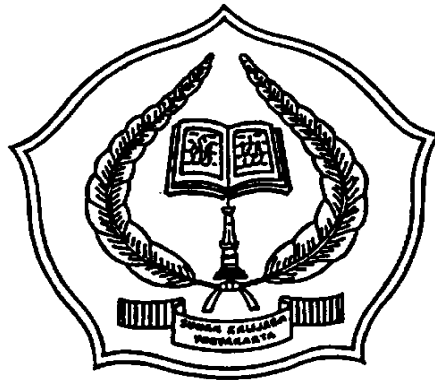


**PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP
KADAR ETANOL DARI TAPE SINGKONG (*Manihot
esculenta crantz*)**

**Skripsi
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1**

Program Studi Kimia



Oleh :

Hafsah Nur Laili Rahmah

04630027

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

2010



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 : Hafsah Nur Laili Rahmah
NIM : 04630027

Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol dari Tape Singkong
(*Monihot esculenta* Crantz.)

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 dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 9 Maret 2010

Pembimbing

Susy Yunita Prabawati, M.Si
NIP. 19760621 199903 2 005



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 pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Hafsa Nur Laili Rahmah

NIM : 04630027

Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Dari Tape Singkong (*Manihot esculenta crantz*)

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, 9 Maret 2010

Esti W. Widowati, M.Si.
NIP. 19760830 200312 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hafsah Nur Laili Rahmah

NIM : 04630027

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

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

PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR ETANOL DARI TAPE SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz.)

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

Yogyakarta, 9 Maret 2010

Yang menyatakan



Hafsah Nur Laili Rahmah
NIM. 04630027



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/690/2010

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dari Tape Singkong (*Manihot esculenta* Crantz.)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Hafshah Nur Laili Rahmah
NIM : 04630027
Telah dimunaqasyahkan pada : 17 Februari 2010
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. 19760621 199903 2 005

Penguji I

Imelda Fajriati, M.Si
NIP.19750725 200003 2 001

Penguji II

Esti Wahyu Widowati, M.Si
NIP. 19760830 200312 2 001

Yogyakarta, 11 Maret 2010

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dra. Majzer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001

MOTTO

** Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya orang yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusu'.
(QS. Al-Baqoroh: 45)*

** Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya. Ia mendapat pahala (dari kebijakan) yang diusahakan dan ia mendapatkan (siksa kejahatannya) yang dikerjakan.
(QS. Al-Baqoroh: 286)*

** Mencari ilmu adalah titik awal dan segala upaya untuk mengetahui dan meraih kemaslahatan hidup manusia baik dalam perbuatan, ucapan, keyakinan, etika, agama, dan adat istiadat.
(Muhammad Al-Ghazali)*

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
لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ. الصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى أَشْرَفِ الْأَنْبِيَاءِ وَالْمُرْسَلِينَ. وَعَلَى الْحَمْدِ
إِلَيْهِ وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ. أَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ وَحْدَهُ لَا شَرِيكَ لَهُ وَأَشْهَدُ أَنَّ مُحَمَّدًا عَبْدُهُ
وَرَسُولُهُ. أَمَّا 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 terlepas dari bimbingan, arahan, dukungan, do'a dan peran serta yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih yang tidak terhingga 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. Kepada bapak dan ibuku tercinta terimakasih atas do'a yang tak henti-hentinya, kakak-kakakku dan adekku yang menyayangiku dan memberikan motivasi, nasihat, dan dukungan dengan ikhlas untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
7. Aankku tersayang nun jauh disana yang selalu sabar dan ikhlas yang tak henti-hentinya memberikan motivasi, nasihat, dan do'anya selama penulisan skripsi ini.
8. Teman-teman Progam Studi Kimia'04 : qiqi, eka, ana dan lain-lain yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
9. 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, 9 Maret 2010

Penyusun

Hafsah Nur Laili Rahmah
NIM. 04630027

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	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Pembatasan Masalah	5
D. Perumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Kegunaan Penelitian	6
1. Manfaat Bagi Peneliti.....	6
2. Manfaat Bagi Mahasiswa.....	6

3. Manfaat Bagi Masyarakat	6
4. Manfaat Bagi Lembaga	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Deskripsi Teori.....	7
1. Zat Pewarna Makanan.....	7
2. Daun Katuk (<i>Souropus androgynus</i> L.)	10
3. Singkong	11
4. Ragi	14
5. Fermentasi	15
6. Alkohol.....	18
7. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Alkohol	19
B. Penelitian Yang Relevan	23
C. Kerangka Berfikir	23
D. Hipotesis Penelitian.....	24
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	25
A. Tempat dan Waktu Penelitian	25
B. Rancangan Penelitian	25
C. Sampel Penelitian dan Teknik Pengambilan Sampel.....	25
D. Variabel Penelitian	26
E. Alat dan Bahan	26
F. Prosedur Penelitian	26

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
A. Proses Fermentasi Singkong	32
B. Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Katuk dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol	34
C. Analisis Hasil Fermentasi Singkong	39
BAB V. PENUTUP	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran-saran	43
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat-Sifat Bahan Pewarna Alami.....	8
Tabel 2.2 Kandungan Gizi Daun Katuk dalam tiap 100 Gram.....	11
Tabel 2.2 Kandungan Gizi dalam tiap 100 gram Singkong.....	13
Tabel 2.3 Kapang dan Khamir yang berperan aktif pada pembuatan tape dan ragi tape	15
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Kadar Etanol (ml v/v).....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4	Kurva Kadar Etanol Vs Waktu fermentasi..... 34
Gambar 2	Grafik Hubungan Absorbansi dengan Konsentrasi Larutan Standar..... 56
Gambar 3	Grafik Kadar Etanol dengan Waktu Fermentasi 61
Gambar 4	Singkong 74
Gambar 5	Unit Micro Conway Diffusion Sebelum Diinkubasi 74
Gambar 6	Unit Micro Conway Diffusion Setelah Diinkubasi 74
Gambar 7	Larutan Cr^{3+} Sisa Hasil Reaksi yang Telah diencerkan 74

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram prosedur kerja	46
Lampiran 1. Pembuatan Larutan Standar	49
Lampiran 2. Penentuan Absorbansi Cr^{3+} Hasil Reaksi Larutan Etanol Standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	50
Lampiran 3. Pembuatan Kurva Laruan Standar	52
Lampiran 4. Grafik Hubungan Absorbansi dengan Konsentrasi larutan Standar	56
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Etanol dalam Sampel	57
Lampiran 6. Grafik Hubungan Kadar Etanol dengan Waktu Fermentasi	61
Lampiran 7. Perhitungan Uji ANAVA AB	62
Lampiran 8. Perhitungan Uji DMRT	67
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	74
Lampiran 10. Nilai Koefisien Korelasi	75
Lampiran 11. Tabel Distribusi $F_{0,05}$	76
Lampiran 11. Tabel Distribusi F	77
Lampiran 12. Tabel Daftar DMRT	78

ABSTRAK

PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR ETANOL DARI TAPE SINGKONG (*Manihot esculenta crantz*)

Oleh :

Hafsah Nur Laili Rahmah
04630027

Dosen Pembimbing : Susy Yunita Prabawati, M. Si

Salah satu makanan hasil fermentasi tradisional yang sering dijumpai dimasyarakat adalah tape. Proses pembuatan tape biasanya ditambahkan suatu zat pewarna yang merupakan salah satu zat aditif, yang ditambahkan dengan tujuan untuk menarik selera dan keinginan konsumen. Untuk itu dalam penelitian ini dilakukan pembuatan etanol menggunakan singkong dengan variasi ekstrak daun katuk dan waktu fermentasi.

