansi yang diukur pada panjang gelombang 480 nm. Semakin besar absorbansi maka semakin rendah kadar alkohol yang terdapat dalam sampel. Dan sebaliknya, semakin kecil absorbansi maka semakin tinggi kadar alkohol yang terdapat dalam sampel. Hal ini terbukti dari data yang diperoleh yaitu sampel dengan absorbansi terkecil mempunyai kadar alkohol tertinggi, yaitu ubi kayu yang difermentasi dengan bahan penutup daun pisang yang mempunyai kadar $6,670 \pm 0,231$ % b/v. Dan sampel dengan absorbansi

terbesar mempunyai kadar alkohol tertinggi yaitu ubi jalar yang difermentasi dengan bahan penutup plastik bening yang mempunyai kadar $5,087 \pm 0,305$ % b/v.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Kadar alkohol ubi kayu dengan bahan penutup plastik bening, alumunium foil dan daun pisang berturut-turut adalah $5,520 \pm 0,119$ % b/v; $5,849 \pm 0,292$ % b/v; $6,670 \pm 0,231$ % b/v.
2. Kadar alkohol ubi jalar dengan bahan penutup plastik bening, alumunium foil dan daun pisang berturut-turut adalah $5,087 \pm 0,305$ % b/v; $5,675 \pm 0,293$ % b/v; $6,088 \pm 0,141$ % b/v.
3. Terdapat pengaruh bahan penutup dan jenis ubi terhadap kadar alkohol hasil fermentasi ubi pada taraf signifikansi 1 %.

B. Saran-saran

1. Bagi para peneliti selanjutnya, perlu diteliti kadar alkohol dengan perbedaan jenis bahan baku.
2. Dapat juga diteliti tentang faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi alkohol ubi kayu dan ubi jalar seperti pH, suhu, waktu fermentasi dan kadar ragi.

C. Penutup

Demikian penulisan skripsi ini, semoga dapat diambil manfaatnya.

Daftar Pustaka

- E. Gumbira Said, 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*. (Jakarta : PT. Mediyatama Sarana Perkasa)
- FG. Winarno dkk. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. (Jakarta : PT. Gramedia).
- Gatot Priyanto.1988. *Teknik Pengawetan Pangan*. (Yogyakarta : Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi UGM).
- Harjono . sastro Hamidjaja. 2001. *Spektroskopi*. (Yogyakarta : Liberty).
- Joko wiyono, *Materi Training Kinetika Mikroba dan Fermentasi*. (Yogyakarta : PHP FTP UGM. 1983).
- Rahmat Rukmana. 1997. *Ubi Jalar Budi Daya dan Paskapanen*. (Yogyakarta : Penerbit Kanisius)
- Rahmat Rukmana. 1997. *Ubi kayu Budi Daya dan Paskapanen*. (Yogyakarta : Penerbit Kanisius)
- Rama Prihandana, dkk. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. (Jakarta : Argo Media).
- Sarjono, Bambang Haryono. 1983. *petunjuk penelitian pengendalian proses & mutu pengolahan pertanian*. (Yogyakarta : PAU UGM).
- Slamet Sudarmadji. 1996. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan & Pertanian*. (Yogyakarta : Liberty).
- www.pikiran rakyat.com. 24 Juni 2004.

lampiran-lampiran

Lampiran 1

PEMBUATAN LARUTAN STANDAR

Etanol yang digunakan untuk membuat larutan standar pada penelitian ini adalah etanol absolut yang diencerkan sehingga diperoleh etanol dengan kadar 25%. Langkah – langkah pembuatan larutan standar adalah :

1. Etanol dengan kadar 25% diambil 1 mL dan diencerkan menjadi 100 mL sehingga didapatkan konsentrasi (X) :

$$25 \% \times 1 \text{ mL} = X \cdot 100 \text{ mL}$$

$$X = 0,25 \%$$

2. Etanol dengan kadar 0,25 % diambil berturut – turut 1, 2, 3, dan 4 mL.

Masing – masing etanol tersebut diencerkan menjadi 10 mL, sehingga konsentrasinya menjadi :

$$0,25 \% \times 1 \text{ mL} = X \cdot 10 \text{ mL}$$

$$X = 0,025 \%$$

Dengan perhitungan yang sama untuk masing – masing alkohol diperoleh konsentrasi seperti pada tabel berikut :

