

**MEMPELAJARI PENGARUH KONSENTRASI RAGI
INSTAN DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP
PEMBUATAN ALKOHOL DARI AMPAS UBI KAYU (*Manihot
utilisima*)**

SKRIPSI

OLEH:

**AGOUNG GEDHE PRATAMA
050305046/THP**



DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

2009

**MEMPELAJARI PENGARUH KONSENTRASI RAGI
INSTAN DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP
PEMBUATAN ALKOHOL DARI AMPAS UBI KAYU (*Manihot
utilisima*)**

SKRIPSI

OLEH:

**AGOUNG GEDHE PRATAMA
050305046/THP**

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Sumatera Utara

Disetujui oleh:
Komisi pembimbing

DR. Ir. Herla Rusmarilin, MS.
Ketua

Ir. Abdul Halim Sulaiman, M.Sc
Anggota

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

2009

DAFTAR ISI

| | Hal |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR TABEL | iv |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR LAMPIRAN | vi |
| PENDAHULUAN | |
| Latar Belakang | 1 |
| Tujuan Penelitian | 3 |
| Kegunaan Penelitian..... | 3 |
| Hipotesa Penelitian..... | 4 |
| TINJAUAN PUSTAKA | |
| Tinjauan Umum Tentang Ubi Kayu..... | 5 |
| Komposisi Kimia Ubi Kayu | 8 |
| Hidrolisis | 10 |
| Fermentasi Alkohol | 11 |
| Jenis Alkohol | 13 |
| Sumber Mikroba | 15 |
| Ragi | 18 |
| Penyulingan Alkohol..... | 20 |
| Karakteristik Alkohol..... | 23 |
| BAHAN DAN METODA PENELITIAN | |
| Waktu dan Tempat Penelitian..... | 27 |
| Bahan Penelitian | 27 |
| Reagensia | 27 |
| Alat Penelitian..... | 27 |
| Metoda Penelitian | 28 |
| Model Rancangan | 29 |
| Pelaksanaan Penelitian | 29 |
| Pengamatan dan Pengukuran Data | |
| Penentuan Rendemen | 30 |
| Penentuan Kadar Alkohol..... | 31 |
| Efisiensi Fermentasi Pengukuran <i>Total Soluble Solid</i> | 31 |
| Penentuan Berat Kering Sel Metode Langsung..... | 31 |

SKEMA PENELITIAN

| | |
|-------------------------|----|
| Proses Hidrolisis | 33 |
| Proses Fermentasi | 34 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| Pengaruh Konsentrasi Ragi instan terhadap Parameter yang diamati | 35 |
| Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Parameter yang diamati | 36 |
| <i>Total Soluble Solid (TSS)</i> | 37 |
| Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap <i>Total Soluble Solid</i> | 37 |
| Pengaruh Lama Fermentasi terhadap <i>Total Soluble Solid</i> | 39 |
| Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap <i>Total Soluble Solid</i> | 40 |
| Rendemen Alkohol | 43 |
| Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Rendemen Alkohol | 43 |
| Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol | 45 |
| Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol | 46 |
| Berat Kering Sel | 49 |
| Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Berat Kering Sel..... | 49 |
| Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Berat Kering Sel..... | 50 |
| Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap | 52 |
| Kadar Alkohol | 52 |
| Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Kadar Alkohol | 52 |
| Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol | 54 |
| Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol | 56 |

KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|------------------|----|
| Kesimpulan | 59 |
| Saran | 59 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| No. | Judul | Hal |
|------------|---|------------|
| 1. | Komposisi Kimia Ubi Kayu | 8 |
| 2. | Hasil Analisa Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi instan terhadap Parameter yang diamati | 35 |
| 3. | Hasil Analisa Mempelajari Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Parameter yang diamati | 36 |
| 4. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan terhadap <i>Total Soluble Solid (TSS)</i> | 37 |
| 5. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap <i>Total Soluble Solid (TSS)</i> | 39 |
| 6. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap <i>Total Soluble Solid (TSS)</i> | 41 |
| 7. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan terhadap Rendemen Alkohol | 43 |
| 8. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol | 45 |
| 9. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol | 47 |
| 10. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan terhadap Berat Kering Sel | 49 |
| 11. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Berat Kering Sel..... | 51 |
| 12. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan terhadap Kadar Alkohol | 53 |
| 13. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol | 54 |
| 14. | Uji LSR Efek utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol | 56 |

DAFTAR GAMBAR

| No. | Judul | Hal |
|------------|--|------------|
| 1. | Skema Hidrolisis Ampas Ubi Kayu | 33 |
| 2. | Skema Pembuatan Alkohol dari Ampas Ubi Kayu | 34 |
| 3. | Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan <i>Total Soluble Solid</i> | 38 |
| 4. | Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan <i>Total Soluble Solid</i> | 40 |
| 5. | Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap <i>Total Soluble Solid</i> | 42 |
| 6. | Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan Rendemen alkohol | 44 |
| 7. | Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan Rendemen alkohol | 46 |
| 8. | Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Rendemen alkohol | 48 |
| 9. | Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan Berat Kering sel | 50 |
| 10. | Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan Kadar Alkohol | 51 |
| 11. | Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan Kadar alkohol | 53 |
| 7. | Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan Kadar alkohol | 55 |
| 8. | Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Kadar alkohol | 57 |



Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul | Hal |
|------------|---|------------|
| 1. | Data Pengamatan Analisis Total Soluble Solid (^o Brix) | 64 |
| 2. | Data Pengamatan Analisis Rendemen Alkohol | 65 |
| 3. | Data Pengamatan Analisis Berat Kering Sel | 67 |
| 4. | Data Pengamatan Analisis Kadar Alkohol | 68 |
| 5. | Specific Gravity of Ethanol 20 °C | 69 |



ABSTRAK

MEMPELAJARI PENGARUH KONSENTRASI RAGI INSTAN DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP PEMBUATAN ALKOHOL DARI AMPAS UBI KAYU

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi ragi instan dan waktu fermentasi terhadap pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor, yakni konsentrasi ragi instan (A) : (6, 8, 10 dan 12%) dan lama fermentasi (R) : (36, 72, 108 dan 144 jam). Parameter analisa adalah total padatan terlarut, rendemen alkohol, berat kering sel dan kadar alkohol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap semua parameter. Interaksi konsentrasi ragi instan dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap total padatan terlarut, rendemen alkohol, dan kadar alkohol tetapi tidak berpengaruh terhadap berat kering sel. Konsentrasi ragi instan 12 % dan waktu fermentasi 108 jam menghasilkan rendemen dan mutu alkohol dari ampas ubi kayu yang terbaik.

