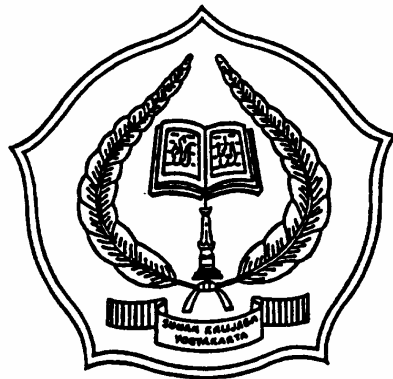


**PENGARUH PENAMBAHAN NITROGEN DAN WAKTU FERMENTASI
TERHADAP KADAR ETANOL PADA PROSES FERMENTASI
KULIT PISANG AMBON KUNING (*Musa paradisiaca* Linn.)**

Skripsi
untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Kimia



diajukan oleh:
Ni'matun Najah
04630008

Kepada
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 : Ni'matun Najah
NIM : 04630008
Judul Skripsi : **Pengaruh Penambahan Nitrogen dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol pada Proses Fermentasi Kulit Pisang Ambon Kuning (*Musa paradisiaca* Linn.)**

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.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 Mei 2009
Pembimbing

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



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 terhadap skripsi yang telah dimunaqosyahkan, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari :

Nama : Ni'matun Najah

NIM : 04630008

Judul Skripsi : **Pengaruh Penambahan Nitrogen dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol pada Proses Fermentasi Kulit Pisang Ambon Kuning (*Musa paradisiaca* Linn.)**

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, 10 Juni 2009

Konsultan

Khamidinal, M. Si

NIP. 19691104 200003 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ni'matun Najah
NIM : 04630008
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

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

PENGARUH PENAMBAHAN NITROGEN DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR ETANOL PADA PROSES FERMENTASI KULIT PISANG AMBON KUNING (*Musa paradisiaca* Linn.)

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

Yogyakarta, 14 Mei 2009



Yang menyatakan

Ni'matun Najah

NIM. 04630008



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2026/2008

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Penambahan Nitrogen dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol pada Proses Fermentasi Kulit Pisang Ambon Kuning (*Musa paradisiaca* Linn.)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Ni'matun Najah
NIM : 0463 0008
Telah dimunaqasyahkan pada : 4 Juni 2009
Nilai Munaqasyah : A -

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

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

Penguji I

Khamidinal, M.Si
NIP. 19691104 200003 1 002

Penguji II

Arifah Khushuryani, M.Si
NIP.19751505 200003 2 001

Yogyakarta, 10 Juni 2009

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



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

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya, ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatannya) yang dikerjakannya...”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu...” (Q.S. Al-Baqarah: 185)

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat...”

(Q.S. Al-Mujadilah: 11)

“Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat”

(Winston Churchill)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan). Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-7)

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. 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 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 dan dosen Pembimbing Akademik.

3. Esti Wahyu Widowati, M.Si., selaku 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. Wijayanto, S.Si., selaku laboran Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu memberikan pengetahuan dan pengarahan selama melakukan penelitian.
6. Bapak dan ibuku tercinta, terimakasih atas do'a yang tak henti-hentinya memberikan motivasi, nasihat, dan dukungan dengan ikhlas untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan sehingga masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya 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, 14 Mei 2009
Penyusun

Ni'matun Najah
NIM. 04630008

PERSEMBAHAN

Skripsi ini

DIPERSEMBAHKAN

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

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NOTA DINAS PEMBIMBINGAN	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTASI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Pembatasan Masalah	3
C. Perumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.	5

	Halaman
B. Landasan Teori.....	6
1. Buah Pisang Ambon Kuning.....	6
2. Karbohidrat	10
3. Khamir	12
4. Profil Pertumbuhan Mikroorganisme	14
5. Fermentasi.....	19
6. Etanol.....	29
C. Hipotesis Penelitian.....	37
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Alat dan Bahan Penelitian.....	38
B. Prosedur Penelitian.....	38
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Profil Pertumbuhan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	46
B. Proses Fermentasi Kulit Pisang.....	47
C. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Etanol	49
D. Pengaruh Variasi Konsentrasi Nitrogen dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol	51
 BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	54
B. Saran-saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Pisang Ambon	9
Table 2.2 Komposisi Kimia Kulit Pisang	10
Table 2.3 Komposisi Unsur yang Dibutuhkan oleh Mikroorganisme (Dalam % Berat Kering)	23
Table 4.1 Rerata Kadar Etanol	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva Pertumbuhan Mikroorganismen	15
Gambar 2.2 Jalur Reaksi Embden-Meyerhof-Parnas (EMP).....	28
Gambar 2.3 Perubahan Tenaga Radiasi yang Terjadi Apabila Radiasi Monokromatik Melewati Sel Penyerap	36
Gambar 4.1 Profil Pertumbuhan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	47
Gambar 4.2 Rerata Kadar Etanol Hasil Fermentasi Kulit Pisang Ambon Kuning.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Prosedur Kerja Secara Umum	58
Lampiran 2. Hasil Analisis Biomassa Sel	59
Lampiran 3. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar Etanol	60
Lampiran 4. Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks Larutan Standar Etanol.	61
Lampiran 5. Penentuan Absorbansi Cr^{3+} Hasil Reaksi Larutan Standar Etanol Dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	62
Lampiran 6. Pembuatan Kurva Larutan Standar	64
Lampiran 7. Kurva Kalibrasi Larutan Standar	68
Lampiran 8. Perhitungan Kadar Etanol Dalam Cuplikan	69
Lampiran 9. Perhitungan Uji ANAVA AB Dan Uji DMRT	74
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian	98
Lampiran 11. Nilai Koefisien Korelasi	99
Lampiran 12. Tabel Distribusi F	100
Lampiran 13. Daftar DMRT	101

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN NITROGEN DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR ETANOL PADA PROSES FERMENTASI KULIT PISANG AMBON KUNING (*Musa paradisiaca* Linn.)

Oleh :
Ni'matun Najah
04630008

Dosen Pembimbing : Esti Wahyu Widowati, M. Si

. Kulit pisang merupakan hasil samping dari tanaman pisang yang hingga saat ini merupakan bahan buangan dengan jumlah cukup banyak. Pada umumnya kulit pisang ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibuang sebagai sampah. Secara teoritis kulit pisang segar dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol, karena mengandung karbohidrat yang tinggi yaitu sekitar 18,5%. Sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan nilai ekonomi kulit pisang telah dilakukan penelitian untuk memanfaatkannya sebagai bahan baku etanol melalui proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi nitrogen dan waktu fermentasi optimum untuk menghasilkan etanol dengan kadar optimum.

Sampel yang digunakan adalah kulit pisang ambon kuning yang diperoleh dari pasar tradisional Gowok Yogyakarta. Analisis kualitatif dilakukan dengan menggunakan metode *Micro Conway Diffusion*, sedangkan analisis kuantitatifnya dilakukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 410 nm. Analisis data penelitian dilakukan menggunakan ANAVA AB dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar etanol tertinggi diperoleh setelah fermentasi 5 hari, dengan penambahan nitrogen 7 % yaitu sebesar 2,324 % (v/v). Sedangkan kadar etanol terendah yaitu 0,423 % (v/v) terjadi pada penambahan nitrogen 0 %, dan waktu fermentasi 9 hari. Berdasarkan analisis data secara statistik, dapat disimpulkan bahwa variasi waktu fermentasi pada proses fermentasi mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan.

Kata kunci : *Etanol, kulit pisang ambon kuning, fermentasi*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alkohol adalah suatu senyawa organik yang tersusun dari unsur-unsur C, H dan O. Alkohol, khususnya etanol, dapat dibuat dengan dua cara, yaitu secara sintesis dan industri.¹ Pembuatan etanol secara industri, pada umumnya diproduksi dengan cara fermentasi bahan yang mengandung karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme yang sering disebut sebagai bioetanol.

Pengembangan bioenergi seperti bioetanol dari biomassa sebagai sumber bahan baku yang dapat diperbarui merupakan satu alternatif yang memiliki nilai positif dari aspek sosial dan lingkungan. Etanol banyak digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain sebagai bahan campuran minuman keras, kosmetik, antiseptik, pencuci alat-alat kedokteran, dan bahan bakar alternatif.

Pisang merupakan jenis buah-buahan tropis yang banyak dihasilkan di Indonesia. Tanaman pisang merupakan tanaman serba guna, mulai dari akar sampai daun dapat digunakan. Produk utama dari tanaman pisang adalah buah pisang. Kulit pisang merupakan bahan buangan yang cukup banyak jumlahnya, yaitu kira-kira sepertiga dari buah pisang yang belum dikupas. Pada umumnya kulit pisang ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibuang sebagai sampah. Secara teoritis kulit pisang segar dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etanol, karena mengandung karbohidrat yang

¹ Fessenden, R.J dan Fessenden, J.S. , *Kimia Organik*, Edisi ketiga, (Jakarta: Erlangga, 1982), hlm. 265-267

tinggi yaitu sekitar 18,5%. Oleh karena itu untuk meningkatkan nilai ekonomi dari kulit pisang adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan etanol melalui proses fermentasi.