Tabel 10. Data pembuatan larutan standar

No.	Volume Alkohol (mL)	Konsentrasi Alkohol (% v/v)
1.	1	0,025
2.	2	0,050
3.	3	0,075
4.	4	0,100

Lampiran 2

PENENTUAN ABSORBANSI Cr^{3+} HASIL REAKSI LARUTAN ALKOHOL STANDAR DENGAN $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Absorbansi yang terukur adalah absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi larutan standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, absorbansi alkohol setara dengan absorbansi Cr^{3+} ditentukan dengan rumus :

$$A = A_0 - A_k$$

Keterangan :

A = Absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi larutan alkohol standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

A_0 = Absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi larutan alkohol standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada konsentrasi larutan standar 0 % v/v.

A_k = Absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi larutan alkohol standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada konsentrasi larutan standar tertentu.

Dengan menggunakan data dari tabel 5 diperoleh absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi larutan alkohol standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada konsentrasi alkohol 0,025 % v/v sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= A_0 - A_k \\ &= 0,480 - 0,390 \\ &= 0,090 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk masing-masing larutan standar diperoleh absorbansi Cr^{3+} (setara dengan absorbansi alkohol) hasil reaksi larutan standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ seperti pada tabel berikut :

Data absorbansi Cr^{3+} (setara dengan absorbansi alkohol) hasil reaksi larutan standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Tabel 11. Data absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi larutan standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

No.	Konsentrasi (% v/v)	Absorbansi
1.	0,000	0,000
2	0,025	0,090
3.	0,050	0,190
4.	0,075	0,300
5.	0,100	0,450

Lampiran 3

PEMBUATAN KURVA LARUTAN STANDAR

Tabel 13. Data statistik dasar larutan standar

No.	X	Y	X ²	Y ²	XY
1.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2.	0,025	0,09	0,000625	0,0081	0,00225
3.	0,050	0,19	0,002500	0,0361	0,00950
4.	0,075	0,30	0,005625	0,0900	0,02250
5.	0,100	0,45	0,010000	0,2025	0,04500
Σ	0,250	1,03	0,01875	0,3367	0,07925

$$X = 0,05$$

$$Y = 0,206$$

A. Penentuan Persamaan Garis Regresi Larutan Standar

Dengan menggunakan data statistik dasar di atas dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Sigma xy &= \Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{N} \\ &= 0,07925 - \frac{(0,250)(1,03)}{5} \\ &= 0,02775\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma x^2 &= \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{N} \\ &= 0,01875 - \frac{(0,250)^2}{5} \\ &= 0,00625\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma y^2 &= \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{N} \\ &= 0,3367 - \frac{(1,03)^2}{5} \\ &= 0,1247\end{aligned}$$

Dengan menggunakan harga-harga di atas, maka harga “a” dapat dihitung;

$$a = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,02775}{0,00625} \\
 &= 4,44
 \end{aligned}$$

Sehingga persamaan garis regresi linear standarnya :

$$Y = 4,44 X$$

$$Y - Y = 4,44(X - X)$$

$$Y - 0,206 = 4,44 (X - 0,05)$$

$$Y = 4,44 X - 0,016$$

B. Penentuan Koefisien Korelasi Standar

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \\
 &= \frac{0,02775}{\sqrt{(0,00625)(0,1247)}} \\
 &= 0,9895
 \end{aligned}$$

Harga r tabel pada taraf signifikansi 1 % dan N = 5 adalah 0,959. harga

r_{xy} hitung > r tabel, berarti X dan Y mempunyai korelasi yang signifikan. Jadi persamaan garis regresi yang dapat digunakan untuk meramalkan konsentrasi larutan cuplikan.

C. Uji Linearitas Garis Regresi

$$\begin{aligned}
 Jk_{reg} &= \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2} \\
 &= \frac{(0,02775)^2}{0,00625} \\
 &= 0,1232 \\
 db_{reg} &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Jk_{res} &= \frac{\sum y^2 - (\sum xy)^2}{\sum x^2} \\
 &= 0,1247 - \frac{(0,02775)^2}{0,00625} \\
 &= 0,0015
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 db_{res} &= N - 2 \\
 &= 5 - 2 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rk_{reg} &= \frac{Jk_{reg}}{db_{reg}} \\
 &= \frac{0,1232}{1} \\
 &= 0,1232
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rk_{res} &= \frac{Jk_{res}}{db_{res}} \\
 &= \frac{0,0015}{3} \\
 &= 0,00005
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_o &= \frac{Rk_{reg}}{Rk_{res}} \\
 &= \frac{0,1232}{0,00005} \\
 &= 2464
 \end{aligned}$$

F_t dengan taraf signifikansi 1 % dengan db (1,2) = 98,49. Harga $F_o > F_t$,

maka persamaan garis regresi yang diperoleh signifikan atau linear.