Sampel penelitian ini adalah tape hasil fermentasi singkong. Penelitian dilakukan selama 5 hari, dari setiap 200 g singkong ditambahkan ragi 2,4 g dengan penambahan ekstrak daun katuk pada berbagai variasi. Untuk setiap 5 g singkong diambil 1 ml ekstrak hasil fermentasi yang telah ditambahkan 100 ml akuades yang dianalisis pada hari 1, 2, 3, 4, sampai 5. Masing-masing sampel dibuat 3 kali pengulangan. Data kualitatif diperoleh dari mereaksikan larutan sampel 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 2 jam atau sampai terjadi perubahan warna menjadi hijau pada larutan Cr^{3+} yang membentuk senyawa kompleks dan bau asetaldehid. Analisis kuantitatif dilakukan dengan metode *Micro Conway Diffusion* dilanjutkan dengan spektrofotometer merk *Thermo Spektronik*, dengan pengoperasian pada $\lambda = 470$ nm. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan Uji ANAVA AB dan dilanjutkan dengan Uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar etanol optimum diperoleh pada hari ke-3 dengan penambahan ekstrak daun katuk 100 ml sebesar 6,154% (v/v) dan kadar etanol terendah pada hari ke-1 dengan penambahan ekstrak daun katuk 75 ml sebesar 1,657%. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada pembuatan tape dari singkong dengan waktu fermentasi dapat mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan.

Kata kunci : *Etanol, singkong, daun katuk, fermentasi.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil umbi-umbian, antara lain singkong atau ubi kayu, ubi jalar, ubi talas, kentang, dan lain sebagainya. Berbagai umbi-umbian ini dapat diolah menjadi beberapa jenis makanan yaitu ubi yang direbus, dikukus, dibakar, digoreng, kolak, kripik, opak, dan tape. Pengolahan umbi-umbian sebagai bahan makanan tersebut diharapkan tidak menghilangkan komposisi kandungan gizi asalnya.

Singkong atau ubi kayu sudah lama dikenal dan ditanam oleh penduduk di dunia. Singkong saat ini sudah digarap sebagai komoditas agroindustri, seperti produk tepung tapioka, industri fermentasi, dan berbagai industri makanan. Pasar potensi tepung tapioka, antara lain Jepang dan Amerika.¹ Di Indonesia, singkong dijadikan makanan pokok nomor tiga setelah padi dan jagung. Penyebaran tanaman singkong meluas kesemua provinsi di Indonesia, diantaranya adalah provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Lampung dan NTT.²

Singkong dalam keadaan segar tidak tahan lama. Untuk pemasaran yang memerlukan waktu lama, singkong harus diolah terlebih dahulu menjadi bentuk lain yang lebih awet, seperti gaplek, tapioka (tepung singkong), kripik singkong dan lain-lain. Salah satu bentuk pengawetan singkong adalah dengan fermentasi.

¹ Rahmat Rukmana, *Ubi Kayu Budi Daya dan Paskapanen*, (Yogyakarta : Penerbit Kanisius, 1997), hal.12.

² Ibid. hal.11.

Prinsip dasar proses fermentasi makanan adalah degradasi komponen pati menjadi dekstrin dan glukosa, selanjutnya glukosa diubah menjadi alkohol atau asam sehingga makanan hasil fermentasinya berasa manis alkoholik dan sedikit asam atau manis sedikit asam.³

Salah satu makanan hasil fermentasi tradisional yang sering dijumpai dimasyarakat adalah tape beras ketan dan tape singkong. Pada proses pembuatan tape ketan sering ditambahkan zat pewarna yang merupakan salah satu zat aditif yang ditambahkan dengan tujuan untuk menarik selera dan keinginan konsumen.⁴ Zat pewarna ini juga akan ditambahkan pada pembuatan tape singkong yang selama ini masih jarang di pasaran.

Bahan pewarna alami adalah bahan pewarna dari sumber nabati, hewani atau mineral.⁵ Zat warna yang sudah sejak lama dikenal dan digunakan misalnya daun pandan, daun suji, dan daun katuk untuk warna hijau, untuk warna kuning digunakan kunyit.⁶ Pemanfaatan pewarna makanan dapat dilakukan dengan ekstrak pada daun yang diambil airnya sehingga akan menghasilkan warna hijau atau kuning.

Dalam penelitian ini bahan pewarna yang digunakan berasal dari daun katuk. Dipilihnya daun katuk karena tanaman ini mempunyai potensi dan manfaat yang sangat besar, yaitu dapat memperlancar produksi ASI, obat sembelit, borok, mencegah gangguan reproduksi pada pria dan wanita dan dapat digunakan sebagai pewarna alami pada makanan.

³ Slamet Sudarmadji dkk, *Mikrobiologi Pangan*, (Yogyakarta : PAU Pangan Gizi UGM, 1989) hal. 331.

⁴ F. G. Winarno, *Pengantar Teknologi Pangan*, (Jakarta : Gramedia, 1982), hal.68.

⁵ Wisnu Cahyadi, *Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan pangan*, (Jakarta : Bumi Aksara, 2006), hal.50.

⁶ Ibid.hal.53.

Adanya penambahan ekstrak daun katuk pada pembuatan tape singkong diperkirakan dapat mempengaruhi hasil fermentasi karena adanya zat gizi yang terkandung pada daun katuk. Menurut Siti Lestari, daun katuk ini dapat menurunkan kadar alkohol yang dihasilkan dan rasa tape yang lebih manis dibandingkan dengan hasil fermentasi tanpa menggunakan ekstrak daun katuk.⁷

Penelitian ini dilakukan karena tape yang sering dijumpai menggunakan zat pewarna adalah tape beras ketan. Maka dari itu, pada pembuatan tape singkong ini akan dilakukan penelitian yang sama, yaitu penambahan ekstrak daun katuk pada pembuatan tape singkong. Adanya kandungan zat gizi yang tinggi pada daun katuk, diharapkan dapat mempengaruhi kadar alkohol yang dihasilkan.

B. Identifikasi Masalah

Salah satu jenis tanaman pangan yang sudah lama dikenal dan dibudidayakan oleh petani di seluruh wilayah Nusantara adalah singkong. Potensi nilai ekonomi dan sosial singkong merupakan bahan pangan masa depan yang sangkil (berdaya guna), bahan baku berbagai industri dan pakan ternak.

Potensi singkong sebagai bahan pangan yang berdaya guna di dunia ditunjukkan dengan fakta bahwa tiap tahun 300 juta ton ubi-ubian dihasilkan dunia dan dijadikan bahan makanan sepertiga penduduk di negara-negara tropis. Sekitar 45% dari total produksi ubi-ubian dunia langsung dikonsumsi oleh produsen sebagai sumber kalori di beberapa negara.

⁷ Siti Lestari, *Studi Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Katuk Terhadap Kecepatan Dan Hasil Fermentasi Tape Ketan Sebagai sumber Belajar Biologi di SMU*, Skripsi, (Yogyakarta : Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA IKIP, 1998), hal.101.

Ada dua jenis singkong, yaitu singkong yang berdaging putih dan singkong yang berdaging kuning. Singkong yang berdaging kuning biasanya lebih halus tanpa terdapat serat dibandingkan dengan singkong yang berdaging putih. Pada penelitian ini yang digunakan adalah singkong yang berdaging kuning, karena lebih halus tanpa serat singkong yang berdaging kuning ini juga lebih tinggi kadar kandungan gizinya seperti kalori dan karbohidrat.

Tanaman daun katuk sudah dikenal nenek moyang kita sejak abad ke-16. Akan tetapi, dimasa berikutnya daun katuk kurang mendapat tanggapan oleh masyarakat. Padahal, tanaman daun katuk ini memiliki potensi dan manfaat yang sangat besar, antara lain dapat melancarkan produksi air susu ibu (ASI), menyembuhkan berbagai penyakit seperti borok, sembelit, sebagai lalapan, minuman, pewarna alami dan masih banyak manfaat lain.