Fermentasi dapat dilakukan karena prinsip dasar dari fermentasi adalah pemecahan komponen gula yang kemudian diubah menjadi etanol dan karbondioksida oleh adanya aktivitas sel-sel khamir². *Saccharomyces cerevisiae* termasuk jenis khamir (jamur bersel satu) yang cukup efektif menghasilkan etanol.

Khamir, seperti mikroorganisme lainnya memerlukan media dan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya. Unsur-unsur utama yang dibutuhkan adalah nitrogen, fosfor, karbon, fosfat, hidrogen, potasium, zat besi dan magnesium. Khamir menggunakan garam amonium, asam amino dan sejumlah peptida sebagai sumber nitrogen. Kebutuhan nitrogen biasanya dipenuhi dalam bentuk amonia atau garam amonium, terutama amonium sulfat. Untuk alasan ekonomis, biasanya digunakan urea sebagai sumber nitrogen.

Kadar etanol yang dihasilkan selama proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu, kadar gula, pH, waktu fermentasi, kadar oksigen, nutrisi pada media dan kemampuan fermentasi mikroorganisme. Berdasarkan hal tersebut maka akan dilakukan penelitian tentang fermentasi kulit pisang oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Diharapkan penelitian ini

² E. Gumbira Said, *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*, (Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa, 1987), hlm. 2

merupakan suatu alternatif untuk memanfaatkan kulit pisang sebagai bahan baku bioetanol.

B. Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kulit pisang yang digunakan adalah kulit pisang ambon kuning (*Musa paradisiaca* Linn.)
2. Khamir yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*
3. Konsentrasi *starter* yang digunakan adalah 10 % (v/v)
4. Penambahan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sebagai sumber nitrogen dengan variasi konsentrasi 0, 3, 5, 7, 9, dan 11 % (b/v)
5. Variasi waktu fermentasi adalah 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 hari
6. Analisis kualitatif terhadap etanol, dilakukan dengan tes oksidasi (metode *Micro Conway Diffusion*), sedangkan analisis kuantitatif menggunakan spektrofotometri sinar tampak

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah maka permasalahan pokok dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Pada penambahan konsentrasi nitrogen berapakah dihasilkan etanol dengan kadar optimum?
2. Pada waktu fermentasi berapakah diperoleh kadar etanol optimum?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsentrasi nitrogen yang dapat menghasilkan etanol dengan kadar optimum
2. Mengetahui waktu fermentasi optimum untuk mendapatkan kadar etanol optimum

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

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 Sarjana Kimia di UIN Sunan Kalijaga.
2. Bagi mahasiswa
Menambah khasanah ilmu pengetahuan tentang penelitian kimia.
3. Bagi lembaga
Sebagai tambahan pengetahuan dan informasi bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian lebih lanjut.
4. Bagi masyarakat
Dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat dalam usaha peningkatan ekonomi dengan mengolah kulit pisang menjadi bahan yang bernilai ekonomis melalui proses fermentasi

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol hasil fermentasi kulit pisang ambon kuning.
2. Kadar etanol tertinggi diperoleh setelah fermentasi 5 hari, dengan penambahan nitrogen 7 %, yaitu sebesar 2,324 % (v/v). Sedangkan kadar etanol terendah yaitu 0,423 % (v/v) terjadi pada penambahan nitrogen 0 % dan waktu fermentasi 9 hari.

B. Saran-saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui apakah ada nutrisi tambahan lain yang berpengaruh pada proses fermentasi etanol.
2. Berdasarkan kondisi optimum yang telah diperoleh, perlu tindak lanjut untuk penelitian pada skala lebih besar (*up scale*) mengingat pertumbuhan sel khamir pada setiap kondisi fermentasi berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

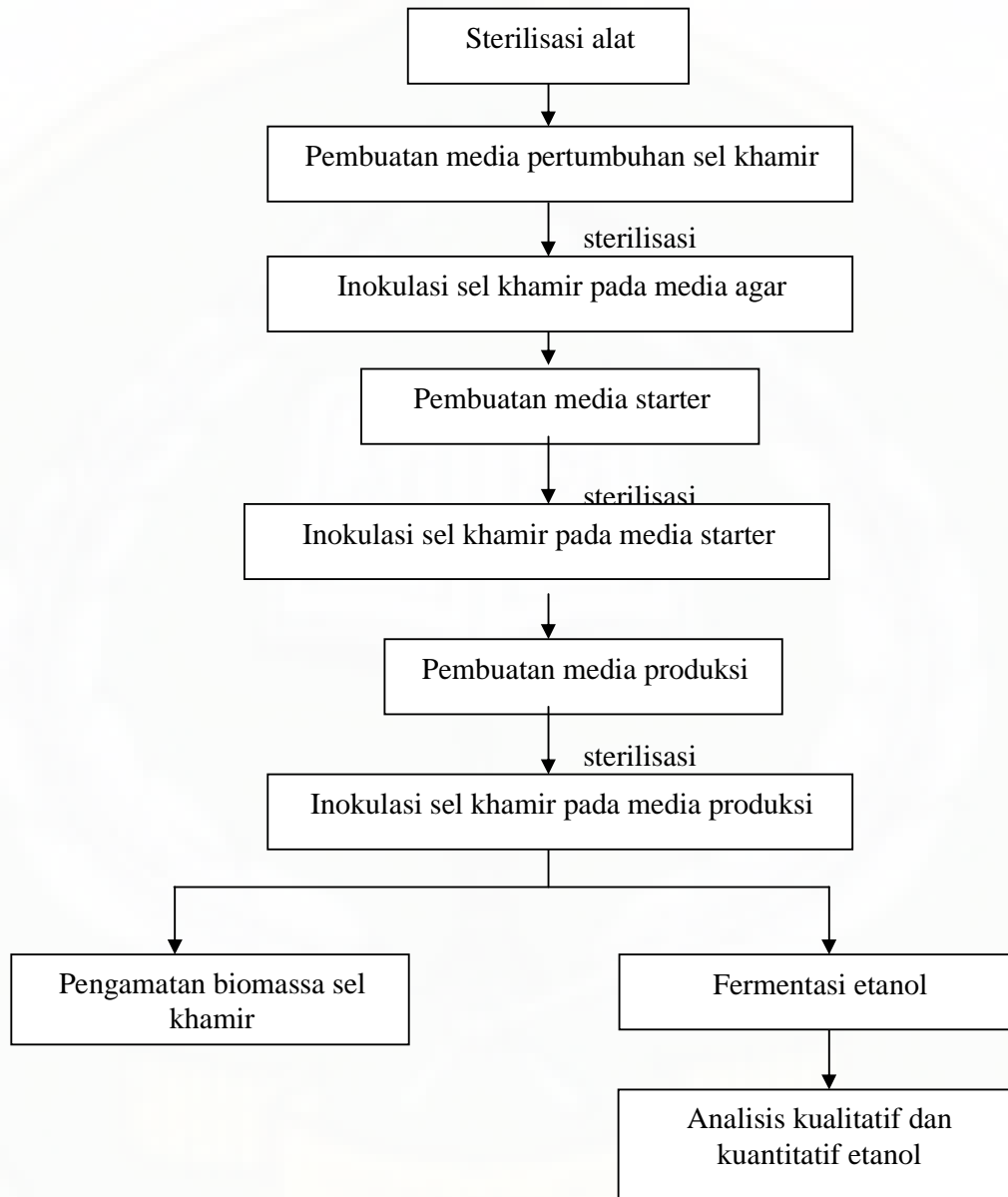
- Ana Poedjiadi. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, M. Wootton. 2007. *Ilmu Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Cahyani Dwi Astuti. 2006. *Skripsi: Analisis Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Berbagai Kulit Pisang*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Djoko Wibowo, Sardjono Bambang Haryono, Djoko Widjono. 1988. *Prinsip-Prinsip Teknologi Fermentasi*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Djoko Wiyono. 1992. *Bioteknologi: Fisiologi Mikroorganisme*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- E. Gumbira Said. 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Estie Setiya Rini. 2008. *Skripsi: Pengaruh Penambahan Nitrogen dan Fosfor Terhadap Proses Biosintesis Alkohol dari Bekatul Beras*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Estien Yazid dan Lisda Nursanti. 2006. *Penuntun Praktikum Biokimia untuk Mahasiswa Analis*. Yogyakarta: Andi.
- Fessenden, R.J dan Fessenden, J.S. 1982. *Kimia Organik*. Edisi Ketiga. Jilid Satu. Jakarta: Erlangga.
- Fitri Hartanti. 2003. *Laporan Penelitian: Pengaruh Variasi Waktu Terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Pisang Tanduk*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Gatot Priyanto. 1998. *Teknik Pengawetan Pangan*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Harjono Sastrohamidjojo. 2001. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty
- Kartika. B. 1988. *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM
- Kuswanti. 2001. *Laporan Penelitian: Pengaruh Variasi Dosis Ragi Terhadap Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Pisang Klutuk*. Yogyakarta: FMIPA UNY