Kata Kunci : Alkohol, ampas ubi kayu, lama fermentasi, ragi instan

ABSTRACT

LEARN THE EFFECT OF INSTANT YEAST CONCENTRATION AND FERMENTATION TIME ON PRODUCING ALCOHOL FROM WASTE OF CASSAVA

The research was performed to learn the effect of instant yeast concentration and fermentation time on the producing of alcohol from waste of cassava. The research had been performed using factorial completely randomized design with two factors i.e : instant yeast concentration (A) : (6, 8, 10 and 12%) and fermentation time (R) : (36, 72, 108 and 144 hours).. Parameters analysed were total soluble solid, yield of alcohol, weight of dry cell and alcohol content.

The result showed that both the instant yeast concentration and the fermentation time had highly significant effect on all parameters. The interaction of yeast concentration and fermentation time had highly significant effect on total soluble solid, yield of alcohol, alcohol content but no significant effect on the weight of dry cell. The 12% instant yeast concentration and 108 hours fermentation time produced the highest yield and the best quality of alcohol from waste of cassava.

Keyword : Alcohol, cassava waste, fermentation time, instant yeast

RIWAYAT HIDUP

AGOUNG GEDHE PRATAMA, dilahirkan di Mata Pao, Kabupaten Serdang Bedagai pada tanggal 23 Maret 1986, anak tunggal dari Ayahanda **Suyitno** dan Ibunda **Yusnani** yang beragama Islam.

Pada tahun 1990 penulis memasuki taman kanak-kanak Asoka di Liberia, lulus tahun 1992. Tahun 1992 memasuki SD swasta R.A. Kartini di Sei Rampah, lulus tahun 1998. Tahun 1998 memasuki SLTP swasta R.A. Kartini di Sei Rampah, lulus tahun 2001. Tahun 2001 memasuki SMU N I Sei Rampah, lulus tahun 2004. Tahun 2005 memasuki Universitas Sumatera Utara, fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian melalui jalur SPMB.

Selama kuliah penulis menjadi Asisten Laboratorium Teknologi Pangan tahun 2007-2009, Kepala Divisi Humas UKM Fotografi tahun 2008-2009, Dewan pendiri Ikatan Mahasiswa Serdang Bedagai (IMASERGA), mengikuti organisasi Ikatan Mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian (IM-THP), Himpunan Mahasiswa Islam (HMI), Agriculture Technology Moslem (ATM).

Pada bulan juli 2008 penulis mengikuti Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PT. SOCFIN INDONESIA, Pabrik Kelapa Sawit Bangun Bandar, Kabupaten Serdang Bedagai.

RINGKASAN

Agoung Gedhe Pratama “**Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi instan dan Waktu Fermentasi terhadap Pembuatan Alkohol dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*)**” dibimbing oleh DR. Ir. Herla Rusmarilin, MS. selaku ketua komisi pembimbing dan Ir. Abdul Halim Sulaiman, M.Sc selaku anggota komisi pembimbing.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu faktor Konsentrasi Ragi Instan (A) dan Lama Fermentasi (R). Konsentrasi Ragi Instan terdiri dari 4 taraf, yaitu 6 % ; 8 % ; 10 % ; 12 %. Lama Fermentasi (R) terdiri dari 4 taraf, yaitu 36 jam ; 72 jam ; 108 jam ; 144 jam.

Hasil penelitian yang dianalisa secara statistik menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

Total Soluble Solid (°Brix)

Konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *total soluble solid* (TSS) pembuatan alkohol setelah fermentasi. TSS tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A_1) sebesar 6.57 (°Brix) dan *Total Soluble Solid* (TSS) terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % (A_4) sebesar 5.53 (°Brix).

Lama fermentasi memberi pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *total soluble solid* (TSS) pembuatan alkohol setelah fermentasi. *Total soluble solid* (TSS) tertinggi diperoleh pada lama fermentasi

36 jam (R_1) sebesar 8.99 °Brix dan *Total Soluble Solid* (TSS) terendah diperoleh pada lama fermentasi 144 jam (R_4) sebesar 3.24 °Brix.

Interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *Total Soluble Solid* (TSS) pembuatan alkohol setelah fermentasi. *Total Soluble Solid* (TSS) tertinggi diperoleh pada interaksi A_1R_1 yaitu konsentrasi ragi instan 6% dan lama fermentasi 36 jam sebesar 9.80 °Brix dan terendah diperoleh pada interaksi A_4R_4 yaitu konsentrasi ragi instan 12% dan lama fermentasi 144 jam sebesar 2.80 °Brix.

Rendemen Alkohol

Konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen alkohol. Rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % (A_4) sebesar 19.83 % dan rendemen alkohol terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A_1) sebesar 13.34 %.

Lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen alkohol. Rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 108 jam (R_3) sebesar 23.17 % dan rendemen alkohol terendah diperoleh pada lama fermentasi 36 jam (R_1) sebesar 5.83 %.

Interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen alkohol yang dihasilkan. Rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada interaksi A_4R_3 yaitu konsentrasi ragi instan (12%) dan lama fermentasi 108 jam sebesar 26.67 % sedangkan rendemen alkohol terendah diperoleh pada interaksi A_1R_1 konsentrasi ragi instan (6%) dan lama fermentasi 36 jam sebesar 3.34 %.

Berat Kering Sel

Konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap berat kering sel. Berat kering sel tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % sebesar 0.1536 gr/ 5 ml dan berat kering sel terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A_1) sebesar 0.1311 gr/ 5 ml.

Lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap berat kering sel. Berat kering sel tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 108 jam (R_3) sebesar 0.2278 dan berat kering sel terendah diperoleh pada lama fermentasi 36 jam (R_1) sebesar 0.1011.

Interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap berat kering sel yang dihasilkan, sehingga uji LSR tidak dilanjutkan.

Kadar Alkohol

Konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar alkohol. Kadar alkohol tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % (A_4) sebesar 53.49 % dan Kadar alkohol terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A_1) sebesar 42.23 %.

Lama fermentasi memberi pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar alkohol. Kadar alkohol tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 108 jam (R_3) sebesar 48.46 % dan kadar alkohol terendah diperoleh pada lama fermentasi 36 jam (R_1) sebesar 45.81 %.

Interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Kadar alkohol

tertinggi diperoleh pada interaksi konsentrasi ragi instan (12%) A_4 dan lama fermentasi 108 jam (R_3).
Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

fermentasi 108 jam R₃ sebesar 55.14 % dan dan kadar alkohol terendah diperoleh pada interaksi konsentrasi ragi instan (6%) A₁ dan lama fermentasi 36 jam R₁ sebesar 41.42 %.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Adapun judul penelitian ini adalah “ **Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi instan dan Waktu Fermentasi terhadap Pembuatan Alkohol dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*)** ”, yang disusun sebagai salah satu syarat untuk dapat meraih gelar sarjana di Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu DR. Ir. Herla Rusmarilin, MS. selaku ketua komisi pembimbing dan Bapak Ir. Abdul Halim Sulaiman, M.Sc selaku anggota komisi pembimbing yang telah banyak memberikan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Kepada kedua orang tua yang tercinta Ayahanda Suyitno dan Ibunda Yusnani yang telah memberikan dukungan penuh dan yang telah banyak membantu team asisten Laboratorium Teknologi Pangan serta teman-teman stambuk 2005 yang telah memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penelitian ini dan semoga penelitian ini bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan, akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, wasalam.

Medan, Juli 2009

Penulis

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya dengan hasil bumi. Indonesia memiliki tanah-tanah pertanian yang subur. Dengan pengelolaan yang baik, tanah itu akan menghasilkan produksi pertanian yang optimal. Umbi-umbian merupakan bahan pertanian yang potensial, selain sebagai bahan pangan, umbi-umbian juga merupakan bahan baku industri yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Tanaman umbi-umbian merupakan tanaman tropis dan subtropis. Produksi umbi-umbian hingga saat ini cukup tinggi karena di beberapa wilayah di Indonesia, sebagian besar masyarakatnya masih mengonsumsi umbi-umbian sebagai makanan pokok atau sebagai makanan tambahan.

Secara tradisional ubi kayu atau singkong dimanfaatkan sebagai makanan jajanan, atau sebagai makanan pokok dalam bentuk tiwul ataupun gapek. Selain itu ubi kayu sudah dimanfaatkan juga sebagai pelet pakan ternak, pembuatan gula glukosa dan tapioka. Pengolahan ubi kayu menjadi tapioka menghasilkan limbah cair dan limbah padat dalam bentuk ampas. Ampas sebagai limbah padat dari pabrik tapioka, apabila dibiarkan akan mengganggu masyarakat, karena menimbulkan bau busuk.

Hasil olahan ubi kayu dapat berupa tapioka atau gapek dalam bentuk irisan, pelet (pakan ternak), kertas, atau kayu lapis sebagai bentuk olahan ubi kayu. Beberapa produk ubi kayu telah lama menjadi komoditi ekspor yang penting dalam menyumbang pendapatan devisa, karena itu tanaman ubi kayu merupakan aset yang sangat berharga dan perlu dijaga kelestariannya.

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Pada dasarnya olahan ubi kayu dalam industri dapat digolongkan menjadi tiga yaitu hasil fermentasi ubi kayu (tape/peuyem), bentuk yang dikeringkan (gaplek) dan tepung ubi kayu atau tepung tapioka. Tepung tapioka digunakan dalam industri makanan atau pakan ternak, dekstrin atau bahan baku glukosa (gula). Dekstrin banyak digunakan dalam industri tekstil, industri makanan dan industri kimia seperti etanol dan senyawa organik lainnya.

Ampas ubi kayu merupakan limbah yang masih mengandung pati yang dapat mengganggu lingkungan, namun masih memiliki nilai ekonomi karena dapat digunakan sebagai pakan ternak, sebagai bahan baku pembuatan saus tomat, atau sebagai bahan penghasil bioetanol, selain itu dapat digunakan sebagai bahan baku media pertumbuhan mikrobia karena masih mengandung karbohidrat sekitar 10 – 30 %.

Penggunaan ampas ubi kayu untuk produksi PST (protein sel tunggal) selain memecahkan masalah pencemaran lingkungan diharapkan masih dapat meningkatkan nilai ekonomis ubi kayu, sehingga pendapatan petani ubi kayu dapat ditingkatkan. Sisa kandungan pati dalam ampas dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya dengan merubahnya menjadi gula.

Kandungan gula sebagai substrat dan lama fermentasi berpengaruh terhadap produksi sel mikrobia. Konsentrasi gula yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikrobia dan gula lebih banyak dirombak menjadi alkohol dibanding dengan pembentukan sel. Pada fase logaritmik produksi sel akan mencapai maksimum, bila fase ini terlewati massa sel akan berkurang. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi gula dalam

substrat dan lama fermentasi yang optimum terhadap produksi biomassa sel *Saccharomyces cerevisiae*.

Alkohol dapat dihasilkan dari bahan baku tanaman yang mengandung pati dengan mengubahnya menjadi glukosa seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung dan sagu yang dikenal dengan bioetanol. Pembuatan bioetanol dari limbah ubi kayu dapat meningkatkan nilai tambah dan menjadi produk yang bernilai ekonomi tinggi. Oleh karena itu, penulis berkeinginan melakukan penelitian dengan judul “Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan dan Waktu Fermentasi terhadap Pembuatan Alkohol dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*).