Sampai sekarang dikenal dua jenis tanaman daun katuk, yaitu daun katuk berwarna merah dan daun katuk berwarna hijau. Daun katuk yang berwarna merah masih banyak dijumpai di hutan belantara. Kebanyakan orang menanam digunakan sebagai hiasan, karena tertarik pada warna daunnya yang hijau kemerah-merahan. Sedangkan daun katuk yang berwarna hijau ditanam untuk dimanfaatkan daun-daunnya. Daun katuk hijau ditanam karena pertumbuhannya lebih produktif dari pada daun katuk merah. Sehingga pada penelitian ini jenis daun katuk yang digunakan adalah daun katuk hijau.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah yang ada dan untuk menghindari kesalahan penafsiran, maka dalam penelitian permasalahannya dibatasi sebagai berikut :

1. Bahan tape yang digunakan adalah singkong (ubi kayu) yang diambil dari kebun yang beralamat di Ceger, Tayem Timur, Karang Pucung, Cilacap.
2. Jenis alkohol yang diteliti adalah etanol yang terlarut dalam cairan hasil fermentasi.
3. Ragi yang digunakan adalah ragi merek NKL. Ragi merupakan inokulum yang mampu menghasilkan enzim yang diperlukan pada tahap fermentasi.
4. Konsentrasi ekstrak daun katuk yang digunakan pada penelitian ini adalah 0 ml, 25 ml, 50 ml, 75 ml dan 100 ml (v/v).
5. Variasi waktu fermentasi adalah 1, 2, 3, 4 sampai 5 hari.
6. Analisis kualitatif yang dilakukan dengan test oksidasi dalam unit *micro Conway diffusion* sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan sampel menggunakan spektrofotometer sinar tampak (Vis).

D. Perumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol dari tape singkong yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh penambahan ekstrak daun katuk terhadap tekstur dan warna tape singkong yang dihasilkan ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol dari tape singkong yang dihasilkan.
2. Mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daun katuk terhadap tekstur dan warna tape singkong yang dihasilkan.

F. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi kegunaan bagi :

1. Peneliti : untuk menambah wawasan keilmuan tentang pengaruh waktu fermentasi terhadap proses pembuatan etanol dari tape singkong (ubi kayu).
2. Mahasiswa : sebagai media untuk menambah pengetahuan tentang pemanfaatan singkong (ubi kayu).
3. Masyarakat : sebagai sumber informasi tentang manfaat penambahan daun katuk pada pembuatan tape singkong.
4. Lembaga : untuk menambah khasanah perbendaharaan ilmu pengetahuan di lingkungan pendidikan khususnya Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan hasil yang diperoleh dari pembuatan tape singkong dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan daun katuk berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

Waktu fermentasi yang terbaik untuk menghasilkan kadar etanol yang paling optimum adalah pada hari ke-3. Konsentrasi yang diperoleh sebagai berikut :

- Pada konsentrasi 0 % sebesar 6,023%.
- Pada konsentrasi 25 % sebesar 5,286%
- Pada konsentrasi 50 % sebesar 5,313%
- Pada konsentrasi 75 % sebesar 5,444%
- Pada konsentrasi 100 % sebesar 6,154%

2. Penambahan daun katuk berpengaruh terhadap tekstur dan warna tape yang dihasilkan, yaitu :

- Pada konsentrasi 0 % tekstur lunak, warna putih kekuningan
- Pada konsentrasi 25 % tekstur lunak, warna hijau muda
- Pada konsentrasi 50 % tekstur lunak, warna hijau muda
- Pada konsentrasi 75 % tekstur lunak, warna hijau muda
- Pada konsentrasi 100 % tekstur lunak, warna hijau kecokelatan

B. Saran

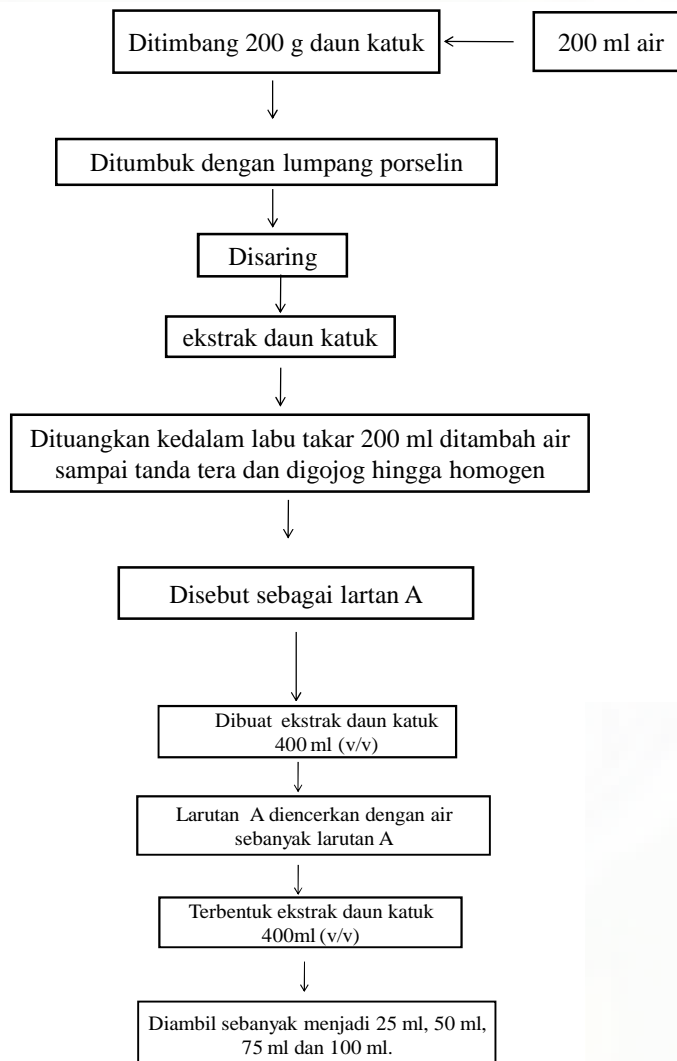
Berdasarkan kesimpulan dan keterbatasan di atas dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

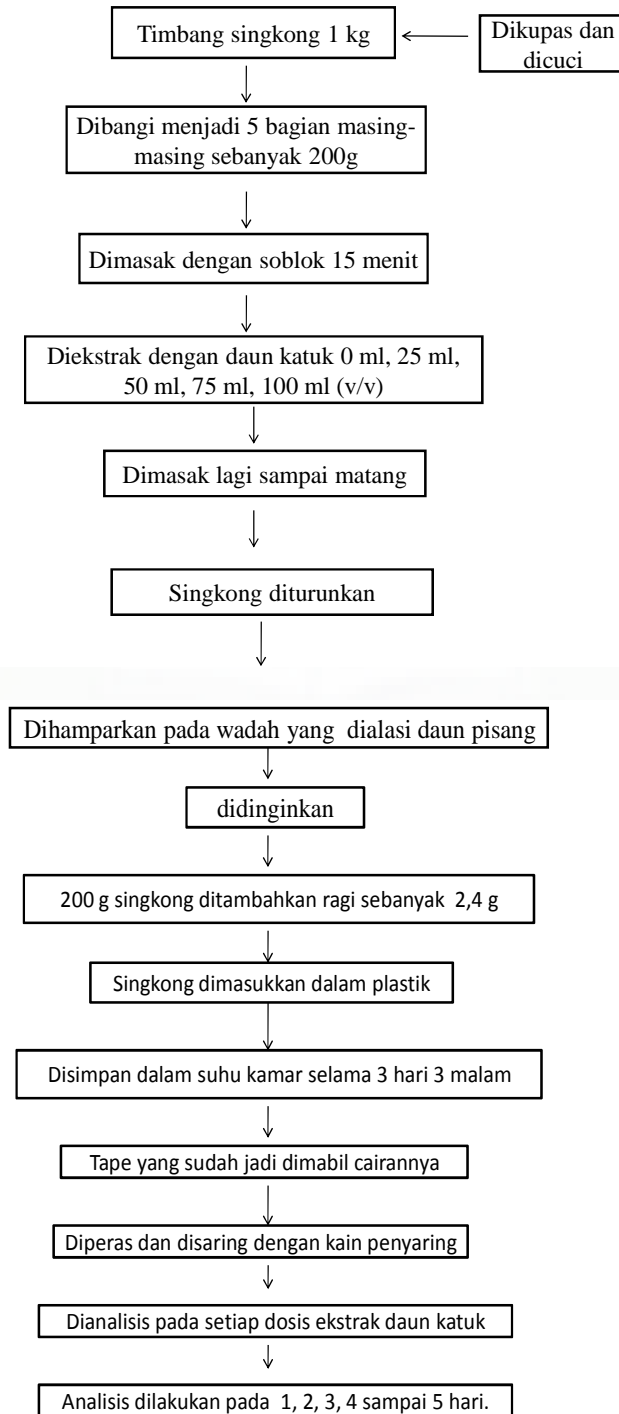
1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan zat pewarna yang lain, seperti daun suji, daun pandan, daun jati dan kunyit pada proses fermentasi untuk mendapatkan kadar etanol yang lebih optimum.
2. Perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi fermentasi etanol, seperti pH, suhu, kadar oksigen dan substrat.