- Albert L. Lehninger. 1982. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Lud Waluyo. 2007. *Mikrobiologi Umum*. Malang: UMM.
- Maryani A. 1986. *Aktivitas Fermentasi Alkohol Dengan Ragi Termobilis*. Bogor: Fateta
- Michael J. Pelczar, Jr dan E.C.S. Chan. 1998. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI- Perss.
- Mirza Ahsen Baig, Kiran Shafiq, Shazia Mirza, Sikander Ali and Ikram-ul-Haq. Effect of Urea as an Inducer of Fructofuranosidase in *Saccharomyces cerevisiae*. *Pakistan Journal of Nutrition* 2 (2) : 2003. 106-108.
- Muljono Judoamidjojo, Abdul Aziz Darwis, Endang Gumbira Sa'id. 1990. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Press
- Munajim 1984. *Teknologi Pengolahan Pisang Pasca Panen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Oyon Suwaryono dan Yusti Ismeini. 1998. *Fermentasi Bahan Pangan Tradisional*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Pramanik, K. and E. Rao. Kinetic Study on Ethanol Fermentation of Grape Waste using *Saccharomyces cerevisiae* Khamir Isolated from Toddy. *IE (I) Journal-CH*. Vol. 85. 2005. 53-58.
- Peter F. Stanbury dan Allan Whitaker. 1984. *Prinsiples of Fermentation Technology*. New York: Pergamon Perss
- Rahmat Rukmana. 2001. *Aneka Olahan Limbah: Tanaman Pisang, Jambu Mete, Rosella*. Yogyakarta: Kanisius.
- . 1999. *Usaha Tani Pisang*. Yogyakarta: Kanisius
- Respati. 1986. *Pengantar Kimia Organik*. Jilid satu. Jakarta: Aksara Baru. 1986
- Rismunandar. 1989. *Bertanam Pisang*. edisi ketiga. Bandung: Sinar Baru
- Shakhashiri. 2008. *Chemical of the Week: Ethanol*. General Chemistry
- Sirkar, A., Das, R. S. Chowdhury and S.J.Sahu. An Experimental Study and Mathematical Modelling of Ethanol Production from Banana Peels by Hydrolysis and Fermentation. *IE (I) Journal-CH*. Vol. 88. 2008. 4-10

- Slamet Sudarmadji, Bambang Haryono, Suhardi. 2003. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Cetakan kedua. Yogyakarta: Liberty.
- Suyanti Satuhu dan Ahmad Supriyadi. 1994. *Pisang: Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar*. Jakarta: PT Penebar Swadaya.
- Tjahjadi Puwoko. 2007. *Fisiologi Mikroorganisme*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Viki Nurrohmah Khoiriyah. 2008. *Skripsi: Pengaruh Penambahan Nitrogen dan Fosfor Terhadap Proses Biosintesis Alkohol Dari Dedak Beras*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Vogel. 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Mikro dan Semimikro*. Bagian II. Edisi Ke-Lima. Jakarta: PT Kalman Media Pustaka
- Zhisheng Yu and Hongxun Zhang. Ethanol Fermentation of Acid-Hydrolysis Cellulolic Pyrolysate with *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioresource Technology*: 93. 2004. 199-204
- Teknik Fermentasi. http://www.4shared.com/get/53573903/4e721ef4/MODUL_10_7_Teknik_Fermentasi.html. Diakses pada 10 Juli 2008.

Lampiran 1

DIAGRAM PROSEDUR KERJA SECARA UMUM



Lampiran 2

HASIL ANALISIS BIOMASSA SEL

Hasil pengamatan biomassa sel khamir dapat disajikan dalam tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengamatan Perhitungan Biomassa Sel Khamir

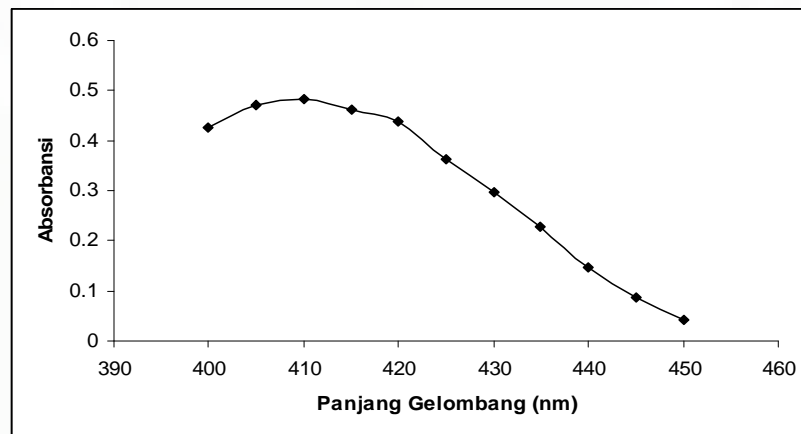
Lama Pertumbuhan (hari)	Berat Eppendorf (mg)			Berat Eppendorf Isi (mg)			Berat Sel Kering (mg)			Rerata Berat Sel Kering (mg)
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
0	986.4	997.1	1.5	998.7	1012	1011.2	12.3	11.2	19.7	14.4
1	995.9	999.8	997.2	1010.1	1014.7	1014.8	14.2	14.9	17.6	15.6
2	999.5	999.1	998.9	1015.6	1016.9	1014.8	16.1	17.8	15.9	16.6
3	943.2	992.7	969.5	962.8	1009.9	984.4	19.6	17.2	14.9	17.2
4	993.2	993.9	993.5	1011.4	1016.2	1014.6	18.2	22.3	21.1	20.5
5	995.3	992.4	992.7	1010.3	1022	1010.7	15	29.6	18	20.9
6	992.1	998.8	925.3	1018.2	1014.6	938.1	26.1	15.8	12.8	18.2
7	996.3	993.6	987.5	1010.5	1008.2	1007.7	14.2	14.6	20.2	16.3
8	990.9	1001.1	1001.7	1001.7	1009.6	1030	10.8	8.5	28.3	15.9
9	986.3	846.6	987.6	1001.4	860.9	1002.1	15.1	14.3	14.5	14.6
10	993.2	993.9	993.5	1001.8	1010.3	1005.3	8.6	16.4	10.4	11.8

Lampiran 3**PENENTUAN PANJANG GELOMBANG MAKSIMUM****LARUTAN STANDAR ETANOL**

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data hasil pengukuran panjang gelombang maksimum larutan standar etanol pada konsentrasi etanol 0,075% yang dapat disajikan pada tabel 2 dan gambar 1 berikut ini:

Tabel 2. Panjang Gelombang Maksimum larutan Standar

Panjang Gelomban (nm)	Absorbansi
400	0,425
405	0,471
410	0,483
415	0,463
420	0,437
425	0,362
430	0,298
435	0,227
440	0,147
445	0,086
450	0,041

**Gambar 1. Grafik Panjang Gelombang Maksimum Etanol pada Konsentrasi 0,075%**

Lampiran 4**PENENTUAN WAKTU KESTABILAN KOMPLEKS****LARUTAN STANDAR ETANOL**

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data waktu kestabilan kompleks yang dapat disajikan dalam tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Penentuan Waktu Kestabilan Kompleks

Waktu (menit)	Absorbansi
0	0,484
5	0,484
10	0,484
15	0,484
20	0,487
25	0,487
30	0,485
35	0,487
40	0,485
45	0,485

Lampiran 5

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 4 berikut ini:

Tabel 4. 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	0,630
2	0,025	0,520
3	0,050	0,478
4	0,075	0,382
5	0,100	0,234
6	0,125	0,173
7	0,150	0,065

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+} . 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 indirek dapat diperoleh hubungan antara Cr^{3+} dengan konsentrasi larutan standar yang berbanding lurus. Absorbansi alkohol setara dengan absorbansi Cr^{3+} yang dapat ditentukan dengan 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 $K_2Cr_2O_7$ sisa hasil reaksi larutan standar etanol dengan $K_2Cr_2O_7$

pada konsentrasi larutan standar tertentu

Dengan menggunakan data dari tabel 4 diperoleh absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi larutan standar etanol dengan $K_2Cr_2O_7$ pada konsentrasi 0,025% v/v sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= A_0 - A_k \\ &= 0,630 - 0,520 \\ &= 0,110 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk masing-masing larutan standar diperoleh absorbansi Cr^{3+} (setara dengan absorbansi etanol) hasil reaksi larutan standar dengan $K_2Cr_2O_7$ seperti pada table berikut:

Tabel 5. Data Absorbansi Cr^{3+} (setara dengan absorbansi etanol hasil reaksi larutan standar dengan $K_2Cr_2O_7$)

No.	Konsentrasi Etanol (% v/v)	Absorbansi
1	0,000	0,000
2	0,025	0,110
3	0,050	0,152
4	0,075	0,248
5	0,100	0,396
6	0,125	0,457
7	0,150	0,562

Lampiran 6

PEMBUATAN KURVA LARUTAN STANDAR

Data statistik dasar larutan standar dapat disajikan dalam tabel 6 berikut

ini:

Tabel 6. 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	0,110	0,000625	0,012100	0,002750
3.	0,050	0,152	0,002500	0,023104	0,007600
4.	0,075	0,248	0,005625	0,061504	0,018600
5.	0,100	0,396	0,010000	0,156816	0,039600
6.	0,125	0,457	0,015625	0,208849	0,057125
7.	0,150	0,562	0,022500	0,315844	0,084300
Σ	0,525	1,925	0,056875	0,778217	0,209975

Keterangan:

X = Konsentrasi

Y = Absorbansi

$$\bar{X} = 0,075$$

$$\bar{Y} = 0,275$$

A. Penentuan Persamaan Garis Regresi Larutan Standar

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

$$\begin{aligned} \sum XY &= \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N} \\ &= 0,209975 - \frac{(0,525)(1,925)}{7} \\ &= 0,0656 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum X^2 &= \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N} \\ &= 0,056875 - \frac{(0,525)^2}{7} \\ &= 0,0175 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \\ &= 0,778217 - \frac{(1,925)^2}{7} \\ &= 0,248842\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}a &= \frac{\sum XY}{\sum X^2} \\ &= \frac{0,0656}{0,0175} \\ &= 3,7486\end{aligned}$$