Tujuan Penelitian

- Mempelajari pengaruh konsentrasi ragi instan dan waktu fermentasi terhadap pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu (*Manihot utilisima*).
- Mempelajari potensi ampas ubi kayu dalam pembuatan alkohol.

Kegunaan Penelitian

- Untuk memperoleh data dalam penulisan skripsi di Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sebagai sumber informasi di dalam mempelajari pengaruh konsentrasi ragi instan dan waktu fermentasi terhadap pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu.

Hipotesa Penelitian

- Diduga ada pengaruh konsentrasi ragi instan terhadap pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu.
- Diduga ada pengaruh waktu fermentasi terhadap pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu.
- Diduga ada pengaruh interaksi konsentrasi ragi instan dan waktu fermentasi terhadap pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu.



TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum Tentang Ubi Kayu

Secara taksonomi ubi kayu dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kerajaan : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Malpighiales
Suku : Euphorbiaceae
Subsuku : Crotonoideae
Tribe : Manihoteae
Marga : Manihot
Spesies : *Manihot esculenta*

(Widiarta dan Widi, 2003).

Ubi kayu atau singkong merupakan bahan pangan yang banyak diproduksi di Indonesia. Indonesia termasuk negara penghasil ubi kayu terbesar ketiga (13.300.000 ton) setelah Brazil (25.554.000 ton), dan Thailand (13.500.000 ton) serta disusul oleh negara-negara Nigeria (11.000.000 ton), dan India (6.500.000 ton) dari total produksi dunia sebesar 122.134.000 ton per tahun. Singkong merupakan umbi atau akar pohon dengan ciri fisik rata-rata bergaris tengah 8 – 10 cm dan panjang 50 – 80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam. Daging umbinya berwarna putih atau kekuning-kuningan. Umbi singkong tidak tahan disimpan meskipun ditempatkan di lemari pendingin. Gejala

kerusakan ditandai dengan keluarnya warna biru gelap akibat terbentuknya asam sianida yang bersifat racun bagi manusia (Vidya, 2002)

Singkong (cassava) adalah pohon tahunan tropika dan subtropika dari keluarga Euphorbiaceae. Umbinya dikenal luas sebagai makanan pokok penghasil pati dan daunnya sebagai sayuran. Umbi singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sangat miskin protein. Sumber protein justru terdapat pada daun singkong terutama mengandung asam amino metionin (Wikipedia, 2006).

Selain ubi kayu, jagung, ubi jalar, sagu, dan tebu juga sebagai sumber karbohidrat yang potensial untuk bahan baku etanol. Namun, kelebihan ubi kayu dibandingkan dengan yang lain adalah dapat tumbuh di tanah yang kurang subur. Ubi kayu atau singkong memiliki daya tahan yang tinggi terhadap penyakit dan dapat diatur waktu panennya. Namun, kadar patinya berkisar 30 persen, masih lebih rendah dibandingkan dengan jagung (70 persen) dan tebu (55 persen). Di seluruh Indonesia terdapat 1,4 juta hektar perkebunan ubi kayu, yang tersebar di 10 provinsi. Lampung di antaranya menghasilkan ubi kayu 15 ton per hektar, sedangkan Jawa Timur 17 – 18 ton per hektar. Dengan asumsi 20 persen kebutuhan bensin bisa digantikan gasohol BE-10 hingga 3 juta kiloliter, maka setiap tahun akan diperlukan 2 juta ton ubi kayu, yang diproduksi dari lahan seluas 100.000 hektar (Kompas, 2005).

Sekitar 65% produksi ubi kayu digunakan untuk pangan manusia, baik dalam bentuk segar maupun olahan. Aneka jenis makanan dari bahan baku ubi kayu antara lain adalah ubi rebus, ubi bakar, ubi kayu goreng, kolak, opak, tape dan sebagainya. Dalam jumlah yang cukup besar, ubi kayu juga

digunakan untuk bahan pakan ternak, dan di negara-negara maju, ubi kayu dijadikan bahan baku industri tepung tapioka, pembuatan alkohol, dan lain-lain (Suwito, 2008).

Pada prinsipnya pengolahan tapioka dari ubi kayu adalah dengan cara pemecahan dinding sel, sehingga butir pati yang terdapat di dalamnya dapat keluar. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan pamarutan dan dapat dibantu dengan alat pengepres. Dengan cara tersebut tidak semua pati yang ada dalam ubi dapat terlepas, sekitar 70 – 90 % dapat keluar sedang selebihnya tertinggal di dalam ampas pemerasan. Ampas pemerasan mengandung kadar tepung relatif tinggi karena teknologi yang ada sekarang ini tidak memungkinkan seluruh pati terpisah dari ampasnya. Di beberapa tempat ampas dikeringkan dalam bentuk bulatan dan digiling menjadi tepung asia yang umumnya digunakan sebagai bahan obat nyamuk, bahan pangan maupun pakan (Abbas, *et al.*, 1985).

Pati merupakan cadangan karbohidrat dalam tutumbuh-tumbuhan dan merupakan karbohidrat utama yang dikonsumsi manusia di seluruh dunia. Komposisi amilosa dan amilopektin pada setiap jenis berbeda. Amilopektin pada umumnya terdapat dalam jumlah lebih besar. Sebagian besar pati mengandung antara 15 % dan 35 % amilosa. Dalam butiran pati, rantai-rantai amilosa dan amilopektin tersusun dalam bentuk semi kristal, yang menyebabkannya tidak larut dalam air dan memperlambat proses pencernaannya oleh amilase pankreas. Bila dipanaskan dengan air, struktur kristal rusak dan rantai polisakarida akan mengambil posisi acak. Hal inilah yang menyebabkannya mengembang dan memadat (gelatinisasi). Cabang-cabang yang terletak pada bagian amilopektinlah yang terutama sebagai penyebab terbentuknya gel yang cukup stabil. Proses

pemasakan pati di samping menyebabkan terbentuknya gel juga dapat melunakkan dan memecah sel, sehingga mempermudah proses pencernaan. Dalam proses pencernaan semua bentuk pati akan dihidrolisa yang sebagian besar menghasilkan glukosa (Almatsier, 2006).