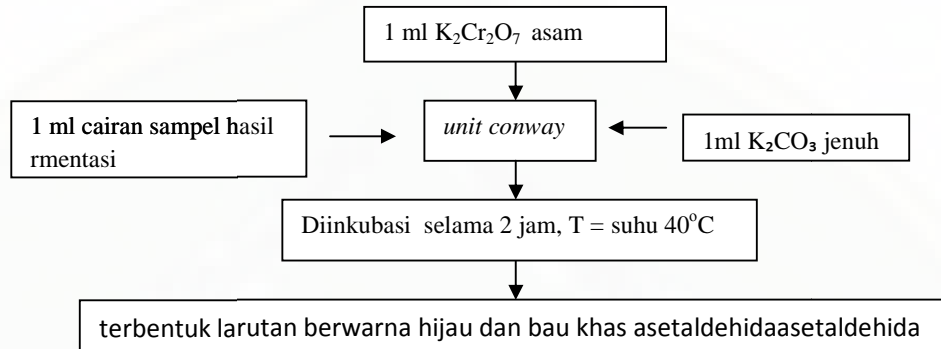
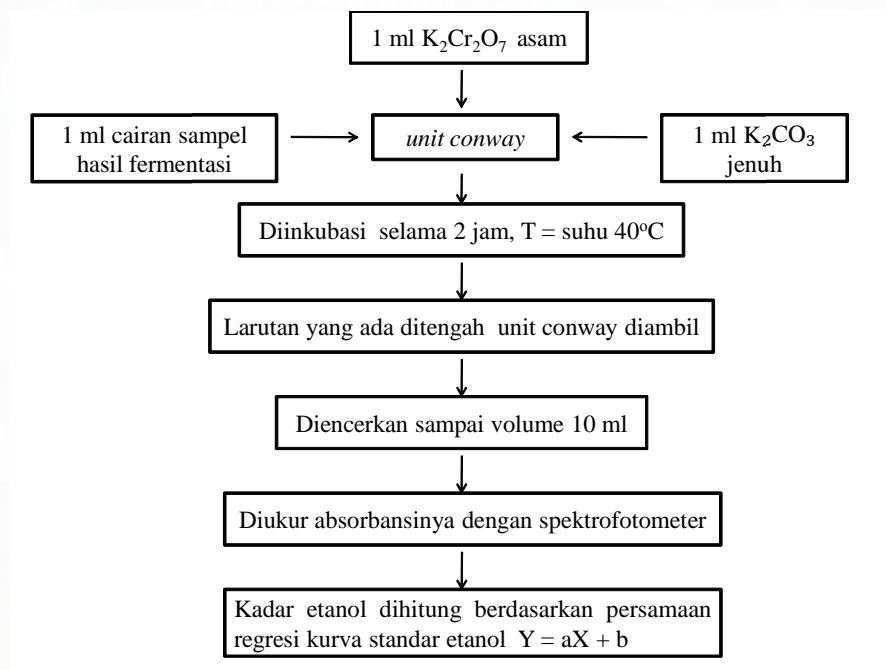
DAFTAR PUSTAKA

- Cahyadi, Wisnu. 2006. *Analisis & Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Effendi, Abdullah dkk. 1988. *Kimia dan Biokimia Pangan*. Yogyakarta : PAU pangan dan Gizi UGM.
- E. Gumbira Said. 1987. *Bioindustri, Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Fessenden & Fessenden. 1986. *Kimia Organik*. Jakarta : Erlangga.
- Hadi, Sutrisno. 2000. *Analisis Regresi*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Haryati. 1988. *Bahan Tambahan Pangan*. Yogyakarta : PAU Pangan Gizi UGM.
- Hendayana, Sumar. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang : IKIP Semarang Press.
- <http://www.warintek.ristek.go.id/pertanian/singkong.pdf>. Jakarta, februari 2000.
- http://www.warintek.ristek.go.id/pangan/Seralia%20dan%20Umbi/tapai_singkong.pdf. Jakarta, maret 2000.
- K. A. Buckle, R. A. Edwards, G .H. Fleet, M. Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta : UI-Press.
- Lestari, Siti. 1998. *Studi Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Katuk Terhadap Kecepatan Dan Hasil Fermentasi Tape Ketan Sebagai sumber Belajar Biologi di SMU*. Skripsi. Yogyakarta : Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA IKIP Yogyakarta.
- Suwaryono, Oyon. dan Yusti Ismeini, *Fermentasi Bahan Makanan Tradisional*, (Yogyakarta : PAU Pangan dan Gizi UGM) hal. 2 .
- Permata, Lisa. 2001. *Statistik Terapan (Untuk Analisis Data Penelitian Pendidikan Kimia)*. Yogyakarta : FMIPA UNY.
- Pitojo, Setijo dan Zumiati. 2002. *Tanaman Bumbu dan Pewarna Nabati*, Semarang : Aneka Ilmu.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2001. *Spektroskopi*. Yogyakarta : Liberty

- Sudarmadji, Slamet dkk. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Sudarmadji, Slamet. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Yogyakarta : PAU Pangan Gizi UGM.
- Sudarmadji, Slamet. 1996. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Sulianti dan Winianti PR. 1990. *Teknologi Fermentasi Umbi-Umbian Dan Biji-Bijian*. Bogor : PAU ITB.
- Tranggono. 1990. *Bahan Tambahan Pangan*. Yogyakarta : PAU Pangan Gizi UGM.
- Vogel. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semi Mikro*. Jakarta : Media Pustaka.
- Wibowo, Djoko. 1990. *Biokimia Proses Fermentasi*. Yogyakarta : PAU Pangan Gizi UGM.
- Winarno, F.G.1982. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta : Gramedia.
- Wiyono, Djoko. 1991. *Bioteknologi : Fisiologi Mikroorganisme*. Yogyakarta : PAU Pangan Gizi UGM.