Sehingga persamaan garis regresi linear standarnya :

$$\begin{aligned}Y &= 3,7486X \\ Y - Y &= 3,7486(X-X) \\ Y - 0,275 &= 3,7486 (X- 0,075) \\ Y &= 3,7486X - 0,0061\end{aligned}$$

B. Penentuan Koefisien Korelasi Standar

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

$$\begin{aligned}r_{xy} &= \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}} \\ &= \frac{0,06560}{\sqrt{(0,0175)(0,248842)}} \\ &= \frac{0,06560}{0,06599} \\ &= 0,994\end{aligned}$$

Harga r tabel pada taraf signifikansi 1 % dan N = 7 adalah 0,874. 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

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

$$\begin{aligned} Jk_{reg} &= \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2} \\ &= \frac{(0,0656)^2}{0,0175} \\ &= 0,245906 \end{aligned}$$

$$db_{reg} = 1$$

$$\begin{aligned} Jk_{res} &= \sum Y^2 - \frac{(\sum XY)^2}{\sum X^2} \\ &= 0,248842 - \frac{(0,0656)^2}{0,0175} \\ &= 0,002936 \end{aligned}$$

$$db_{res} = N - 2$$

$$= 7 - 2 = 5$$

$$\begin{aligned} Rk_{reg} &= \frac{Jk_{reg}}{db_{reg}} \\ &= \frac{0,245906}{1} \\ &= 0,245906 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rk_{res} &= \frac{Jk_{res}}{db_{res}} \\ &= \frac{0,002936}{5} \\ &= 0,000587 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_o &= \frac{Rk_{reg}}{Rk_{res}} \\ &= \frac{0,245906}{0,000587} = 418,919 \end{aligned}$$

F_t dengan taraf signifikansi 1 % dengan db (1,5) = 16,26. Harga $F_o > F_t$, maka persamaan garis regresi yang diperoleh signifikan atau linear. Ringkasan hasil analisis regresi dapat disajikan dalam tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Ringkasan Hasil Analisis Regresi

Sumber variasi	Jk	db	Rk	Fo
Regresi (reg)	0,245906	1	0,245906	418,919
Residu (res)	0,002936	5	0,000587	
Total	0,248842	6		

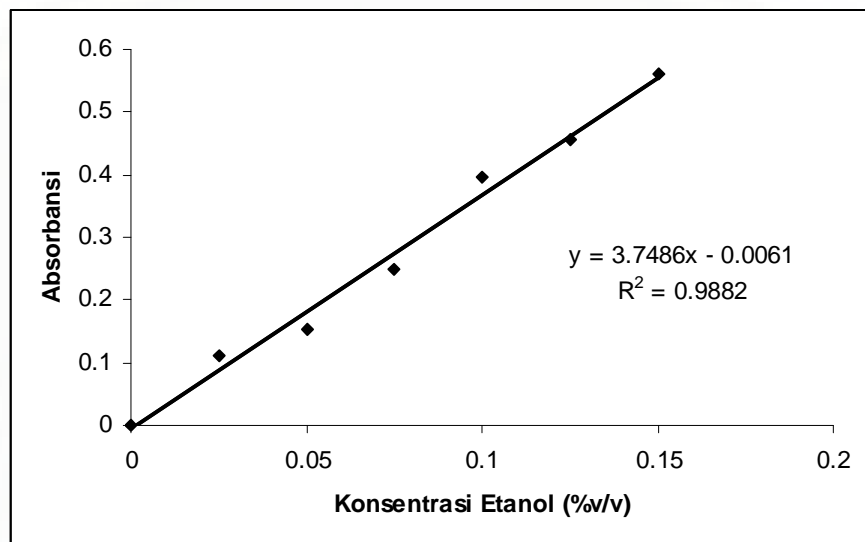
Keterangan :

$F_o = F$ hitung

$F_t = F$ tabel

Lampiran 7

KURVA KALIBRASI LARUTAN STANDAR



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Lampiran 8

PERHITUNGAN KADAR ETANOL DALAM CUPLIKAN

A. Penentuan absorbansi larutan cuplikan

Dari hasil penelitian didapatkan data absorbansi larutan cuplikan yang disajikan dalam tabel 8.

Tabel 8. Data absorbansi K_2CrO_7 sisa hasil reaksi K_2CrO_7 dengan larutan cuplikan

Waktu Fermentasi (hari)	Absorbansi					
	0% N	3% N	5% N	7% N	9% N	11% N
0	0,449	0,468	0,450	0,470	0,470	0,525
	0,459	0,475	0,490	0,479	0,488	0,530
	0,479	0,490	0,489	0,499	0,488	0,529
1	0,438	0,455	0,418	0,435	0,469	0,480
	0,440	0,450	0,478	0,435	0,470	0,475
	0,480	0,465	0,480	0,439	0,480	0,455
2	0,379	0,430	0,440	0,420	0,465	0,460
	0,340	0,400	0,430	0,420	0,470	0,460
	0,405	0,444	0,420	0,480	0,465	0,450
3	0,350	0,379	0,380	0,382	0,379	0,351
	0,350	0,339	0,339	0,360	0,365	0,355
	0,340	0,360	0,400	0,340	0,340	0,379
4	0,340	0,350	0,345	0,320	0,345	0,350
	0,339	0,330	0,320	0,330	0,340	0,345
	0,330	0,340	0,335	0,325	0,330	0,325
5	0,300	0,348	0,315	0,285	0,299	0,299
	0,305	0,300	0,310	0,280	0,280	0,300
	0,309	0,300	0,319	0,298	0,300	0,310
6	0,379	0,380	0,379	0,399	0,379	0,382
	0,400	0,400	0,419	0,400	0,399	0,405
	0,385	0,390	0,409	0,345	0,390	0,400
7	0,515	0,489	0,489	0,470	0,440	0,465
	0,489	0,490	0,490	0,489	0,489	0,490
	0,480	0,489	0,470	0,490	0,490	0,490
8	0,529	0,540	0,530	0,520	0,500	0,520
	0,529	0,529	0,518	0,520	0,508	0,510
	0,528	0,518	0,530	0,500	0,510	0,520
9	0,590	0,548	0,548	0,530	0,510	0,530
	0,590	0,548	0,533	0,550	0,510	0,530
	0,538	0,540	0,540	0,540	0,520	0,543

B. 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 larutan cuplikan 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 blanko

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

Berdasarkan data dari tabel 8. maka diperoleh absorbansi Cr^{3+} hasil reaksi cuplikan dengan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebagai berikut:

Untuk cuplikan hari ke-0 dengan penambahan nutrisi nitrogen 0%:

$$\begin{aligned} A &= A_0 - A_c \\ &= 0,630 - 0,449 \\ &= 0,181 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh data yang dapat disajikan dalam tabel 9.

Tabel 9. Data Absorbansi Cr³⁺ Hasil Reaksi Cuplikan dengan K₂Cr₂O₇

Waktu Fermentasi (hari)	Absorbansi					
	0% N	3% N	5% N	7% N	9% N	11% N
0	0,181	0,162	0,180	0,160	0,160	0,105
	0,171	0,155	0,140	0,151	0,142	0,100
	0,151	0,140	0,141	0,131	0,142	0,101
1	0,192	0,175	0,212	0,195	0,161	0,150
	0,190	0,180	0,152	0,195	0,160	0,155
	0,150	0,165	0,150	0,191	0,150	0,175
2	0,251	0,200	0,190	0,210	0,165	0,170
	0,290	0,230	0,200	0,210	0,160	0,170
	0,225	0,186	0,210	0,150	0,165	0,180
3	0,280	0,251	0,250	0,248	0,251	0,279
	0,280	0,291	0,291	0,270	0,265	0,275
	0,290	0,270	0,230	0,290	0,290	0,251
4	0,290	0,280	0,285	0,310	0,285	0,280
	0,291	0,300	0,310	0,300	0,290	0,285
	0,300	0,290	0,295	0,305	0,300	0,305
5	0,330	0,282	0,315	0,345	0,331	0,331
	0,325	0,330	0,320	0,350	0,350	0,330
	0,321	0,330	0,311	0,332	0,330	0,320
6	0,251	0,250	0,251	0,291	0,251	0,248
	0,230	0,230	0,211	0,230	0,231	0,225
	0,245	0,240	0,221	0,285	0,240	0,230
7	0,115	0,141	0,141	0,160	0,190	0,165
	0,141	0,140	0,141	0,141	0,141	0,140
	0,150	0,141	0,160	0,140	0,140	0,140
8	0,101	0,090	0,100	0,110	0,130	0,110
	0,101	0,101	0,112	0,110	0,122	0,120
	0,102	0,112	0,100	0,130	0,120	0,110
9	0,040	0,082	0,082	0,100	0,120	0,100
	0,040	0,090	0,097	0,080	0,120	0,100
	0,092	0,102	0,090	0,090	0,110	0,087

C. Penentuan Kadar Etanol dalam Cuplikan

Dari kurva standar etanol (gambar 2.) diperoleh persamaan garis regresi

$$Y = 3,7486X - 0,0061$$

Keterangan:

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

X = Kadar etanol (% v/v)

Perhitungan:

Misal pada pengambilan sampel hari ke-0 pada kondisi penambahan nitrogen 0% diperoleh absorbansi 0,181, maka kadar etanol yang diperoleh dengan pengenceran 25 kali adalah:

$$X = \frac{(0,181 + 0,0061) \times 25}{3,7486}$$

$$X = 1,248 \text{ \% v/v}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk masing-masing sampel maka dapat diperoleh data yang dapat disajikan dalam tabel 10.