Tabel 13. Ringkasan hasil analisis regresi

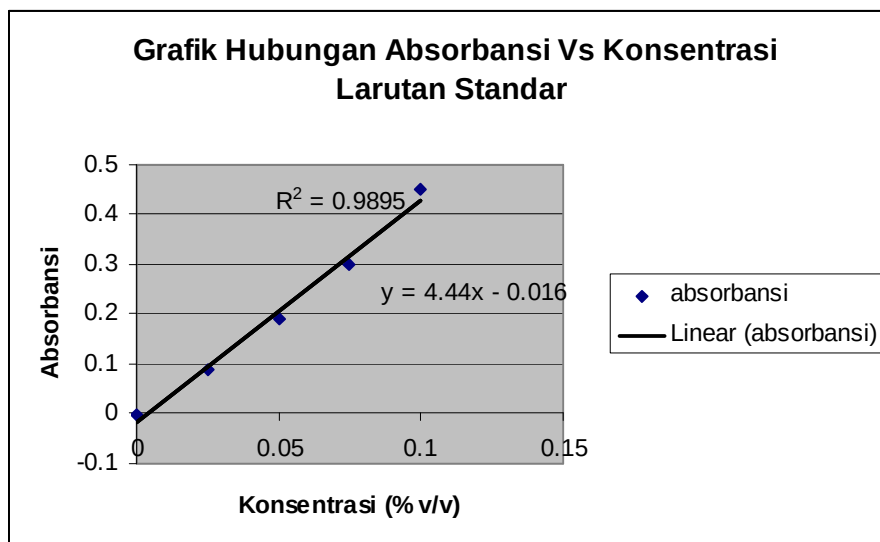
Sumber variasi	Jk	db	Rk	Fo
Regresi (reg)	0,1232	1	0,1232	2464
Residu (res)	0,0015	2	0,00005	
Total	0,1247	3		

Keterangan :

Fo = F hitung

Ft = F tabel

Lampiran 4



Gambar 1. Grafik Hubungan Absorbansi dengan Konsentrasi Larutan Standar

Lampiran 5

PERHITUNGAN KADAR ALKOHOL DALAM CUPLIKAN

A. Penentuan Absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Absorbansi larutan Cr^{3+} hasil reaksi cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = A_0 - A_c$$

Keterangan :

A = Absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

A_0 = Absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ larutan blanko

A_c = absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan larutan cuplikan

Berdasarkan data dari tabel maka diperoleh absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= A_0 - A_c \\ &= 0,480 - 0,190 \\ &= 0,290 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 14. Data absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

No. Cuplikan	Jenis Ubi	Bahan Penutup	Absorbansi
A1	Ubi Kayu	Plastik bening	0,290
A2			0,305
A3			0,290
B1	Ubi Kayu	Alumunium foil	0,310
B2			0,315
B3			0,315
C1	Ubi Kayu	Daun Pisang	0,360
C2			0,360
C3			0,358
D1	Ubi Jalar	Plastik bening	0,280
D2			0,250
D3			0,280
E1	Ubi Jalar	Alumunium foil	0,300
E2			0,305
E3			0,305
F1	Ubi Jalar	Daun Pisang	0,330
F2			0,320
F3			0,330

B. Penentuan Kadar Alkohol dalam Cuplikan

Untuk menghitung kadar alkohol dalam cuplikan maka data absorbansi di atas disubstitusikan dalam persamaan berikut ini :

$$Y = 4,44 X - 0,016$$

Keterangan :

Y = Absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

X = Kadar alkohol (% v/v)

Untuk cuplikan A1 :

$$0,290 = 4,44 X - 0,016$$

$$X = \frac{0,290 + 0,016}{4,44}$$

$$X = 0,0689$$

Harga X digunakan untuk penentuan kadar alkohol dalam cuplikan (% b/v) dengan rumus sebagai berikut :

$$W = X \cdot fp \cdot \rho$$

Keterangan :

W = Kadar alkohol (% b/v)