Komposisi Kimia Ubi Kayu

Dari kandungan kimia ubi kayu, menunjukkan bahwa tinggi rendahnya kadar gula dan kadar alkohol yang dihasilkan pada setiap gramnya dipengaruhi oleh banyak sedikitnya kandungan pati atau amilum. Hal ini menunjukkan bahwa kadar pati yang lebih tinggi akan mempengaruhi kadar gula yang dihasilkan seperti dalam proses fermentasi tape (Sriyanti, 2003).

Adapun komposisi kimia ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Ubi Kayu (per 100 gram bahan kering)

| Komponen | Jumlah |
|-----------------------------|--------|
| Kalori (Kal) | 146 |
| Protein (gram) | 1,2 |
| Lemak (gram) | 0,3 |
| Karbohidrat (gram) | 34,7 |
| Kalsium (mg) | 33 |
| Fosfor (mg) | 40 |
| Besi (mg) | 0,7 |
| Vitamin B ₁ (mg) | 0,06 |
| Vitamin C (mg) | 30 |
| Air (gram) | 62,5 |
| BDD (%) | 75 |

Sumber : Departemen Kesehatan, RI (1992).

Tepung tapioka tersusun atas granula-granula pati berukuran 5 - 35 mikron, memiliki sifat *birefringent* yang kuat serta tersusun atas 20% amilosa dan 80% amilopektin sehingga mempunyai sifat mudah mengembang (*swelling*) dalam air panas. Pati singkong digunakan secara permanen dalam beberapa

industri yang menggunakan pati, sedangkan jenis pati yang lain kurang mendapat tempat penting. Salah satu alasan mengapa hal ini terjadi adalah karena sifat pati singkong yang unik (Kartosapoetra, 1994).

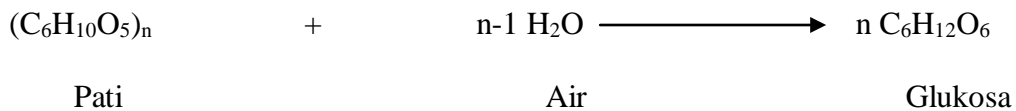
Pati ini dengan cepat akan tergelatinisasi oleh pemanasan dengan air dan larutannya setelah pendinginan secara komparatif tetap cair, relatif lebih stabil tidak cepat memisah kembali ke bentuk yang tidak larut seperti pada pati jagung dan pati kentang (retrogradasi). Tepung tapioka yang diinginkan konsumen adalah tepung yang warnanya putih, bubuknya halus (free flowing powder), kering (kadar airnya rendah), bersih, aromanya khas tepung/tidak apek, dan tidak mengandung zat-zat yang berbahaya. Kemasannya harus kuat dan tidak mudah bocor (Sostrosoedirdjo, 1987).

Onggok (ampas) ubi kayu merupakan hasil sampingan yang berbentuk padat dari pengolahan tepung tapioka. Pendayagunaan onggok belum optimal dan banyak menimbulkan pencemaran lingkungan. Kandungan karbohidrat onggok masih sekitar 65 % dan serat kasar sekitar 8 % (Judoamidjojo, dkk., 1992), sedangkan nilai gizi lainnya adalah protein, lemak, air dan abu, masing-masing sebesar 3,6 %, 2,3 %, 20,31% dan 4,4 % (Litbang, 2008).

Susijahadi, (1997) menyatakan bahwa komposisi onggok tepung tapioka sangat bervariasi bergantung dari jenis/varietas ubi kayu, daerah asal serta cara pengolahan tepung tapioka. Adapun komposisi onggok tersebut masih mengandung 68 % karbohidrat, 1,57 % protein, 0,26 % lemak, 10 % serat, 0.17 % abu dan 20 % air. Ampas ubi kayu memiliki kadar pati yang cukup tinggi, sehingga menguntungkan apabila digunakan sebagai bahan baku pembuatan alkohol (Astuti, 2008).

Hidrolisis

Hidrolisis ongkok dapat dilakukan oleh asam atau enzim. Jika ongkok dipanaskan dengan asam akan terurai menjadi molekul-molekul yang lebih kecil secara berurutan dan hasil akhirnya adalah glukosa.



Menurut Polling dan Harsono (1981) derajat konversi ongkok menjadi dekstrin, maltosa dan glukosa tergantung pada konsentrasi asam, waktu, suhu dan tekanan selama proses hidrolisis berlangsung. Dengan demikian bila hidrolisis ongkok dilakukan pada suhu, konsentrasi asam dan tekanan yang tetap (konstan) maka semakin lama waktu hidrolisis, kadar glukosa yang dihasilkan semakin meningkat.

Menurut Gaman dan Sherrington (1992), ada beberapa tingkatan dalam reaksi di atas. Molekul-molekul pati mula-mula pecah menjadi unit-unit rantaian glukosa yang lebih pendek yang disebut dekstrin. Dekstrin ini dipecah lebih jauh menjadi maltosa (dua unit glukosa) dan akhirnya maltosa pecah menjadi glukosa.



Hidrolisis ongkok dapat dilakukan dengan cara hidrolisis dengan katalis asam, kombinasi asam dan enzim serta kombinasi enzim dengan enzim. Pada hidrolisis ongkok dengan asam, diperlukan suhu yang tinggi. Semakin lama hidrolisis asam akan memecah molekul ongkok secara acak dan gula pereduksi yang dihasilkan juga semakin besar (Judoamidjojo, *et al.*, 1992).

Asam sulfat (H_2SO_4) berfungsi sebagai katalis dalam pemecahan rantai heksosa dari polimer pati. Aktivitas suatu katalis banyak dipengaruhi oleh

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

konsentrasi katalis yang diberikan, semakin tinggi jumlah yang diberikan pada konsentrasi yang sama, maka proses kerja katalis semakin tinggi (Stout dan Ryberg, 1989).