Tabel 10. Data Hasil Pengamatan dan Perhitungan Kadar Etanol

Waktu Fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%v/v)					
	0%N	3%N	5%N	7%N	9%N	11%N
0	1,248	1,121	1,241	1,108	1,108	0,741
	1,181	1,074	0,975	1,048	0,988	0,708
	1,048	0,975	0,981	0,914	0,988	0,714
Rata-rata	1,159	1,057	1,066	1,023	1,028	0,721
1	1,321	1,208	1,455	1,341	1,114	1,041
	1,308	1,240	1,054	1,341	1,108	1,074
	1,041	1,141	1,041	1,314	1,041	1,208
Rata-rata	1,223	1,197	1,183	1,332	1,088	1,108
2	1,715	1,375	1,308	1,441	1,141	1,174
	1,975	1,575	1,375	1,441	1,108	1,174
	1,541	1,281	1,441	1,041	1,141	1,241
Rata-rata	1,744	1,410	1,375	1,309	1,130	1,197
3	1,908	1,715	1,708	1,695	1,171	1,901
	1,908	1,981	1,981	1,841	1,808	1,875
	1,975	1,841	1,575	1,975	1,975	1,715
Rata-rata	1,930	1,846	1,755	1,837	1,651	1,830
4	1,975	1,908	1,941	2,008	1,941	1,908
	1,981	2,041	2,108	2,041	1,975	1,941
	2,041	1,975	2,008	2,075	2,041	2,075
Rata-rata	1,999	1,975	2,019	2,041	1,986	1,975
5	2,242	1,921	2,141	2,341	2,248	2,248
	2,208	2,242	2,175	2,375	2,375	2,241
	2,181	2,242	2,115	2,255	2,241	2,175
Rata-rata	2,210	2,135	2,144	2,324	2,288	2,221
6	1,715	1,708	1,715	1,981	1,715	1,695
	1,575	1,575	1,448	1,574	1,581	1,541
	1,675	1,641	1,515	1,941	1,641	1,574
Rata-rata	1,655	1,641	1,559	1,832	1,646	1,603
7	0,808	0,981	0,981	1,108	1,309	1,141
	0,981	0,974	0,974	0,981	0,981	0,975
	1,041	0,981	1,108	0,974	0,974	0,975
Rata-rata	0,943	0,979	1,021	1,021	1,088	1,029
8	0,714	0,641	0,707	0,774	0,908	0,774
	0,714	0,714	0,788	0,774	0,854	0,841
	0,721	0,788	0,707	0,908	0,841	0,774
Rata-rata	0,716	0,714	0,734	0,819	0,868	0,796
9	0,307	0,588	0,588	0,707	0,841	0,708
	0,307	0,641	0,688	0,574	0,841	0,708
	0,654	0,721	0,641	0,641	0,774	0,621
Rata-rata	0,423	0,649	0,639	0,641	0,819	0,679

Lampiran 9

PERHITUNGAN UJI ANAVA AB DAN UJI DMRT

A. Perhitungan Uji ANAVA AB

Data kuantitatif yang diperoleh yaitu kadar etanol hasil fermentasi kulit pisang ambon kuning. Teknik analisisnya adalah membandingkan rata-rata berat kadar etanol. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan kadar etanol hasil fermentasi kulit pisang ambon kuning dan variasi penambahan nutrisi nitrogen dan waktu fermentasi pada proses fermentasi dilakukan Analisis Variansi Dua Jalur. Rumus-rumus yang digunakan dalam ANAVA AB dapat disajikan dalam tabel 11.

Tabel 11. Rangkuman Rumus ANAVA AB

Sumber Variasi (SV)	Derajat Kebebasan (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Rerata Jumlah Kuadrat (RJK)	Fo
Antar Kelompok A	a-1	$\sum \frac{(\sum X_A)^2}{n_A} - \sum \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	$\frac{JK_A}{db_D}$	$\frac{KT_A}{KT_D}$
Antar Kelompok B	b-1	$\sum \frac{(\sum X_B)^2}{n_B} - \sum \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	$\frac{JK_B}{db_D}$	$\frac{KT_B}{KT_D}$
Interaksi AB	(a-1) x (b-1)	$\sum \frac{(\sum X_{AB})^2}{n_{AB}} - JK_A - JK_B - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	$\frac{JK_{AB}}{db_D}$	$\frac{KT_{AB}}{KT_D}$
Dalam Kelompok	N-ab	$JK_T - (JK_A + JK_B + JK_{AB})$	$\frac{JK_D}{db_D}$	
Total (T)	N-1	$\sum (\sum X_T)^2 - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$		

Keterangan:

- A = Jumlah kelompok A
- B = Jumlah kelompok B
- N = Banyaknya kasus total

n_A = Jumlah kasus kelompok A

n_B = Jumlah kasus kelompok B

n_{AB} = Jumlah kasus interaksi kelompok A dan B

$\sum X_A$ = Jumlah kelompok yang dibandingkan

$\sum X_T$ = Jumlah total X

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat dari keseluruhan

D_b = Derajat kebebasan

JK_A = Jumlah kuadrat antar kelompok

JK_D = Jumlah kuadrat dalam kelompok

Cara pengambilan kesimpulan:

1. Jika harga $F_{O_A} > F_o$ tabel 5% maka H_o ditolak. Artinya ada perbedaan yang signifikan (minimal satu pasang) antar kelompok A.
2. Jika harga $F_{O_B} > F_o$ tabel 5% maka H_o ditolak. Artinya ada perbedaan yang signifikan (minimal satu pasang) antar kelompok B.
3. Jika harga $F_{O_{AB}} > F_o$ tabel 5% maka H_o ditolak. Artinya ada interaksi yang signifikan antara kelompok A dan kelompok B

Statistik dasar perhitungan ANAVA AB dapat disajikan dalam tabel 12.

Tabel 12. Statistik Dasar Perhitungan ANAVA AB

Waktu Fermentasi (hari)	Statistik	Variasi Penambahan Nutrisi Nitrogen (%b/v)						Total
		0	3	5	7	9	11	
0	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	3,477	3,170	3,197	3,070	3,084	2,162	18,160
	$\sum X^2$	4,051	3,361	3,453	3,161	3,179	1,559	18,764
	\bar{X}	1,159	1,057	1,066	1,023	1,028	0,721	6,054
1	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	3,670	3,590	3,549	3,996	3,263	3,323	21,391
	$\sum X^2$	4,359	4,301	4,309	5,323	3,552	3,696	25,720
	\bar{X}	1,223	1,197	1,183	1,332	1,088	1,108	7,131
2	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	5,231	4,231	4,124	3,923	3,390	3,589	24,488
	$\sum X^2$	9,217	6,012	5,678	5,237	3,831	4,297	34,272
	\bar{X}	1,744	1,410	1,375	1,308	1,130	1,196	8,163
3	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	5,971	5,537	5,264	5,511	4,954	5,491	32,548
	$\sum X^2$	11,182	10,255	9,322	10,163	8,541	10,071	59,534
	\bar{X}	1,930	1,846	1,755	1,837	1,651	1,830	10,849
4	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	5,997	5,924	6,057	6,124	5,957	5,924	36,001
	$\sum X^2$	11,991	11,707	12,243	12,503	11,834	11,714	71,992
	\bar{X}	1,999	1,975	2,091	2,041	1,986	1,975	11,995
5	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	6,631	6,405	6,431	6,971	6,864	6,664	39,966
	$\sum X^2$	14,654	13,743	13,788	16,206	15,716	14,806	88,913
	\bar{X}	2,210	2,135	2,144	2,324	2,288	2,221	13,322
6	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	4,965	4,924	4,678	5,497	4,937	4,810	29,793
	$\sum X^2$	8,227	8,091	7,333	10,172	8,134	7,725	49,682
	\bar{X}	1,655	1,641	1,559	1,832	1,646	1,603	9,936
7	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	2,830	2,936	3,063	3,063	3,263	3,089	18,244
	$\sum X^2$	2,699	2,873	3,139	3,139	3,622	3,199	18,671
	\bar{X}	0,943	0,979	1,021	1,021	1,088	1,029	6,081

8	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	2,149	2,143	2,202	2,456	2,603	2,389	13,942
	$\sum X^2$	1,539	1,542	1,621	2,023	2,261	1,905	10,891
	\bar{X}	0,716	0,714	0,734	0,819	0,868	0,796	4,647
9	n	3	3	3	3	3	3	18
	$\sum X$	1,268	1,949	1,917	1,922	2,456	2,037	11,549
	$\sum X^2$	0,616	1,275	1,229	1,240	2,014	1,388	7,789
Total	n	30	30	30	30	30	30	180
	$\sum X$	42,009	40,809	40,482	40,533	40,471	39,478	246,082
	$\sum X^2$	68,625	63,160	62,115	69,167	62,684	60,360	386,228
	\bar{X}	14,002	13,603	13,495	14,178	13,592	13,158	82,028