X = Kadar alkohol (% v/v)

fp = faktor pengenceran

ρ = densitas etanol (0,789 g/mL)

semua larutan telah diencerkan sebanyak 100 kali. Untuk cuplikan A1 :

$$W = 0,0689 \cdot 100 \cdot 0,789$$

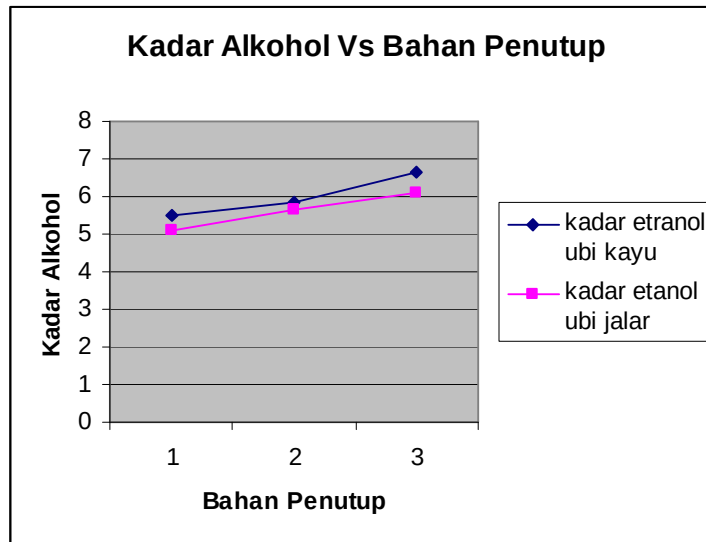
$$= 5,436 \% \text{ b/v}$$

Dengan cara yang sama maka diperoleh data pada tabel 15.

Tabel 15. Data Hasil Perhitungan Kadar Alkohol dan Rerata kadar alkohol

No. Cuplikan	Jenis Ubi	Bahan Penutup	Kadar Alkohol (% v/v)	Kadar Alkohol (% b/v)	Rerata Kadar Alkohol (% b/v)
A1 A2 A3	Ubi Kayu	Plastik bening	0,0689 0,0721 0,0689	5,436 5,689 5,436	5,520
B1 B2 B3	Ubi Kayu	Alumunium foil	0,0734 0,0745 0,0745	5,791 5,878 5,878	5,849
C1 C2 C3	Ubi Kayu	Daun Pisang	0,0847 0,0847 0,0842	6,683 6,683 6,643	6,670
D1 D2 D3	Ubi Jalar	Plastik bening	0,0667 0,0600 0,0667	5,263 4,734 5,263	5,087
E1 E2 E3	Ubi Jalar	Alumunium foil	0,0712 0,0723 0,0723	5,618 5,704 5,704	5,675
F1 F2 F3	Ubi Jalar	Daun Pisang	0,0779 0,0757 0,0779	6,146 5,972 6,146	6,088

Lampiran 6



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Alkohol Ubi dengan Variasi Bahan Penutup

Lampiran 7

PERHITUNGAN KADAR ETANOL DAN BATAS KETANGGUHAN

Untuk sampel A (ubi kayu dengan bahan penutup plastik bening) :

No.	W % b/v	$ X_1 - \overline{X}_1 ^2$
1	5,436	$7,056 \times 10^{-3}$
2	5,689	$28,561 \times 10^{-3}$
3	5,436	$7,056 \times 10^{-3}$

Dengan $n = 3$ dan $t_{0,90} = 1,64$, maka :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum |X - \overline{X}|^2}{n-1}}$$

$$= 0,103$$

$$\mu_1 = \overline{X}_1 \pm t \frac{SD}{\sqrt{n-1}}$$

$$= 5,520 \pm 1,64 \frac{0,103}{\sqrt{3-1}}$$

$$= 5,520 \pm 0,119\%b/v$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk sampel yang lain, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Sampel B (ubi kayu dengan bahan penutup alumunium foil) = $5,849 \pm 0,292\%b/v$.
2. Sampel C (ubi kayu dengan bahan penutup daun pisang) = $6,670 \pm 0,231\%b/v$.
3. Sampel D (ubi jalar dengan bahan penutup plastik bening) = $5,087 \pm 0,305\%b/v$.

4. Sampel E (ubi jalar dengan bahan penutup alumunium foil) = $5,675 \pm 0,293 \%$ b/v.
5. Sampel F (ubi jalar dengan bahan penutup daun pisang) = $6,088 \pm 0,141 \%$ b/v.