Lampiran 1**PROSEDUR KERJA****a. Pembuatan Ekstrak Daun Katuk**

b. Pembuatan Tape Singkong

c. Analisis Etanol dalam Sampel**1) Analisis Kualitatif Etanol****2) Analisis Kuantitatif Etanol**

Lampiran 2

PEMBUATAN LARUTAN STANDAR

Etanol yang digunakan untuk membuat larutan standar pada penelitian ini adalah etanol absolut (99,8%) yang telah diencerkan, sehingga diperoleh etanol dengan kadar 25%. Langkah-langkah yang dilakukan pada saat penelitian:

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

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

$$X = 0,25\%$$

2. Etanol dengan kadar 0,25% diambil berturut-turut 0, 1, 2, 3, dan 4 mL. masing-masing etanol tersebut diencerkan menjadi 10 mL, sehingga konsentrasinya menjadi:

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

$$X = 0,025\%$$

Dengan cara yang sama untuk masing-masing etanol diperoleh konsentrasi pada table berikut :

Tabel 1. Data Pembuatan Larutan Standar

NO	Volume Etanol (ml)	Konsentrasi Etanol (% v/v)
1	0	0,000
2	1	0,025
3	2	0,050
4	3	0,075
5	4	0,100

Lampiran 3

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

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data absorbansi larutan alkohol standar yang dapat disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 2. Data absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan larutan standar

No	Konsentrasi (% v/v)	Absorbansi
1	0,000	0,470
2	0,025	0,355
3	0,050	0,260
4	0,075	0,155
5	0,100	0,020

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 etanol setara dengan absorbansi Cr^{3+} ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$A = A_0 - A_k$$

Keterangan:

A = Absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi larutan standar etanol 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 standar etanol dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada konsentrasi larutan standar 0,000% v/v

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

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

$$\begin{aligned} A &= A_0 - A_k \\ &= 0,470 - 0,355 \\ &= 0,115 \end{aligned}$$

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

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

No	Konsentrasi Etanol (% v/v)	Absorbansi
1	0,000	0,000
2	0,025	0,115
3	0,050	0,210
4	0,075	0,315
5	0,100	0,450

Lampiran 4

PEMBUATAN KURVA LARUTAN STANDAR

Tabel 4. Data statistik dasar larutan standar

No	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	0	0	0	0	0
2	0,025	0,115	0,000625	0,013225	0,002875
3	0,050	0,210	0,002500	0,044100	0,010500
4	0,075	0,315	0,005625	0,099225	0,023625
5	0,100	0,450	0,010000	0,202500	0,045000
jmlh	0,250	1,09	0,01875	0,35905	0,082000

Keterangan:

X = Konsentrasi $\bar{X} = 0,05$

Y = Absorbansi $\bar{Y} = 0,218$

A. Penentuan Persamaan Garis Regresi Larutan Standar

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

$$\begin{aligned} \Sigma xy &= \Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{N} & \Sigma x^2 &= \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{N} \\ &= 0,082000 - \frac{(0,250)(1,09)}{5} & &= 0,01875 - \frac{(0,250)^2}{5} \\ &= 0,082000 - 0,0545 & &= 0,01875 - 0,0125 \\ &= 0,0275 & &= 0,00625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma x^2 &= \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{N} \\ &= 0,35905 - \frac{(1,09)^2}{5} \end{aligned}$$

$$= 0,35905 - 0,23762$$

$$= 0,12143$$

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

$$\begin{aligned} a &= \frac{\sum xy}{\sum x^2} \\ &= \frac{0.0275}{0.00625} \\ &= 4,4 \end{aligned}$$

Sehingga persamaan garis regresi linear standarnya :

$$y = 4,4$$

$$Y - \bar{Y} = 4,4(X - \bar{X})$$

$$Y - 0,218 = 4,4(X - 0,05)$$

$$Y - 0,218 = 4,4 X - 0,22$$

$$Y = 4,4X - 0,002$$

B. Penentuan Koefisien Korelasi Standar

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

$$r_{xy} = \frac{0.0275}{\sqrt{(0.00625)(0,12143)}}$$

$$= 0.998$$

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 sampel.

C. Uji Linearitas Garis Regresi

$$\begin{aligned}
 Jk_{reg} &= \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2} \\
 &= \frac{(0,0266)^2}{(0,00625)} \\
 &= 0,1132
 \end{aligned}$$

$$db_{reg} = 1$$

$$\begin{aligned}
 Jk_{res} &= \sum Y^2 - \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2} \\
 &= 0,115126 - \frac{(0,0266)^2}{0,00625} \\
 &= 0,001926
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 Rk_{reg} &= \frac{Jk_{reg}}{db_{reg}} \\
 &= \frac{0,1132}{1} \\
 &= 0,1132
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Rk_{res} &= \frac{Jk_{res}}{db_{res}} \\
 &= \frac{0,001926}{3} \\
 &= 0,000642
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fo &= \frac{RK_{reg}}{RK_{res}} \\
 &= \frac{0,1132}{0,000642}
 \end{aligned}$$

$$= 176.323$$

Ft dengan taraf signifikansi 1 % dengan db (1,3) = 34,12. Harga $F_o > F_t$, maka persamaan garis regresi yang diperoleh signifikan atau linear.

Tabel 5. Ringkasan hasil analisis regresi

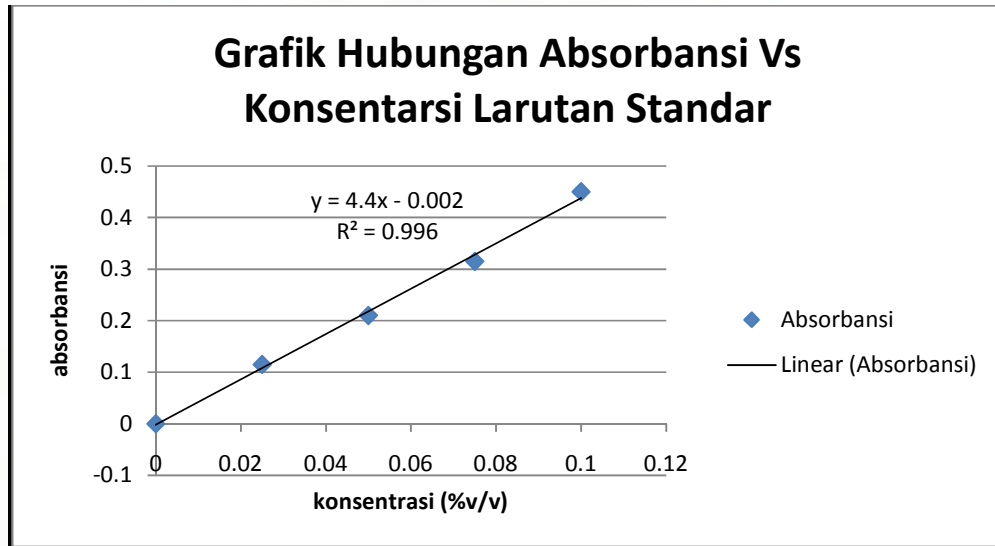
Sumber Variasi	Jk	db	Rk	Fo
Regresi (reg)	0.1132	1	0,1132	176,323
Residu (res)	0.001926	3	0,000642	
Total	0.115126	4		

Keterangan :

$F_o = F$ hitung

$F_t = F$ tabel

Lampiran 5



Gambar 1. Grafik Hubungan Absorbansi dengan Konsentrasi Larutan Standar

Lampiran 6

PERHITUNGAN KADAR ETANOL DALAM SAMPEL

A. Penentuan absorbansi larutan sampel

Dari hasil penelitian didapatkan data absorbansi larutan sampel yang disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 6. Data absorbansi $K_2Cr_2O_7$ sisa hasil reaksi $K_2Cr_2O_7$ dengan larutan sampel

Variasi konsentrasi daun katuk	Lama Fermentasi (Hari)	Absorbansi		
		I	II	III
0 ml	1	0,164	0,160	0,160
	2	0,150	0,160	0,150
	3	0,135	0,134	0,135
	4	0,300	0,300	0,300
	5	0,320	0,320	0,320
25 ml	1	0,300	0,300	0,300
	2	0,273	0,283	0,273
	3	0,173	0,173	0,184
	4	0,320	0,320	0,320
	5	0,323	0,323	0,320
50 ml	1	0,364	0,364	0,354
	2	0,364	0,373	0,373
	3	0,130	0,134	0,130
	4	0,290	0,280	0,290
	5	0,320	0,310	0,320
75 ml	1	0,383	0,383	0,382
	2	0,350	0,350	0,360
	3	0,240	0,240	0,240
	4	0,282	0,282	0,282
	5	0,300	0,300	0,300
100 ml	1	0,364	0,374	0,364
	2	0,340	0,340	0,340
	3	0,130	0,120	0,130
	4	0,280	0,290	0,290
	5	0,290	0,300	0,300

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

Absorbansi larutan Cr^{3+} hasil reaksi sampel dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A = A_o - A_k$$

Keterangan:

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

A_o = Absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi larutan etanol standar dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pada konsentrasi larutan standar 0,00% v/v

A_k = Absorbansi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sisa hasil reaksi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan larutan sampel.