Langkah – langkah dalam penggunaan ANAVA AB adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

$$JK_T = \sum X^2_T - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

$$= 386,228 - \frac{(246,082)^2}{180}$$

$$= 49,804$$

$$JK_A = \frac{(\sum X_{A1})^2}{n_{A1}} + \frac{(\sum X_{A2})^2}{n_{A2}} + \frac{(\sum X_{A3})^2}{n_{A3}} + \dots + \frac{(\sum X_{A10})^2}{n_{A10}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

$$= 382,664 - 336,424$$

$$= 46,240$$

$$JK_B = \frac{(\sum X_{B1})^2}{n_{B1}} + \frac{(\sum X_{B2})^2}{n_{B2}} + \frac{(\sum X_{B3})^2}{n_{B3}} + \dots + \frac{(\sum X_{B6})^2}{n_{B6}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

$$= 335,812 - 336,424$$

$$= -0,612$$

$$\begin{aligned}
 JK_{AB} &= \frac{(\sum X_{AB})}{n_{AB}} - \frac{(\sum X_T)}{N} - JK_A - JK_B \\
 &= 384,500 - 336,424 - 46,240 + 0,612 \\
 &= 2,448
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_D &= JK_T - JK_A - JK_B - JK_{AB} \\
 &= 49,804 - 46,240 + 0,612 - 2,448 \\
 &= 1,728
 \end{aligned}$$

$$db_{total} = N - 1 = 180 - 1 = 179$$

$$db_A = n_A - 1 = 10 - 1 = 9$$

$$db_B = n_B - 1 = 6 - 1 = 5$$

$$db_{AB} = db_A \times db_B = 9 \times 5 = 45$$

$$db_D = db_{total} - db_A - db_B - db_{AB} = 179 - 9 - 5 - 40 = 125$$

2. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$KT_A = \frac{JK_A}{db_A} = \frac{46,240}{9} = 5,134$$

$$KT_B = \frac{JK_B}{db_B} = \frac{-0,612}{5} = -0,1224$$

$$KT_{AB} = \frac{JK_{AB}}{db_{AB}} = \frac{2,448}{45} = 0,0544$$

$$KT_D = \frac{JK_D}{db_D} = \frac{1,728}{125} = 0,0138$$

3. Perhitungan Harga Observasi (Fo)

$$Fo_A = \frac{KT_A}{KT_D} = \frac{5,134}{0,0138} = 372,029$$

$$F_{OB} = \frac{KT_B}{KT_D} = \frac{-0,1224}{0,0138} = -8,869$$

$$F_{OAB} = \frac{KT_{AB}}{KT_D} = \frac{0,0544}{0,0138} = 3,942$$

Harga F_o yang diperoleh dibandingkan dengan harga F tabel pada taraf signifikan 5% yaitu: $F_{0,05} (9,125) = 1,88$; $F_{0,05} (5,125) = 2,21$; $F_{0,05} (45,125) = 1,39$

Pengujian hipotesis:

1. $F_{OA} > F$ tabel maka H_o ditolak, berarti ada perbedaan yang signifikan kadar etanol antara waktu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 hari
2. $F_{OB} < F$ tabel maka H_o diterima, berarti tidak ada perbedaan yang signifikan kadar etanol dengan variasi konsentrasi nitrogen 0, 3, 5, 7, 9 dan 11 %b/v
3. $F_{OAB} > F$ tabel maka H_o diterima, berarti terdapat interaksi antara waktu fermentasi dengan konsentrasi nitrogen terhadap kadar etanol hasil fermentasi kulit pisang ambon kuning

Ringkasan hasil perhitungan ANAVA AB dapat disajikan dalam tabel 13 berikut ini:

Tabel 13. Ringkasan Hasil Perhitungan ANAVA AB

Sumber Variasi (SV)	Derajat Kebebasan (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Rerata Jumlah Kuadrat (RJK)	F_o	Uji DMRT
Antar Kelompok A	a-1	46,240	5,134	372,029	Ya
Antar Kelompok B	b-1	-0,612	-0,1224	-8,869	Tidak
Interaksi AB	(a-1) x (b-1)	2,448	0,0544	3,942	Ya

Masing-masing variabel memberikan beda nyata setelah di uji dengan ANAVA AB. Sehingga dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 1 % untuk membandingkan rerata perlakuan yang satu dengan rerata perlakuan yang lain. Langkah-langkahnya uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) sebagai berikut:

- a. Menghitung galat baku rata-rata umum (Sy)

$$\text{Rumus yang digunakan: } S_y = \sqrt{\frac{KT_D}{n}}$$

- b. Menghitung harga *Least Significant Range* (Rp)

$$\text{Rumus yang digunakan: } R_p = r_{\alpha(p,y)} \cdot S_y$$

Menghitung perbedaan harga rata-rata tiap pasang

B. Perhitungan Uji DMRT

Sumber: Variasi Waktu Fermentasi

$$KTD = 0,0144$$

$$dbD = 125$$

$$n = 18$$

$$\text{Harga } S_y = \sqrt{\frac{KT_D}{n}} = \sqrt{\frac{0,0144}{18}} = 0,0283$$

Harga Rp dapat dilihat dengan rumus sebagai berikut: $R_p = r_p \cdot S_y$

$R_p = \text{Least Significant Range}$, digunakan untuk mengukur perbedaan antar mean untuk menentukan ada tidaknya perbedaan antar mean tersebut.

Untuk $\alpha = 0,05$; $v = 125$ diperoleh Rp sebagai berikut:

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10
rp	2,772	2,918	3,017	3,089	3,146	3,193	3,232	3,265	3,294
Rp	0,078	0,083	0,085	0,087	0,089	0,090	0,091	0,092	0,093

Uji Antar A

Hipotesis Ho : $A1 = A2 = A3 = A4 = A5 = A6 = A7 = A8 = A9 = A10$

Ha : minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

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

A1	A9	A1	A8	A2	A3	A7	A4	A5	A6
3,850	4,647	6,054	6,081	7,131	8,163	9,936	10,849	11,995	13,322

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

$ A6 - A5 = 1,327 > 0,078$ (R2)	→	ada perbedaan
$ A6 - A4 = 2,374 > 0,083$ (R3)	→	ada perbedaan
$ A6 - A3 = 5,159 > 0,085$ (R4)	→	ada perbedaan
$ A6 - A2 = 6,191 > 0,087$ (R5)	→	ada perbedaan
$ A6 - A1 = 7,268 > 0,089$ (R6)	→	ada perbedaan
$ A5 - A4 = 1,146 > 0,090$ (R7)	→	ada perbedaan
$ A5 - A3 = 3,832 > 0,091$ (R8)	→	ada perbedaan
$ A5 - A2 = 4,864 > 0,092$ (R9)	→	ada perbedaan
$ A5 - A1 = 5,941 > 0,093$ (R10)	→	ada perbedaan
$ A4 - A3 = 2,686 > 0,078$ (R2)	→	ada perbedaan

$ A4 - A2 = 3,718 > 0,083$ (R3)	→ ada perbedaan
$ A4 - A1 = 4,795 > 0,085$ (R4)	→ ada perbedaan
$ A3 - A2 = 1,023 > 0,087$ (R5)	→ ada perbedaan
$ A3 - A1 = 2,109 > 0,089$ (R6)	→ ada perbedaan
$ A2 - A1 = 1,077 > 0,090$ (R7)	→ ada perbedaan
$ A7 - A6 = 3,386 > 0,091$ (R8)	→ ada perbedaan
$ A7 - A5 = 2,059 > 0,092$ (R9)	→ ada perbedaan
$A7 - A4 = 0,913 > 0,093$ (R10)	→ ada perbedaan
$ A7 - A3 = 1,773 > 0,078$ (R2)	→ ada perbedaan
$ A7 - A2 = 2,805 > 0,083$ (R3)	→ ada perbedaan
$ A7 - A1 = 3,882 > 0,085$ (R4)	→ ada perbedaan
$ A8 - A7 = 3,855 > 0,087$ (R5)	→ ada perbedaan
$ A8 - A6 = 7,241 > 0,089$ (R6)	→ ada perbedaan
$ A8 - A5 = 5,914 > 0,090$ (R7)	→ ada perbedaan
$ A8 - A4 = 4,768 > 0,091$ (R8)	→ ada perbedaan
$ A8 - A3 = 2,082 > 0,092$ (R9)	→ ada perbedaan
$A8 - A2 = 1.050 > 0,093$ (R10)	→ ada perbedaan
$ A8 - A1 = 0,027 < 0,078$ (R2)	→ tidak ada perbedaan
$ A9 - A8 = 1,134 > 0,083$ (R3)	→ ada perbedaan
$ A9 - A7 = 4,989 > 0,085$ (R4)	→ ada perbedaan
$ A9 - A6 = 8,375 > 0,087$ (R5)	→ ada perbedaan
$ A9 - A5 = 6,902 > 0,089$ (R6)	→ ada perbedaan
$ A9 - A4 = 5,902 > 0,090$ (R7)	→ ada perbedaan