Lampiran 8

PERHITUNGAN UJI ANAVA KLASIFIKASI GANDA dan UJI DMRT

Jenis Ubi	Bahan Penutup						Total	
	Plastik bening		Alumunium foil		Daun pisang		Xt	Xt
	X ₁	X ₁ ²	X ₂	X ₂ ²	X ₃	X ₃ ²		
ubi kayu Y ₁	5,436	29,550	5,791	33,536	6,683	44,662	17,91	107,748
	5,671	32,160	5,878	34,550	6,683	44,662	18,232	111,372
	5,436	29,550	5,878	34,550	6,643	44,129	17,957	108,229
Total bagian ubi kayu	16,543	91,26	17,547	102,636	20,009	133,453	54,099	327,349
Ubi jalar Y ₂	5,263	27,699	5,613	31,505	6,146	37,773	15,022	96,977
	4,734	22,410	5,704	32,535	5,972	35,665	16,410	90,610
	5,263	27,699	5,704	32,535	6,146	37,773	17,113	98,007
Total bagian ubi jalar	15,26	77,808	17,021	96,575	18,264	111,211	48,545	285,594
Jumlah Total	31,803	169,068	34,568	199,211	38,273	244,664	102,644	612,943

Langkah – langkah dalam penggunaan ANAVA Klasifikasi Ganda adalah sebagai berikut :

1. Menghitung JK Total

$$\begin{aligned}
 JK_{total} &= \sum x^2_{tot} - \frac{(\sum x_{tot})^2}{N} \\
 &= 612,943 - \frac{(102,644)^2}{18} \\
 &= 6,006
 \end{aligned}$$

2. Menghitung jumlah kuadrat kolom

$$JK(kolom) = \sum \frac{(\sum x_{tot})^2}{nk} - \frac{(\sum x_{tot})^2}{N}$$

$$= \frac{(31,803)^2}{6} + \frac{(34,568)^2}{6} + \frac{(38,273)^2}{6} - \frac{(102,644)^2}{18}$$

$$= 5,508$$

3. Menghitung jumlah kuadrat baris

$$JK_{baris} = \sum \frac{(\sum x_{baris})^2}{N_{bar}} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$$

$$= \frac{(54,099)^2}{9} + \frac{(48,545)^2}{9} - \frac{(102,644)^2}{18}$$

$$= 0,548$$

4. Menghitung jumlah kuadrat interaksi

$$JK(interaksi) = JK(bag) - (JK_{kolom} + JK_{baris})$$

$$JK(bagian) = \sum \frac{(\sum X_{bag1})^2}{nbag1} + \frac{(\sum X_{bag2})^2}{nbag2} + \dots + \frac{(\sum X_{bagn})^2}{nbagn} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$$

$$= \frac{(16,543)^2}{3} + \frac{(17,547)^2}{3} + \frac{(20,009)^2}{3} + \dots - \frac{(102,644)^2}{18}$$

$$= 603,748 - 597,980$$

$$= 5,768$$

$$JK(interaksi) = 27,368 - (26,545 + 1,713)$$

$$= 5,768 - 5,606$$

$$= 0,162$$

5. Menghitung jumlah kuadrat dalam

$$JK(dalam) = JK(tot) - (JK_{kolom} + JK_{baris} + JK_{interaksi})$$

$$= 6,006 - (5,058 + 0,548 + 0,162)$$

$$= 6,006 - 5,768$$

$$= 0,238$$

6. Menghitung dk untuk :

a. dk kolom = k - 1 dalam hal ini jumlah kolom = 3, jadi $dk_k = 3 - 1 = 2$

b. dk baris = b - 1 dalam hal ini jumlah baris = 2, jadi $dk_b = 2 - 1 = 1$

- c. $dk \text{ interaksi} = dk_k \times dk_b = 2 \times 1 = 2$
 - d. $dk \text{ dalam} = (N - k.b) = (18 - (3 \times 2)) = 18 - 6 = 12$
 - e. $dk \text{ total} = (N - 1) = 18 - 1 = 17$
7. Menghitung mean kuadrat
- a. $MK \text{ kolom} = 5,058 : 2 = 2,529$
 - b. $MK \text{ baris} = 0,548 : 1 = 0,548$
 - c. $MK \text{ interaksi} = 0,162 : 2 = 0,081$
 - d. $MK \text{ dalam} = 0,238 : 12 = 0,0198$
8. Memasukkan hasil perhitungan kedalam tabel ringkasan ANAVA klasifikasi ganda. Lihat tabel 16.
9. Menghitung harga Fh kolom, Fh baris, Fh interaksi dengan cara membagi setiap MK dengan MK dalam. $MK \text{ dalam} = 0,0198$
- a. $Fh \text{ kolom} = 2,529 : 0,0198 = 127,727$
 - b. $Fh \text{ baris} = 0,548 : 0,0198 = 27,677$
 - c. $Fh \text{ interaksi} = 0,081 : 0,0198 = 4,091$