Berdasarkan data dari tabel 6, maka diperoleh absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi sampel dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= A_o - A_k \\ &= 0,470 - 0,164 \\ &= 0,306 \end{aligned}$$

C. Penentuan Kadar Etanol dalam Sampel

Untuk menghitung kadar etanol dalam sampel maka data absorbansi hasil kurva standar etanol disubstitusikan dalam persamaan regresi berikut ini :

$$Y = 4,4X - 0,002$$

Keterangan:

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

X = Kadar etanol (%v/v)

Perhitungan:

Misal pada pengambilan sampel hari ke-1 pada kondisi tanpa penambahan daun katuk, didapatkan absorbansi 0,306, maka kadar etanol yang diperoleh:

$$0,306 = 4,4 X - 0,002$$

$$X = \frac{0,306 + 0,002}{4,4}$$

$$X = 0,07 \% \text{ v/v}$$

Harga X digunakan untuk penentuan kadar alkohol dalam sampel (% v/v)

dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

W = Kadar alkohol (% v/v)

X = Kadar alkohol (% v/v)

fp = faktor pengenceran

ρ = densitas etanol (0,789 g/mL)

Maka, kadar etanol yang diperoleh dengan pengenceran 100 kali adalah:

$$W = 0,07 \cdot 100 \cdot 0,789$$

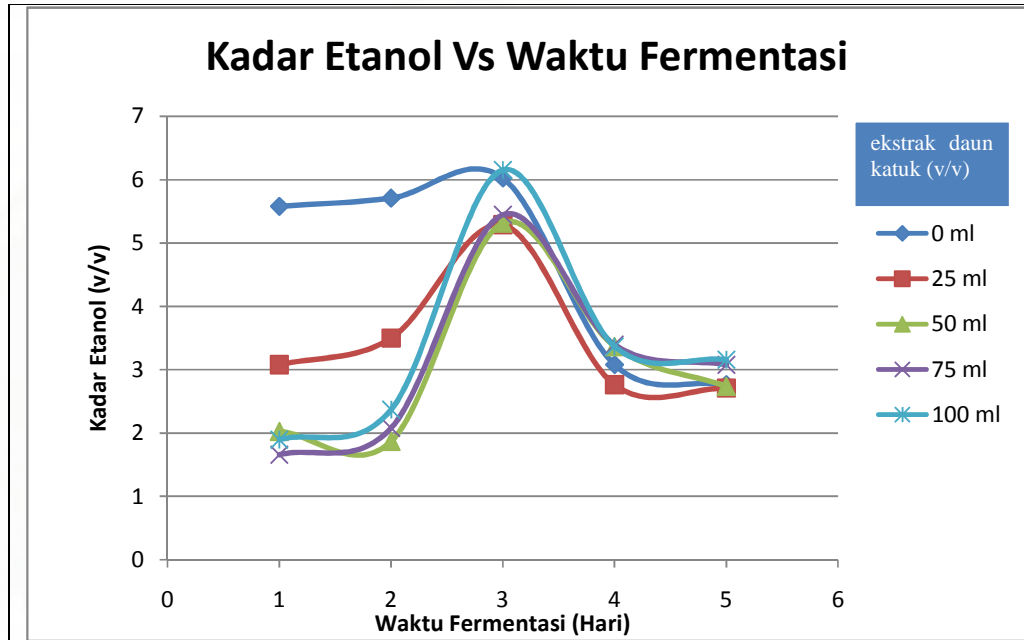
$$= 5,523 \% \text{ v/v}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk masing-masing sampel maka dapat diperoleh data seperti pada tabel sebagai berikut :

Tabel 7. Data Hasil Pengamatan dan Perhitungan Kadar Etanol

Variasi konsentrasi daun katuk	Lama Fermentasi (Hari)	Absorbansi			Kadar Etanol (% v/v)			Rerata Kadar Etanol (% v/v)
		I	II	III	I	II	III	
0 ml	1	0,164	0,160	0,160	5,523	5,602	5,602	5,576
	2	0,150	0,160	0,150	5,759	5,602	5,759	5,706
	3	0,135	0,134	0,135	5,996	6,075	5,996	6,023
	4	0,300	0,300	0,300	3,077	3,077	3,077	3,077
	5	0,320	0,320	0,320	2,762	2,762	2,762	2,762
25 ml	1	0,300	0,300	0,300	3,077	3,077	3,077	3,077
	2	0,273	0,283	0,273	3,551	3,393	3,551	3,498
	3	0,173	0,173	0,184	5,365	5,365	5,128	5,286
	4	0,320	0,320	0,320	2,762	2,762	2,762	2,762
	5	0,323	0,323	0,320	2,683	2,683	2,762	2,709
50 ml	1	0,364	0,364	0,354	1,973	1,973	2,131	2,026
	2	0,364	0,373	0,373	1,973	1,815	1,815	1,867
	3	0,170	0,170	0,180	5,365	5,365	5,207	5,313
	4	0,290	0,280	0,290	3,314	3,472	3,314	3,366
	5	0,320	0,310	0,320	2,762	2,683	2,762	2,736
75 ml	1	0,383	0,383	0,382	1,657	1,657	1,657	1,657
	2	0,350	0,350	0,360	2,131	2,131	1,973	2,078
	3	0,170	0,170	0,180	5,365	5,365	5,602	5,444
	4	0,282	0,282	0,282	3,393	3,393	3,393	3,393
	5	0,300	0,300	0,300	3,077	3,077	3,077	3,077
100 ml	1	0,364	0,374	0,364	1,973	1,736	1,973	1,894
	2	0,340	0,340	0,340	2,367	2,367	2,367	2,367
	3	0,130	0,120	0,130	6,075	6,312	6,075	6,154
	4	0,280	0,290	0,290	3,472	3,314	3,314	3,366
	5	0,290	0,300	0,300	3,314	3,077	3,077	3,156

Lampiran 7



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Etanol dengan Waktu Fermentasi

Lampiran 8

PERHITUNGAN ANAVA AB

Tabel 8. Data Statistik Dasar Kadar Etanol Hasil Fermentasi Singkong

Waktu Fermentasi	Statistik Dasar	Penambahan Daun Katuk (ml v/v)					Total
		0	25	50	75	100	
1	N	3	3	3	3	3	15
	$\sum X$	16,727	9,231	6,077	4,971	5,682	42,688
	$\sum X^2$	93,264	28,404	12,309	8,237	10,762	152,976
	\bar{X}	5,576	3,077	2,026	1,657	1,894	14,230
2	N	3	3	3	3	3	15
	$\sum X$	17,120	10,495	5,603	6,235	7,101	46,554
	$\sum X^2$	97,698	36,715	10,465	12,958	16,808	174,644
	\bar{X}	5,706	3,498	1,867	2,078	2,367	15,516
3	N	3	3	3	3	3	15
	$\sum X$	18,067	15,858	15,937	16,332	18,462	84,656
	$\sum X^2$	108,805	83,825	84,663	88,912	113,615	479,820
	\bar{X}	6,023	5,286	5,313	5,444	6,154	28,220
4	N	3	3	3	3	3	15
	$\sum X$	9,231	8,286	10,100	10,179	10,100	47,896
	$\sum X^2$	28,404	22,886	34,003	34,537	34,003	153,833
	\bar{X}	3,077	2,762	3,366	3,393	3,366	15,964
5	N	3	3	3	3	3	15
	$\sum X$	8,286	8,128	8,207	9,231	9,468	43,320
	$\sum X^2$	22,886	22,022	22,452	28,404	29,881	125,645
	\bar{X}	2,762	2,709	2,736	3,077	3,156	14,440
Total	N	15	15	15	15	15	75
	$\sum X$	69,431	51,998	45,924	46,948	50,813	265,114
	$\sum X^2$	351,057	193,852	163,892	173,048	205,069	1086,918
	\bar{X}	23,144	17,332	15,308	15,649	16,937	88,370