$ A9 - A3 = 3,216 > 0,091$ (R8)	→	ada perbedaan
$ A9 - A2 = 2,184 > 0,092$ (R9)	→	ada perbedaan
$ A9 - A1 = 1,107 > 0,093$ (R10)	→	ada perbedaan
$ A10 - A9 = 1,097 > 0,078$ (R2)	→	ada perbedaan
$ A10 - A8 = 2,231 > 0,083$ (R3)	→	ada perbedaan
$ A10 - A7 = 6,086 > 0,085$ (R4)	→	ada perbedaan
$ A10 - A6 = 9,472 > 0,087$ (R5)	→	ada perbedaan
$ A10 - A5 = 8,145 > 0,089$ (R6)	→	ada perbedaan
$ A10 - A4 = 6,999 > 0,090$ (R7)	→	ada perbedaan
$A10 - A3 = 4,313 > 0,091$ (R8)	→	ada perbedaan
$ A10 - A2 = 3,281 > 0,092$ (R9)	→	ada perbedaan
$ A10 - A1 = 2,204 > 0,093$ (R10)	→	ada perbedaan

Uji antar A pada B1

Hipotesis H_0 : $A1 = A2 = A3 = A4 = A5 = A6 = A7 = A8 = A9 = A10$

H_a : minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

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

A10B1	A9B1	A8B1	A1B1	A7B1	A2B1	A3B1	A4B1	A5B1	A6B1
0,425	0,716	0,943	1,159	1,655	1,197	1,410	1,846	1,975	2,134

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

$$|A6B1 - A5B1| = 0,160 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$|A6B1 - A4B1| = 0,289 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A6B1 - A3B1| = 0,725 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A6B1 - A2B1| = 0,938 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A6B1 - A1B1| = 0,976 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B1 - A4B1| = 0,129 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B1 - A3B1| = 0,565 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B1 - A2B1| = 0,778 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B1 - A1B1| = 0,816 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B1 - A3B1| = 1,141 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B1 - A2B1| = 0,649 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B1 - A1B1| = 0,687 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A3B1 - A2B1| = 0,213 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A3B1 - A1B1| = 0,251 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A2B1 - A1B1| = 0,038 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B1 - A6B1| = 0,480 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B1 - A5B1| = 0,320 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B1 - A4B1| = 0,191 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B1 - A3B1| = 0,245 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B1 - A2B1| = 0,458 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B1 - A1B1| = 0,496 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B1 - A7B1| = 0,712 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B1 - A6B1| = 1,192 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B1 - A5B1| = 1,032 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan

$|A8B1 - A4B1| = 0,093 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A8B1 - A3B1| = 0,467 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $A8B1 - A2B1| = 0,254 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A8B1 - A1B1| = 0,216 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A9B1 - A8B1| = 0,227 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A9B1 - A7B1| = 0,939 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A9B1 - A6B1| = 1,419 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A9B1 - A5B1| = 1,259 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A9B1 - A4B1| = 1,130 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $A9B1 - A3B1| = 0,694 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A9B1 - A2B1| = 0,481 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A9B1 - A1B1| = 0,443 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A9B1| = 0,293 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A8B1| = 0,250 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A7B1| = 1,232 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A6B1| = 1,712 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A5B1| = 1,552 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A4B1| = 1,423 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $A10B1 - A3B1| = 0,987 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A2B1| = 0,774 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A10B1 - A1B1| = 0,736 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan

Uji antar A pada B2

Hipotesis Ho : $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = A_7 = A_8 = A_9 = A_{10}$

Ha : minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

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

A10B2	A9B2	A8B2	A1B2	A2B2	A3B2	A7B2	A4B2	A5B2	A6B2
0,649	0,714	0,979	1,057	1,197	1,410	1,641	1,846	1,975	2,135

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

$$|A_{6B2} - A_{5B2}| = 0,160 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B2} - A_{4B2}| = 0,289 > 0,083 \text{ (R3)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B2} - A_{3B2}| = 0,725 > 0,085 \text{ (R4)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B2} - A_{2B2}| = 0,938 > 0,087 \text{ (R5)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B2} - A_{1B2}| = 1,078 > 0,089 \text{ (R6)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{5B2} - A_{4B2}| = 0,129 > 0,090 \text{ (R7)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{5B2} - A_{3B2}| = 0,565 > 0,091 \text{ (R8)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{5B2} - A_{2B2}| = 0,778 > 0,092 \text{ (R9)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{5B2} - A_{1B2}| = 0,918 > 0,093 \text{ (R10)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{4B2} - A_{3B2}| = 0,436 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{4B2} - A_{2B2}| = 0,649 > 0,083 \text{ (R3)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{4B2} - A_{1B2}| = 0,789 > 0,085 \text{ (R4)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{3B2} - A_{2B2}| = 0,213 > 0,087 \text{ (R5)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$|A3B2 - A1B2| = 0,353 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A2B2 - A1B2| = 0,140 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A7B2 - A6B2| = 0,494 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A7B2 - A5B2| = 0,334 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A7B2 - A4B2| = 0,205 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A7B2 - A3B2| = 0,231 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A7B2 - A2B2| = 0,444 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A7B2 - A1B2| = 0,584 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A8B2 - A7B2| = 0,662 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A8B2 - A6B2| = 1,156 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A8B2 - A5B2| = 0,996 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A8B2 - A4B2| = 0,867 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A8B2 - A3B2| = 0,431 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A8B2 - A2B2| = 0,218 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A8B2 - A1B2| = 0,078 \geq 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A8B2| = 0,265 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A7B2| = 0,927 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A6B2| = 1,421 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A5B2| = 1,261 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A4B2| = 1,132 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A3B2| = 0,696 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A2B2| = 0,483 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A9B2 - A1B2| = 0,343 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{9B2}| = 0,065 < 0,078$ (R2) \rightarrow tidak ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{8B2}| = 0,330 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{7B2}| = 0,992 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{6B2}| = 1,486 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{5B2}| = 1,326 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{4B2}| = 1,197 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{3B2}| = 0,761 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{2B2}| = 0,548 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{10B2} - A_{1B2}| = 0,408 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan

Uji antar A pada B3

Hipotesis H_0 : $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = A_7 = A_8 = A_9 = A_{10}$

H_a : minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

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

A_{10B3}	A_{9B3}	A_{8B3}	A_{1B3}	A_{2B3}	A_{3B3}	A_{7B3}	A_{4B3}	A_{5B3}	A_{6B3}
0,639	0,734	1,021	1,066	1,183	1,375	1,559	1,755	2,019	2,144

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

$|A_{6B3} - A_{5B3}| = 0,125 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{6B3} - A_{4B3}| = 0,389 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{6B3} - A_{3B3}| = 0,769 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan

$|A_{6B3} - A_{2B3}| = 0,961 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan

$|A6B3 - A1B3| = 1,078 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B3 - A4B3| = 0,264 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B3 - A3B3| = 0,644 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B3 - A2B3| = 0,836 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B3 - A1B3| = 0,953 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B3 - A3B3| = 0,380 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B3 - A2B3| = 0,572 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B3 - A1B3| = 0,689 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A3B3 - A2B3| = 0,192 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A3B3 - A1B3| = 0,309 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A2B3 - A1B3| = 0,117 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B3 - A6B3| = 0,585 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B3 - A5B3| = 0,460 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B3 - A4B3| = 0,196 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B3 - A3B3| = 0,184 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B3 - A2B3| = 0,376 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B3 - A1B3| = 0,493 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B3 - A7B3| = 0,538 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B3 - A6B3| = 1,123 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B3 - A5B3| = 0,998 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B3 - A4B3| = 0,734 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B3 - A3B3| = 0,354 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B3 - A2B3| = 0,162 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan

- $|A8B3 - A1B3| = 0,045 < 0,078$ (R2) \rightarrow tidak ada perbedaan
 $|A9B3 - A8B3| = 0,287 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B3 - A7B3| = 0,825 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B3 - A6B3| = 1,410 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B3 - A5B3| = 1,285 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B3 - A4B3| = 1,021 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B3 - A3B3| = 0,641 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B3 - A2B3| = 0,449 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B3 - A1B3| = 0,332 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A9B3| = 0,095 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A8B3| = 0,382 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A7B3| = 0,920 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A6B3| = 1,505 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A5B3| = 1,380 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A4B3| = 1,116 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A3B3| = 0,736 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A2B3| = 0,544 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A10B3 - A1B3| = 0,427 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan

Uji antar A pada B4

Hipotesis H_0 : $A1 = A2 = A3 = A4 = A5 = A6 = A7 = A8 = A9 = A10$

H_a : minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

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

A10B4	A9B4	A8B4	A1B4	A3B4	A2B4	A7B4	A4B4	A5B4	A6B4
0,641	0,819	1,021	1,023	1,308	1,332	1,832	1,837	2,041	2,324

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

$$|A6B4 - A5B4| = 0,283 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B4 - A4B4| = 0,487 > 0,083 \text{ (R3)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B4 - A3B4| = 1,016 > 0,085 \text{ (R4)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B4 - A2B4| = 0,992 > 0,087 \text{ (R5)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B4 - A1B4| = 1,301 > 0,089 \text{ (R6)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B4 - A4B4| = 0,204 > 0,090 \text{ (R7)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B4 - A3B4| = 0,733 > 0,091 \text{ (R8)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B4 - A2B4| = 0,709 > 0,092 \text{ (R9)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B4 - A1B4| = 1,018 > 0,093 \text{ (R10)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A4B4 - A3B4| = 0,529 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A4B4 - A2B4| = 0,505 > 0,083 \text{ (R3)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A4B4 - A1B4| = 0,814 > 0,085 \text{ (R4)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A3B4 - A2B4| = 0,323 > 0,087 \text{ (R5)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A3B4 - A1B4| = 0,285 > 0,089 \text{ (R6)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$A2B4 - A1B4| = 0,309 < 0,090 \text{ (R7)} \rightarrow \text{tidak ada perbedaan}$$

$$|A7B4 - A6B4| = 0,492 > 0,091 \text{ (R8)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