Tabel 16. Ringkasan ANAVA Klasifikasi Ganda

Sumber variansi	dk	Jumlah kuadrat	Mean kuadrat	Fh	Ftab 1%
Antar kolom	$3 - 1 = 2$	5,058	2,529	127,727	3,884
Antar baris	$2 - 1 = 1$	0,548	0,548	27,677	4,75
Interaksi (kolom x baris)	$2 \times 1 = 2$	0,162	0,081	4,091	3,88
Dalam	$(18 - (3 \times 2)) = 12$	0,238	0,0198		
Total	$18 - 1 = 17$				

Untuk mengetahui bahwa harga-harga F tersebut signifikan atau tidak, maka perlu dibandingkan dengan F tabel :

1. Untuk kolom (variasi bahan penutup) harga F tabel dicari dengan berdasarkan dk antar kolom (pembilang) = 2, dan dk dalam (penyebut) = 12, F (2,12). Berdasarkan dk (2-12), maka harga F tabel = 3,88 untuk 1 %. Harga F hitung 127,727 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang signifikan antar kolom.
2. Untuk (jenis ubi) harga tabel dicari dengan berdasarkan dk antar baris (pembilang) = 1, dan dk dalam (penyebut) = 12 F (1 – 12). Berdasarkan dk (1 – 12) maka harga F tabel = 4,75 untuk 1 %. Harga F hitung = 27,677 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka terdapat perbedaan yang signifikan antar baris.
3. Untuk interaksi (kolom x baris), harga F tabel dicari dengan berdasarkan dk interaksi (pembilang) = 2, dan dk dalam (penyebut) = 12 F (2 – 12). Berdasarkan dk (2 – 12), maka harga F tabel = 3,88 untuk 1 %. Harga F hitung = 4,091 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka ada interaksi antara (kolom x baris).

Dilakukan uji DMRT karena terdapat perbedaan kadar alkohol dalam ubi kayu dan ubi jalar yang difermentasi dengan variasi bahan penutup tersebut.

$$\begin{aligned}
 SST &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (X_{ij})^2 - \frac{(T_{...})^2}{n \cdot k} \\
 &= (5,436)^2 + (5,671)^2 + \dots + (6,146)^2 - \frac{(102,644)^2}{108} \\
 &= 603,986 - 600,057 \\
 &= 3,929
 \end{aligned}$$

$$SSC = \left\{ \frac{(16,543)^2}{3} + \frac{(17,547)^2}{3} + \frac{(19,685)^2}{3} + \frac{(15,26)^2}{3} + \left[\frac{(17,021)^2}{3} + \frac{(18,264)^2}{3} \right] - \frac{(102,644)^2}{18} \right\}$$

$$= 603,750 - 600,057$$

$$= 3,693$$

$$SSE = SST - SSC$$

$$= 3,929 - 3,693$$

$$= 0,236$$

Derajat kebebasan (df) untuk SSE = $k(n - 1) = 6(3 - 1) = 6 \times 2 = 12$

$$MSEE = S^2 = \frac{SSE}{k(n-1)} = \frac{0,236}{12} = 0,0197$$

Harga Sxi :

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{S^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0197}{3}} \\ &= 0,081 \end{aligned}$$

Harga Rp didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$Rp = rp \cdot \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

$$R_2 = 2,971 \times 0,081 = 0,241$$

$$R_3 = 3,118 \times 0,081 = 0,253$$

$$R_4 = 3,210 \times 0,081 = 0,260$$

$$R_5 = 3,274 \times 0,081 = 0,265$$

$$R_6 = 3,321 \times 0,081 = 0,269$$

Data nilai rata-rata sampel diurutkan dari rata-rata terendah sampai nilai yang lebih tinggi sebagai berikut :

Y_2X_1	Y_1X_1	Y_2X_2	Y_1X_2	Y_2X_3	Y_1X_3
5,087	5,520	5,675	5,849	6,088	6,670

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel harga selisih rata-rata absolut dikonsultasikan pada harga R_p yaitu sebagai berikut:

1. $|Y_1X_2 - Y_2X_1| = 0,762 > R_2$ Signifikan
2. $|Y_2X_2 - Y_2X_1| = 0,588 > R_3$ Signifikan
3. $|Y_1X_2 - Y_2X_1| = 0,433 > R_4$ Signifikan
4. $|Y_2X_3 - Y_2X_1| = 1,001 > R_5$ Signifikan
5. $|Y_1X_3 - Y_2X_1| = 1,583 > R_6$ Signifikan
6. $|Y_2X_2 - Y_1X_1| = 0,155 < R_3$ Tidak signifikan
7. $|Y_1X_2 - Y_1X_1| = 0,329 > R_4$ Signifikan
8. $|Y_2X_3 - Y_1X_1| = 0,568 > R_5$ Signifikan
9. $|Y_1X_3 - Y_1X_1| = 1,15 > R_6$ Signifikan
10. $|Y_1X_2 - Y_2X_2| = 0,174 < R_4$ Tidak signifikan
11. $|Y_2X_3 - Y_2X_2| = 0,413 > R_5$ Signifikan
12. $|Y_1X_3 - Y_2X_2| = 0,915 > R_6$ Signifikan
13. $|Y_2X_3 - Y_1X_2| = 0,239 < R_5$ Tidak signifikan

$$14. |Y_1 X_3 - Y_1 X_2| = 0,821 > R_6 \quad \text{Signifikan}$$

$$15. |Y_1 X_3 - Y_2 X_3| = 0,582 > R_6 \quad \text{Signifikan}$$

1. Terdapat perbedaan kadar alkohol yang bermakna antara ubi jalar dengan bahan penutup plastik bening dengan ubi jalar berbahan penutup alumunium foil dan daun pisang serta dengan ubi kayu dengan bahan penutup plastik bening alumunium foil dan daun pisang pada taraf signifikansi 1 %.
2. Terdapat perbedaan kadar alkohol yang bermakna antara ubi kayu dengan bahan penutup plastik bening dengan kadar alkohol ubi jalar dan ubi kayu dengan bahan penutup daun pisang pada taraf signifikansi 1 %, serta dengan ubi kayu berbahan penutup alumunium foil, tetapi tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara ubi kayu dengan bahan penutup plastik bening dengan ubi kayu dan ubi jalar dengan bahan penutup alumunium foil pada taraf signifikansi 1 %.
3. Ada perbedaan yang bermakna antara ubi jalar berbahan penutup alumunium foil dengan ubi jalar dan ubi kayu dengan bahan penutup daun pisang pada taraf signifikansi 1 %. Tidak ada perbedaan antara ubi jalar berbahan penutup alumunium foil dengan ubi kayu berbahan penutup alumunium foil pada taraf signifikansi 1 %.
4. Terdapat perbedaan kadar alkohol yang bermakna antara ubi kayu dengan bahan penutup alumunium foil dengan ubi kayu berbahan penutup daun pisang pada taraf signifikansi 1 %. Akan tetapi tidak ada perbedaan kadar alkohol yang bermakna antara ubi kayu berbahan penutup alumunium foil

dengan ubi jalar berbahan penutup daun pisang pada taraf signifikansi 1 %.

5. Terdapat perbedaan kadar alkohol antara ubi jalar berbahan penutup daun pisang dengan ubi kayu berbahan penutup daun pisang pada taraf signifikansi 1 %.