Penambahan asam sulfat (H_2SO_4) dapat mempengaruhi pH. Bila pH mendekati netral maka jumlah asam yang dikandung relatif rendah sehingga ikatan glikosida yang membentuk polisakarida lebih kuat dibandingkan dengan suspensi pati yang mengandung jumlah asam yang lebih tinggi. Akibatnya proses pemutusan rantai heksosa dari ikatan polisakarida yang mendekati pH netral menjadi lebih sulit (Meyer, 1970).

Berdasarkan laporan penelitian, ternyata untuk modifikasi pati ubi kayu dapat dilakukan dengan perendaman dalam asam klorida 7,5 % selama 3 hari pada suhu 40 °C. Bila dilakukan pada suhu kamar (23 °C – 29 °C), maka digunakan perendaman dengan asam klorida 7 % selama seminggu. Jika suhu dinaikkan maka konsentrasi dari asam klorida bisa direndahkan dan waktu perendamannya bisa dipersingkat (Afrianti, 2004).

Menurut Stout dan Ryberg (1989) semakin tinggi konsentrasi asam sulfat yang digunakan, semakin singkat waktu yang diperlukan untuk proses hidrolisis pada tekanan yang sama. Penambahan tekanan pada konsentrasi yang sama akan mempercepat proses hidrolisis. Penambahan asam yang terlalu banyak dapat menyebabkan terbentuknya sirup glukosa dengan rasa yang kurang baik.

Fermentasi Alkohol

Fermentasi merupakan kegiatan mikrobia pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikrobia yang umumnya terlibat dalam

fermentasi adalah bakteri, khamir dan kapang. Beberapa contoh proses fermentasi

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

diantaranya adalah pembuatan tempe, onggok dan sebagainya. Mikroba yang banyak terlibat pada fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae* sedangkan dalam pembuatan tempe salah satunya adalah (*Rhizopus* sp) dan *Monascus purpureus* sering digunakan pada pembuatan onggok. Fermentasi dapat dilakukan dengan menggunakan kultur murni ataupun alami serta dengan kultur tunggal ataupun kultur campuran. Fermentasi menggunakan kultur alami umumnya dilakukan pada proses fermentasi tradisional yang memanfaatkan mikroorganisme yang ada di lingkungan. Salah satu contoh produk pangan yang dihasilkan dengan fermentasi alami adalah gatot dan growol yang dibuat dari singkong (Hidayat, 2007).

Proses fermentasi dalam pembuatan alkohol terkadang tidak dapat terkontrol. Terkadang proses fermentasi terjadi dengan waktu yang cukup lama, tergantung dari kemampuan ragi untuk merubah karbohidrat ke dalam alkohol. Dalam pemilihan ragi yang akan digunakan merupakan bagian yang paling penting dalam proses penyulingan alkohol. Ragi telah lama digunakan dalam proses penyulingan misalnya dalam proses pembuatan bir. Persiapan inokulasi ragi sering terkontaminasi oleh bakteri yang dibawa pada saat penyimpanan atau transportasi, sehingga kualitas alkohol yang dihasilkan harus disterilkan terlebih dahulu (Briggs, *et al.*, 1981).

Pada proses fermentasi alkohol yang menggunakan bahan baku pati berlangsung cukup lama, yaitu sekitar 9 hari, karena pati harus dirombak menjadi gula dalam tangki fermentasi dalam kondisi steril pada suhu 3 – 14 °C (Belitz, *et al.*, 1987).

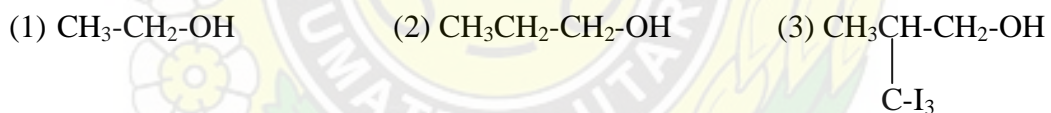
Alkohol sebagai hasil metabolisme tipe anaerobik dari aktivitas khamir. Semua organisme membutuhkan energi untuk hidupnya yang diperoleh dari hasil perombakan bahan pangan yang mengandung gula. Dengan adanya oksigen beberapa mikroorganisme mencerna glukosa dan menghasilkan air, karbon dioksida dan sejumlah besar energi (ATP) yang digunakan untuk tumbuh (Buckle, *et al.*, 1987).

Jenis-jenis alkohol

Alkohol dapat dibagi kedalam beberapa kelompok tergantung pada bagaimana posisi gugus -OH dalam rantai atom-atom karbonnya. Masing-masing kelompok alkohol ini juga memiliki beberapa perbedaan kimiawi.

Alkohol Primer

Pada alkohol primer, atom karbon yang membawa gugus -OH hanya terikat pada satu gugus alkil. Beberapa contoh alkohol primer antara lain:



Alkohol sekunder

Pada alkohol sekunder, atom karbon yang mengikat gugus -OH berikatan langsung dengan *dua* gugus alkil, kedua gugus alkil ini bisa sama atau berbeda.

Contoh:



Alkohol tersier

Pada alkohol tersier, atom karbon yang mengikat gugus -OH berikatan langsung dengan *tiga* gugus alkil, yang bisa merupakan kombinasi dari alkil yang sama atau berbeda.

Contoh:



(Organisasi Kimia, 2009).

Tahapan-tahapan proses perubahan pati menjadi alkohol adalah sebagai berikut:

1. Hidratasi pati : umbi-umbian digiling dan serbuk umbi-umbian diberi air sehingga terjadi dispersi.
2. Gelatinisasi pati : ditentukan oleh tipe dari pati, hubungan antara suhu dan waktu, ukuran-ukuran partikel dan konsentrasi bubur. Hubungan optimal bervariasi tergantung dari tipe pati yang digunakan. Tahap ini merupakan pemula (*precursor*) penting untuk proses.
3. Hidrolisis pati : konversi pati untuk menghasilkan maltosa dan dekstrin yang tidak terfermentasi terjadi karena hidrolisis enzimatis. Reaksi ini akan mencapai keseimbangan bila telah tercapai rasio antara maltose-dekstrin yang dikendalikan oleh komposisi kimia dari pati. Komposisi kimia pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa sebagai polimer dari glukosa yang merupakan rantai lurus dan secara kuantitatif dapat

dihidrolisis menghasilkan maltosa, sedangkan amilopektin terhidrolisis sebagian.