- $|A7B4 - A5B4| = 0,209 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A7B4 - A4B4| = 0,005 < 0,093$ (R10) → tidak ada perbedaan
 $|A7B4 - A3B4| = 0,524 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A7B4 - A2B4| = 0,500 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A7B4 - A1B4| = 0,809 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A8B4 - A7B4| = 0,811 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A8B4 - A6B4| = 1,303 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A8B4 - A5B4| = 1,020 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A8B4 - A4B4| = 0,816 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A8B4 - A3B4| = 0,287 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A8B4 - A2B4| = 0,311 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A8B4 - A1B4| = 0,002 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A8B4| = 0,202 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A7B4| = 1,013 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A6B4| = 1,505 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A5B4| = 1,222 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A4B4| = 1,018 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A3B4| = 0,489 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A2B4| = 0,513 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A9B4 - A1B4| = 0,204 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A10B4 - A9B4| = 0,178 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A10B4 - A8B4| = 0,380 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A10B4 - A7B4| = 1,191 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan

$$|A_{10B4} - A_{6B4}| = 1,683 > 0,087 \text{ (R5)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{10B4} - A_{5B4}| = 1,400 > 0,089 \text{ (R6)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{10B4} - A_{4B4}| = 1,196 > 0,090 \text{ (R7)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{10B4} - A_{3B4}| = 0,667 > 0,091 \text{ (R8)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{10B4} - A_{2B4}| = 0,556 > 0,092 \text{ (R9)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{10B4} - A_{1B4}| = 0,382 > 0,093 \text{ (R10)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

Uji antar A pada B5

Hipotesis Ho : $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5 = A_6 = A_7 = A_8 = A_9 = A_{10}$

Ha : minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

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

A _{10B5}	A _{9B5}	A _{1B5}	A _{2B5}	A _{8B5}	A _{3B5}	A _{7B5}	A _{4B5}	A _{5B5}	A _{6B5}
0,819	0,868	1,028	1,088	1,088	1,130	1,646	1,651	1,986	2,288

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

$$|A_{6B5} - A_{5B5}| = 0,302 > 0,078 \text{ (R2)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B5} - A_{4B5}| = 0,637 > 0,083 \text{ (R3)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B5} - A_{3B5}| = 1,158 > 0,085 \text{ (R4)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B5} - A_{2B5}| = 1,200 > 0,087 \text{ (R5)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{6B5} - A_{1B5}| = 1,260 > 0,089 \text{ (R6)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{5B5} - A_{4B5}| = 0,335 > 0,090 \text{ (R7)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A_{5B5} - A_{3B5}| = 0,856 > 0,091 \text{ (R8)} \longrightarrow \text{ada perbedaan}$$

- $|A5B5 - A2B5| = 0,856 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A5B5 - A1B5| = 0,958 > 0,093$ (R10) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B5 - A3B5| = 0,521 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B5 - A2B5| = 0,563 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A4B5 - A1B5| = 0,623 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A3B5 - A2B5| = 0,042 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A3B5 - A1B5| = 0,102 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $A2B5 - A1B5| = 0,060 < 0,090$ (R7) \rightarrow tidak ada perbedaan
 $|A7B5 - A6B5| = 0,642 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B5 - A5B5| = 0,340 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B5 - A4B5| = 0,005 < 0,093$ (R10) \rightarrow tidak ada perbedaan
 $|A7B5 - A3B5| = 0,516 > 0,078$ (R2) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B5 - A2B5| = 0,558 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A7B5 - A1B5| = 0,558 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B5 - A7B5| = 0,558 > 0,087$ (R5) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B5 - A6B5| = 0,558 > 0,089$ (R6) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B5 - A5B5| = 0,898 > 0,090$ (R7) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B5 - A4B5| = 0,563 > 0,091$ (R8) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B5 - A3B5| = 0,042 > 0,092$ (R9) \rightarrow ada perbedaan
 $|A8B5 - A2B5| = 0 < 0,093$ (R10) \rightarrow tidak ada perbedaan
 $|A8B5 - A1B5| = 0,060 < 0,078$ (R2) \rightarrow tidak ada perbedaan
 $|A9B5 - A8B5| = 0,220 > 0,083$ (R3) \rightarrow ada perbedaan
 $|A9B5 - A7B5| = 0,778 > 0,085$ (R4) \rightarrow ada perbedaan

- $|A9B5 - A6B5| = 1,420 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A9B5 - A5B5| = 1,118 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A9B5 - A4B5| = 0,783 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A9B5 - A3B5| = 0,262 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A9B5 - A2B5| = 0,220 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A9B5 - A1B5| = 0,160 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A9B5| = 0,049 < 0,078$ (R2) → tidak ada perbedaan
 $|A10B5 - A8B5| = 0,269 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A7B5| = 0,827 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A6B5| = 1,469 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A5B5| = 1,167 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A4B5| = 0,832 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A3B5| = 0,311 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A2B5| = 0,269 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A10B5 - A1B5| = 0,209 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan

Uji antar A pada B6

Hipotesis H_0 : $A1 = A2 = A3 = A4 = A5 = A6 = A7 = A8 = A9 = A10$

H_a : minimal ada salah satu yang berbeda

Pengujian:

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

A10B6	A1B6	A9B6	A8B6	A2B6	A3B6	A7B6	A4B6	A5B6	A6B6
0,679	0,721	0,797	1,029	1,108	1,196	1,603	1,830	1,975	2,221

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

$$|A6B6 - A5B6| = 0,246 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B6 - A4B6| = 0,391 > 0,083 \text{ (R3)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B6 - A3B6| = 1,025 > 0,085 \text{ (R4)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B6 - A2B6| = 1,113 > 0,087 \text{ (R5)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A6B6 - A1B6| = 1,5 > 0,089 \text{ (R6)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B6 - A4B6| = 0,145 > 0,090 \text{ (R7)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B6 - A3B6| = 0,779 > 0,091 \text{ (R8)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B6 - A2B6| = 0,779 > 0,092 \text{ (R9)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A5B6 - A1B6| = 1,254 > 0,093 \text{ (R10)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A4B6 - A3B6| = 0,634 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A4B6 - A2B6| = 0,634 > 0,083 \text{ (R3)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A4B6 - A1B6| = 1,109 > 0,085 \text{ (R4)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A3B6 - A2B6| = 0,088 > 0,087 \text{ (R5)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A3B6 - A1B6| = 0,475 > 0,089 \text{ (R6)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A2B6 - A1B6| = 0,387 > 0,090 \text{ (R7)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A7B6 - A6B6| = 0,618 > 0,091 \text{ (R8)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A7B6 - A5B6| = 0,372 > 0,092 \text{ (R9)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A7B6 - A4B6| = 0,227 > 0,093 \text{ (R10)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A7B6 - A3B6| = 0,407 > 0,078 \text{ (R2)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A7B5 - A2B6| = 0,495 > 0,083 \text{ (R3)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$$|A7B5 - A1B6| = 0,882 > 0,085 \text{ (R4)} \rightarrow \text{ada perbedaan}$$

$|A8B6 - A7B5| = 0,574 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A8B6 - A6B6| = 1,192 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A8B6 - A5B6| = 0,946 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A8B6 - A4B5| = 0,801 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A8B6 - A3B6| = 0,167 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A8B6 - A2B6| = 0,079 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A8B6 - A1B6| = 0,308 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A8B6| = 0,232 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A7B6| = 0,806 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A6B6| = 1,424 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A5B6| = 1,178 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A4B6| = 1,033 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A3B6| = 0,399 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A2B6| = 0,311 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A9B6 - A1B6| = 0,311 > 0,093$ (R10) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A9B6| = 0,118 > 0,078$ (R2) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A8B6| = 0,350 > 0,083$ (R3) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A7B6| = 0,924 > 0,085$ (R4) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A6B6| = 1,542 > 0,087$ (R5) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A5B6| = 1,296 > 0,089$ (R6) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A4B6| = 1,151 > 0,090$ (R7) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A3B6| = 0,517 > 0,091$ (R8) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A2B5| = 0,429 > 0,092$ (R9) → ada perbedaan
 $|A10B6 - A1B6| = 0,042 < 0,093$ (R10) → tidak ada perbedaan

Lampiran 10

DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 3. Buah Pisang Ambon Kuning



Gb. 3. Media Fermentasi



Gambar 4. Starter



Gambar 5. Pengambilan Cuplikan



Gambar 6. Unit *Micro Conway Diffusion* sebelum diinkubasi



Gambar 7. Unit *Micro Conway Diffusion* setelah diinkubasi



Gambar 8. Larutan Cr³⁺ sisa hasil reaksi yang telah diencerkan

lampiran 11

NILAI KOEFISIEN KORELASI

Tabel 14. Nilai Koefisien Korelasi

N	Taraf signifikansi		N	Taraf 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_{0,05}

Tabel 15. 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	5,75	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	4,53	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	284	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