Lampiran 9



Gambar 3. Ubi kayu



Gambar 4. Ubi jalar



Gambar 5. Unit *Micro conway* Diffusion sebelum diinkubasi



Gambar 6. Unit *Micro conwa* Diffusion setelah diinkubasi



Gambar 7. Larutan Cr^{3+} sisa hasil reaksi yang telah diencerkan



Gambar 8. Pengukuran absorbansi dengan *thermo spektronik*

Harga-harga r Product Moment

N	Taraf signifikansi		N	Taraf signifikansi	
	5 %	1 %		5 %	1 %
3	0,997	0,999	27	0,381	0,487
4	0,950	0,990	28	0,374	0,478
5	0,878	0,959	29	0,367	0,470
6	0,811	0,917	30	0,361	0,463
7	0,754	0,874	31	0,355	0,456
8	0,707	0,834	32	0,349	0,449
9	0,666	0,798	33	0,344	0,442
10	0,632	0,765	34	0,339	0,436
11	0,602	0,735	35	0,334	0,430
12	0,576	0,708	36	0,329	0,424
13	0,553	0,684	37	0,325	0,418
14	0,532	0,661	38	0,320	0,413
15	0,514	0,641	39	0,316	0,408
16	0,497	0,623	40	0,312	0,403
17	0,482	0,606	41	0,308	0,398
18	0,468	0,590	42	0,304	0,393
19	0,456	0,575	43	0,301	0,389
20	0,444	0,561	44	0,297	0,384
21	0,433	0,549	45	0,294	0,380
22	0,423	0,537	46	0,291	0,376
23	0,413	0,526	47	0,288	0,372
24	0,404	0,515	48	0,284	0,368
25	0,396	0,505	49	0,281	0,364
26	0,388	0,496	50	0,279	0,361

Tabel distribusi F

$\gamma_2 = db$ penyebut	$\gamma_1 = dk$ pembilang								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161 4052	200 4999	216 5403	225 5625	230 5764	234 5859	237 5928	239 5981	241 6022
2	18,51 98,49	19,00 99,01	19,16 99,17	19,25 99,25	19,30 99,30	19,33 99,33	19,36 99,34	19,37 99,36	19,38 99,38
3	10,13 34,12	9,55 30,81	9,28 29,46	9,12 28,71	9,01 28,24	8,94 27,91	8,88 27,67	8,84 27,49	8,81 27,34
4	7,71 21,20	6,94 18,00	6,59 16,69	6,39 15,98	6,26 15,52	6,16 15,21	6,09 14,98	6,04 14,80	6,00 14,66
5	6,61 16,26	5,79 13,27	5,41 12,06	5,19 11,39	5,05 10,97	4,95 10,67	4,88 10,45	4,82 10,27	4,78 10,15
6	5,99 13,74	5,14 10,92	4,76 9,78	4,53 9,15	4,39 8,75	4,28 8,47	4,21 8,26	4,15 8,10	4,10 7,98
7	5,99 12,25	4,74 9,55	4,35 8,45	4,12 7,85	3,97 7,46	3,87 7,19	3,79 7,00	3,73 6,84	3,68 6,71
8	5,32 11,26	4,46 8,65	4,07 7,59	3,84 7,01	3,69 6,63	3,58 6,37	3,50 6,19	3,44 6,03	3,39 5,91
9	5,12 10,56	4,26 8,02	3,86 6,99	3,63 6,42	3,48 6,06	3,37 5,80	3,29 5,62	3,23 5,47	3,18 5,35
10	4,96 10,04	4,10 7,56	3,71 6,55	3,48 5,99	3,33 5,64	3,22 5,39	3,14 5,21	3,07 5,06	3,02 4,95
11	4,48 9,65	3,98 7,20	3,59 6,22	3,36 5,67	3,20 5,32	3,09 5,07	3,01 4,88	2,95 4,74	2,90 4,63
12	4,75 9,33	3,88 6,93	3,49 5,93	3,26 5,41	3,11 5,06	3,00 4,82	2,92 4,65	2,85 4,50	2,80 4,39

Daftar DMRT

v	p								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.461	3.587	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626
8	3.261	3.399	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579
9	3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547
10	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522
11	3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501
12	3.082	3.225	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484
13	3.055	3.200	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470
14	3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457
15	3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446
16	2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437
17	2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429
18	2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421
19	2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415
20	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409
24	2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390
30	2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371
40	2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352
60	2.829	2.976	3.076	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333
120	2.800	2.947	3.045	3.116	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314
∞	2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294

**KARTU BIMBINGAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR**

Nama mahasiswa : Citra Widiyaningrum
 NIM : 04630021
 Pembimbing : Susy Yunita Prabawati, M. Si
 Judul : Pengaruh Bahan Penutup Terhadap Kadar Alkohol Pada Proses Fermentasi Ubi Kayu (*Manihot esculenta crantz*) dan Ubi Jalar (*Ipomea batatas L. Sin*)
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Jurusan / Prodi : Kimia

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	Materi Bimbingan	Tanda tangan pembimbing
1	26/12/08	I	Perhitungan	
2	26/01/09	II	BAB I	
3	5/01/09	III	BAB II	
4	12/01/09	IV	BAB III	
5	16/01/09	V	BAB IV	

Yogyakarta,
 Pembimbing

Susy Yunita Prabawati, M. Si
 NIP. 150 293 686