4. Konversi gula menjadi alkohol dengan cara fermentasi : gula sangat disukai oleh hampir semua makhluk hidup sebagai sumber energi. Khamir dapat memfermentasi glukosa, mannososa dan galaktosa dan tidak dapat memecah pentosa. Disakarida seperti sukrosa dan maltosa difermentasi dengan cepat oleh khamir karena mempunyai enzim sukrase atau invertase dan maltase untuk mengubah maltosa menjadi heksosa

(Hidayat, dkk., 2006).

Sumber Mikroba

Klasifikasi khamir *Saccharomyces cerevisiae* adalah sebagai berikut :

Class : *Ascomycetes*
Sub Class : *Hemiascomycetidae*
Ordo : *Endomycetales*
Famili : *Saccharomycoideae*
Genus : *Saccharomyces*
Species : *Saccharomyces cerevisiae*

(Pelczar, *et al.*, 1983).

Saccharomyces cerevisiae mempunyai bentuk sel bundar, oval atau elongasi. Berkembang biak secara vegetatif dengan membentuk tunas dan pembentukan spora aseksual pada askus 1 – 4 spora dengan bentuk yang beragam, reproduksi generatif berlangsung dengan konjugasi isogami maupun heterogami (Kirk and Othmer, 1970).

Khamir merupakan elemen paling penting dalam pembuatan bir. Siklus hidup khamir ini melalui dua tahap:

a. Tahap Reproduksi Dengan Oksigen (Aerob).

Tahap pertama ini adalah tahap reproduksi di mana khamir menggunakan oksigen, nutrien dan energi untuk penggandaan atau pembentukan tunas. Pertunasan akan terjadi setiap 4 – 60 jam tergantung dari strain khamir. Jika sejumlah kecil sel dimasukkan dalam bahan bir atau wine maka akan mengadakan penggandaan sampai jumlah yang cukup untuk mengubah gula menjadi alkohol dalam tahap kedua. Hal yang penting dalam tahap ini adalah berkurangnya oksigen dan meningkatnya keasaman (penurunan pH). Kedua perubahan ini akan merusak 5 % bakteri yang ada. Bakteri dapat menggandakan diri lebih cepat setiap 20 menit. Oleh sebab itu penting untuk mengurangnya pada tahap awal.

b. Tahap Produksi Alkohol Tanpa Oksigen (Anaerob).

Tahap kedua secara efektif dimulai ketika oksigen telah digunakan oleh khamir dan khamir menggunakan gula (maltosa, glukosa, fruktosa, dan sebagainya) untuk suplai oksigen. Beberapa produk pada tahap fermentasi ini adalah: karbon dioksida, etil alkohol, dan aroma. Kandungan alkohol yang semakin tinggi akan mematikan khamir. Jika khamir telah mengakhiri proses fermentasi maka khamir ini akan terendapkan di dasar fermentor. Khamir yang berbeda akan memberikan proses yang berbeda sehingga kita kenal khamir anggur, khamir bir, dan khamir roti (Iptekindo, 2007).

Khamir dapat diklasifikasikan berdasar pada karakteristik morfologinya namun demikian sifat fisiologi juga dipentingkan bagi para ahli mikrobiologi pangan.

Karakteristik morfologi khamir dideterminasi menggunakan uji mikroskopis :

a. Bentuk dan Struktur

Bentuk khamir dapat sferikal sampai ovoid, kadang dapat membentuk miselium semu. Ukuran juga bervariasi. Struktur yang dapat diamati meliputi dinding sel, sitoplasma, vakuola air, globula lemak dan granula.

b. Reproduksi

Kebanyakan khamir melakukan reproduksi secara aseksual melalui pembentukan tunas secara multilateral ataupun polar. Reproduksi secara seksual menghasilkan askospora melalui konjugasi dua sel atau konjugasi dua askospora yang menghasilkan sel anakan kecil. Jumlah spora dalam askus bervariasi tergantung macam khamirnya (Litbang, 2007).

Khamir telah digunakan dalam waktu yang lama ditambahkan pada makanan, sebagai ragi roti dan ragi tape. Ragi pangan dan ragi pakan yang banyak digunakan adalah *Torulopsis utilis*, *Candida utilis*, *Saccharomyces cereviseae*, *Saccharomyces fragii* (Tjokroadikoesoemo, 1986).

Agar mikrobia tumbuh dengan baik, kondisi lingkungan harus sesuai dan kebutuhan nutrisi cukup. *Saccharomyces cereviseae* tumbuh baik pada pH 4,5 – 5. Kisaran suhu pertumbuhannya 28 – 30 °C (Kirk and othmer, 1970) sedangkan menurut Lapedes (1977) pada suhu 26 – 30 °C dan bersifat anaerob. Suhu minimum pertumbuhan *Saccharomyces cereviseae* 0 – 5 °C, optimum 28 – 30 °C dan maksimum 40 – 42 °C (Said, 1987).

Khamir dapat mengubah zat gula menjadi alkohol dan CO₂ dalam keadaan anaerob. Untuk membentuk sel-sel barunya diperlukan hanya sedikit dari bahan gula tersebut sehingga dapat diabaikan jika dibanding dengan produk-produk baru yang dibentuknya.



(Wilse, 1987).

Modifikasi genetik pada mikroorganismenya ini dapat menghasilkan 38,7 g/L atau 5,4% v/v etanol dalam sistem kontinu dari hidrolisa bahan *nondetoxified lignoselulosa*. Temperatur pertumbuhan pada 75°C memberi kemudahan untuk proses distilasi etanol dari reaktor. Operasi pada kondisi termofilik dapat menurunkan pengaruh kontaminasi, yang merupakan hambatan utama proses fermentasi pada kondisi mesofilik. Selama proses fermentasi gula residu ini, 0,5 sampai 1,1 mol hidrogen/mol substrat dihasilkan sebagai produk samping. Untuk optimasi kelayakan, proses fermentasi termofilik bioetanol dilakukan dalam sistem reaktor terimobilisasi (Bayu, 2008).