Keterangan : Kelompok A = Waktu Fermentasi

Kelompok B = Penambahan Daun Katuk

A. Perhitungan Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned}
 JK_T &= \Sigma X^2_{total} - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N} \\
 &= 1086918 - \frac{(265,114)^2}{75} \\
 &= 1086,918 - 937,139 \\
 &= 149,779
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_A &= \frac{(\Sigma X_{A_1})^2}{nA_1} + \frac{(\Sigma X_{A_2})^2}{nA_2} - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N} \\
 &= 1021,788 - 937,139 \\
 &= 84,649
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_B &= \frac{(\Sigma X_{B_1})^2}{nB_1} + \frac{(\Sigma X_{B_2})^2}{nB_2} - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N} \\
 &= 961,303 - 937,139 \\
 &= 24,164
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{AB} &= \frac{(\Sigma X_{AB})^2}{nAB} - \frac{(\Sigma X_T)^2}{N} - JK_A - JK_B \\
 &= 1015,839 - 937,139 - 84,649 - 24,164 \\
 &= -30,113
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_D &= JK_T - JK_A - JK_B - JK_{AB} \\
 &= 149,799 - 84,649 - 24,164 - (-30,113) \\
 &= 71,099
 \end{aligned}$$

B. Perhitungan Harga Derajat Kebebasan (db)

$$Db = N - 1 = 75 - 1 = 74$$

$$dbA = nA - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$dbB = nB - 1 = 4$$

$$dbAB = dbA \times dbB = 4 - 4 = 16$$

$$dbD = db \text{ total} - dbA - dbB - dbAB = 75 - 4 - 4 - 16 = 50$$

C. Perhitungan Harga Rarata Jumlah Kuadrat Tengah (KT)

$$KT_A = \frac{JK_A}{db_A} = \frac{84,649}{4} = 21,162$$

$$KT_B = \frac{JK_B}{db_B} = \frac{24,164}{4} = 6,041$$

$$KT_{AB} = \frac{JK_{AB}}{db_{AB}} = \frac{-30,113}{16} = -1,882$$

$$KT_D = \frac{JK_D}{db_D} = \frac{71,099}{50} = 1,422$$

D. Perhitungan Harga F obserfasi (Fo)

$$Fo_A = \frac{KT_A}{KT_D} = \frac{21,162}{1,422} = 14,882$$

$$Fo_B = \frac{KT_B}{KT_D} = \frac{6,041}{1,422} = 4,248$$

$$F_{o_{AB}} = \frac{KT_{AB}}{KT_D} = \frac{-1,882}{1,422} = -1,324$$

Harga F_o yang diperoleh dibandingkan dengan harga F tabel pada taraf signifikansi 5% yaitu $F_{0,05}(4,50) = 2,53$; $F_{0,05}(4,50) = 2,53$; $F_{0,05}(16,50) = 1,84$

Pengujian hipotesis:

1. $F_{oA} > F$ tabel maka H_o ditolak, berarti ada perbedaan yang signifikan antara kadar etanol dengan waktu fermentasi 1, 2, 3, 4, dan 5 hari.
2. $F_{oB} > F$ tabel maka H_o ditolak, berarti ada perbedaan yang signifikan kadar etanol dengan variasi konsentrasi daun katuk 0 ml, 25 ml, 50 ml, 75 ml dan 100 ml.
3. $F_{oAB} < F$ tabel maka H_o diterima, berarti tidak terdapat interaksi antara waktu fermentasi dengan konsentrasi daun katuk terhadap kadar etanol hasil fermentasi singkong

Tabel 9. Ringkasan Hasil Perhitungan ANAVA AB

Sumber Variasi (SV)	Derajat Kebebasan (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Rerata Jumlah Kuadrat (RJK)	Fo	Uji DMRT
Antar Kelompok A	a-1	84,649	21,162	14,882	Ya
Antar Kelompok B	b-1	24,164	6,041	4,248	Ya
Interaksi AB	(a-1) x (b-1)	- 30,113	- 1,882	- 1,324	Tidak

Berdasarkan table diatas dapat disimpulkan:

1. Untuk pengujian hipotesis yang pertama yaitu $F_{0,05}(4,50) = 2,53$. Karena $F_o(14,882) > F$ tabel maka, H_o ditolak yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan kadar etanol antara waktu fermentasi 1, 2, 3, 4, dan 5 hari.
4. Pengujian hipotesis yang kedua taraf signifikansi yaitu $F_{0,05}(4,50) = 2,53$. Karena $F_o(4,248) > F$ tabel maka, H_o ditolak berarti terdapat perbedaan yang signifikan kadar etanol dengan variasi konsentrasi daun katuk 0 ml, 25 ml, 50 ml, 75 ml dan 100 ml.
2. Pengujian hipotesis ketiga yaitu $F_{0,05}(16,50) = 1,84$. Karena $F_o(-1,324) < F$ tabel maka, H_o diterima berarti tidak terdapat interaksi antara waktu fermentasi dengan konsentrasi daun katuk terhadap kadar etanol hasil fermentasi singkong.

Karena variabel kadar etanol dan waktu fermentasi tidak terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji pengaruh pada masing-masing faktor yaitu dengan uji DMRT.

Lampiran 9

UJI DMRT

Sumber: Variasi Waktu Fermentasi

$$KT_D = 1,422$$

$$dbD = 50$$

$$n = 15$$

$$\text{Harga } S_y = \sqrt{\frac{KT_D}{n}} = \sqrt{\frac{1,422}{15}} = 0,095$$

harga Rp dp dilihat dengan rumus sebagai berikut : $R_p = r_p \cdot S_y$

untuk $\alpha = 0,05$; $V = 50$ diperoleh Rp sebagai berikut:

P	2	3	4	5
rp	2,829	2,976	3,076	3,143
Rp	0,268	0,283	0,293	0,298

Uji Antar A (Waktu Fermentasi)

Hipotesis Ho: $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5$

Ha: minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian

Data nilai rata-rata sampel diurutkan dr rata-rata terendah sampai kenilai tertinggi

A1	A5	A2	A4	A3
14,230	14,440	15,516	15,964	28,220

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel harga selisih rata-rata abstrak dikonsultasikan dengan harga Rp yaitu sebagai berikut:

$ A3-A4 $	$= 12,256 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A3-A2 $	$= 12,704 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A3-A5 $	$= 13,780 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A3-A1 $	$= 13,990 > 0,298(R5)$	→ Ada Perbedaan
$ A4-A2 $	$= 0,448 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A4-A5 $	$= 1,524 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A4-A1 $	$= 1,734 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A2-A5 $	$= 1,076 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A2-A1 $	$= 1,286 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A5-A1 $	$= 0,210 > 0,268(R2)$	→ Tidak Ada Perbedaan

Kesimpulan: ada sepuluh perbedaan antar waktu fermentasi

1. Uji Antar A pada B1

Hipotesis Ho: $A1=A2=A3=A4=A5$

Ha: minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

Data nilai rata-rata total sampel diurutkan dari rata-rata terendah sampai ke nilai tertinggi

A5B1	A4B1	A1B1	A2B1	A3B1
2,762	3,077	5,576	5,706	6,023

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel harga selisih rata-rata abstrak dikonsultasikan dengan harga Rp yaitu sebagai berikut:

$ A3B1-A2B1 $	$= 0,317 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B1-A1B1 $	$= 0,447 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B1-A4B1 $	$= 2,946 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B1-A5B1 $	$= 3,261 > 0,298(R5)$	→ Ada Perbedaan
$ A2B1-A1B1 $	$= 0,130 > 0,268(R2)$	→ Tidak Ada Perbedaan
$ A2B1-A4B1 $	$= 2,629 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A2B1-A5B1 $	$= 2,944 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A1B1-A4B1 $	$= 2,499 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A1B1-A5B1 $	$= 2,814 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B1-A5B1 $	$= 0,315 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan

2. Uji Antar A pada B2

Hipotesis Ho: $A1=A2=A3=A4=A5$

Ha: minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

Data nilai rata-rata total sampel diurutkan dari rata-rata terendah sampai ke nilai tertinggi

A5B2	A4B2	A1B2	A2B2	A3B2
2,709	2,762	3,077	3,498	5,286

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel harga selisih rata-rata abstrak dikonsultasikan dengan harga Rp yaitu sebagai berikut:

$ A3B2-A2B2 $	$= 1,788 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B2-A1B2 $	$= 2,209 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B2-A4B2 $	$= 2,524 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B2-A5B2 $	$= 2,580 > 0,298(R5)$	→ Ada Perbedaan
$ A2B2-A1B2 $	$= 0,421 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A2B2-A4B2 $	$= 0,736 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A2B2-A5B2 $	$= 0,789 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A1B2-A4B2 $	$= 0,315 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A1B2-A5B2 $	$= 0,368 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B2-A5B2 $	$= 0,053 > 0,268(R2)$	→ Tidak Ada Perbedaan

3. Uji Antar A pada B3

Hipotesis Ho: $A1=A2=A3=A4=A5$

Ha: minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

Data nilai rata-rata total sampel diurutkan dari rata-rata terendah sampai ke nilai tertinggi

A2B3	A1B3	A5B3	A4B3	A3B3
1,867	2,026	2,736	3,366	5,313

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel harga selisih rata-rata abstrak dikonsultasikan dengan harga Rp yaitu sebagai berikut:

$ A3B3-A4B3 $	$= 1,947 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B3-A5B3 $	$= 2,577 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B3-A1B3 $	$= 3,287 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B3-A2B3 $	$= 3,446 > 0,298(R5)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B3-A5B3 $	$= 0,630 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B3-A1B3 $	$= 1,340 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B3-A2B3 $	$= 1,499 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A5B3-A1B3 $	$= 0,710 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A5B3-A2B3 $	$= 0,869 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A1B3-A2B3 $	$= 0,159 > 0,268(R2)$	→ Tidak Ada Perbedaan

4. Uji Antar A pada B4

Hipotesis Ho: $A1=A2=A3=A4=A5$

Ha: minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

Data nilai rata-rata total sampel diurutkan dari rata-rata terendah sampai ke nilai tertinggi

A1B4	A2B4	A5B4	A4B4	A3B4
1,657	2,078	3,077	3,393	5,444

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel harga selisih rata-rata abstrak dikonsultasikan dengan harga Rp yaitu sebagai berikut:

$ A3B4-A4B4 $	$= 2,051 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B4-A5B4 $	$= 2,367 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B4-A2B4 $	$= 3,366 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A3B4-A1B4 $	$= 3,787 > 0,298(R5)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B4-A5B4 $	$= 0,316 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B4-A2B4 $	$= 1,315 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B4-A1B4 $	$= 1,736 > 0,293(R4)$	→ Ada Perbedaan
$ A5B4-A2B4 $	$= 0,999 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan
$ A4B4-A1B4 $	$= 1,420 > 0,283(R3)$	→ Ada Perbedaan
$ A2B4-A1B4 $	$= 0,421 > 0,268(R2)$	→ Ada Perbedaan

5. Uji Antar A pada B5

Hipotesis Ho: $A1=A2=A3=A4=A5$

Ha: minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

Data nilai rata-rata total sampel diurutkan dari rata-rata terendah sampai ke nilai tertinggi

A1B5	A2B5	A5B5	A4B5	A3B5
1,894	2,367	3,156	3,366	6,154

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel harga selisih rata-rata abstrak dikonsultasikan dengan harga Rp yaitu sebagai berikut:

$$|A3B4-A4B4| = 2,788 > 0,268(R2) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A3B4-A5B4| = 2,998 > 0,283(R3) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A3B4-A2B4| = 3,787 > 0,293(R4) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A3B4-A1B4| = 4,260 > 0,298(R5) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A4B4-A5B4| = 0,210 > 0,268(R2) \rightarrow \text{Tidak Ada Perbedaan}$$

$$|A4B4-A2B4| = 0,999 > 0,283(R3) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A4B5-A1B5| = 1,472 > 0,293(R4) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A5B5-A2B5| = 0,789 > 0,268(R2) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A5B5-A1B5| = 1,262 > 0,283(R3) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

$$|A2B5-A1B5| = 0,473 > 0,268(R2) \rightarrow \text{Ada Perbedaan}$$

Lampiran 10

DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 3. singkong



Gambar 5. Unit *Micro conway* Diffusion sebelum diinkubasi



Gambar 6. Unit *Micro conway* Diffusion setelah diinkubasi



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

Lampiran 11

NILAI KOEFISIEN KORELASI

Tabel 10 Nilai Koefisien Korelasi

N	Tarf signifikansi		N	Tarf signifikansi	
	5%	1%		5%	1%
3	0,997	0,999	38	0,320	0,413
4	0,950	0,990	39	0,316	0,408
5	0,878	0,959	40	0,312	0,403
6	0,811	0,917	41	0,308	0,398
7	0,754	0,874	42	0,304	0,393
8	0,707	0,834	43	0,301	0,389
9	0,666	0,798	44	0,297	0,384
10	0,632	0,765	45	0,294	0,380
11	0,602	0,735	46	0,291	0,376
12	0,576	0,708	47	0,288	0,372
13	0,553	0,684	48	0,284	0,368
14	0,532	0,661	49	0,281	0,364
15	0,514	0,641	50	0,279	0,361
16	0,497	0,623	55	0,266	0,345
17	0,482	0,606	60	0,254	0,330
18	0,468	0,590	65	0,244	0,317
19	0,456	0,575	70	0,235	0,306
20	0,444	0,561	75	0,227	0,296
21	0,433	0,549	80	0,220	0,286
22	0,423	0,537	85	0,213	0,278
23	0,413	0,526	90	0,207	0,270
24	0,404	0,515	95	0,202	0,263
25	0,396	0,505	100	0,195	0,256
26	0,388	0,496	125	0,176	0,230
27	0,381	0,487	150	0,159	0,210
28	0,374	0,478	175	0,148	0,194
29	0,367	0,470	200	0,138	0,181
30	0,361	0,463	300	0,113	0,148
31	0,355	0,456	400	0,098	0,128
32	0,349	0,449	500	0,088	0,115
33	0,344	0,442	600	0,080	0,105
34	0,339	0,436	700	0,074	0,097
35	0,334	0,430	800	0,070	0,091
36	0,329	0,424	900	0,065	0,086
37	0,325	0,418	1000	0,063	0,081

Sumber: Teknik Analisis Korelasi dan Regresi. Sudjana. Tarsito (1991)

Lampiran 12

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 5,95	3,26 5,41	3,11 5,06	3,00 4,82	2,92 4,65	2,85 4,50	2,80 4,39

Lampiran13

TABEL DISTRIBUSI $F_{0,05}$

Tabel 11 Distribusi F

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	50	120	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,58	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,15	5,77	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,68	4,62	4,56	1,53	4,50	4,45	4,43	4,40	4,37
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,3	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,99	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,65	2,62	2,50	2,54
11	4,48	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,10
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,79	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,14	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,92	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00

Lampiran 13

Daftar DMRT

Tabel 12 . 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