Ragi

Perkataan "ragi" berasal dari Sanskerta 'yas' berarti "untuk bergolak atau mendidih". Ragi adalah makhluk hidup dan berada di udara sekitar kita. Ia adalah anggota dari keluarga jamur bersel satu dan terdapat sekitar 160 spesies yang berbeda. Ragi roti serta ragi bir termasuk species *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Louis Pasteur (1850), ragi segar adalah berwarna gading kekuning-kuningan, lunak dan basah, harus mudah hancur, berbau segar dan tidak ada warna gelap atau bagian yang kering. Ragi kering adalah ragi segar yang

dikompres dan kering hingga kadar air hanya sekitar 8%. Butiran-butiran itu menjadi aktif kembali bila dicampur dengan air yang hangat. Keuntungan ragi kering adalah memiliki ragi segar dengan konsentrasi tinggi dan tidak perlu didinginkan (Jaworski, 2008).

Ada 2 jenis ragi yang ada di pasaran yaitu ragi padat dan ragi kering. Jenis ragi kering ini ada yang berbentuk butiran kecil-kecil dan ada juga yang berupa bubuk halus. Jenis ragi yang butirannya halus dan berwarna kecokelatan ini umumnya digunakan dalam pembuatan roti sedangkan ragi padat yang bentuknya bulat pipih sering digunakan dalam pembuatan tapai sehingga banyak orang menyebutnya dengan ragi tapai. Ragi ini dibuat dari tepung beras, bawang putih dan kayu manis yang diaduk hingga halus, lalu disimpan dalam tempat yang gelap selama beberapa hari hingga terjadi proses fermentasi. Setelah tumbuh jamur yang berwarna putih susu kemudian ragi ini dijemur kembali hingga benar-benar kering. Ragi padat memiliki aroma yang sangat tajam dengan aroma alkohol yang sangat khas (Indosiar.com, 2007)

Ragi tapai banyak dijumpai di pasar tradisional bagian rempah atau bumbu dapur. Lain halnya dengan ragi kering jauh lebih praktis dalam penggunaannya. Aroma yang dihasilkannya pun tidak terlalu mencolok karena memang khusus untuk pembuatan roti. Hampir semua orang lebih suka menggunakan ragi ini karena tinggal dicampur dengan adonan. Ragi roti bisa diperoleh di pasar tradisional, swalayan, ataupun toko bahan kue. Ragi padat, selain dimanfaatkan untuk fermentasi pembuatan tapai terkadang juga untuk mengempukkan ikan atau membuat pindang bandeng. Dalam penggunaannya, ragi padat harus dihaluskan sebelum ditaburkan dalam bahan lainnya. Ragi kering yang terbentuk

butiran dan bubuk ini bisa membuat adonan roti menjadi mengembang, empuk dan mulur. Ragi kering yang bentuknya butiran halus atau ragi instan, cara pemakaiannya bisa langsung dicampur dalam adonan tepung, gula, air dan bahan lainnya (Indosiar.com, 2007)

Penyulingan Alkohol

Penyulingan atau distilasi pertama kali ditemukan oleh kimiawan Yunani sekitar abad pertama masehi yang perkembangannya dipicu terutama oleh tingginya permintaan akan spritus. Hypathia dari Alexandria dipercaya telah menemukan rangkaian alat untuk distilasi dan Zosimus dari Alexandria-lah yang telah berhasil menggambarkan secara akurat tentang proses distilasi pada sekitar abad ke-4. Bentuk modern distilasi pertama kali ditemukan oleh ahli-ahli kimia Islam pada masa kekhalifahan Abbasiyah, terutama oleh Al-Razi pada pemisahan alkohol menjadi senyawa yang relatif murni melalui alat alembik, bahkan desain ini menjadi semacam inspirasi yang memungkinkan rancangan distilasi skala mikro yang disebut The Hickman Stillhead dapat terwujud. Tulisan oleh Jabir Ibnu Hayyan (721-815) yang lebih dikenal dengan Ibnu Jabir menyebutkan tentang uap anggur yang dapat terbakar, ia juga telah menemukan banyak peralatan dan proses kimia yang bahkan masih banyak dipakai sampai saat ini. Kemudian teknik penyulingan diuraikan dengan jelas oleh Al-Kindi (801-873). (Wikipedia, 2008)

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan alkohol berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini

kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Metode ini termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Model ideal distilasi didasarkan pada Hukum Raoult dan Hukum Dalton (Wikipedia, 2008)

Untuk memisahkan alkohol dari hasil fermentasi dapat dilakukan dengan penyulingan. Titik didih alkohol (etanol) kira-kira $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedangkan titik didih air $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Untuk memperoleh alkohol yang berkadar tinggi atau murni perlu dilakukan penyulingan bertingkat. Hasil fermentasi dipanaskan dalam alat pemanas dengan uap panas, kemudian dilewatkan melalui alat pemisah kolom distilasi. Hasil pemisahan alkohol berada di atas bagian kolom, yang akhirnya dialirkan masuk ke tangki penyimpanan. Hasil samping lain dari penyulingan alkohol ialah *fused oil* yang terpisah pada kolom destilasi bagian bawah yang mudah dipisahkan dengan pencucian (Munadjim, 1983).

Distilasi fraksi alkohol bertujuan untuk memperoleh alkohol berkadar tinggi melalui pembuatan alat penyulingan fraksi dengan pemberian arang tempurung kelapa dan kapur sebagai penyerap. Alat penyulingan terdiri dari tempat penangas air, tangki pemanas, kolom fraksi, pipa pendingin, tangki pendingin dan tempat penampung distilat. Hasil pengujian terhadap kinerja alat penyulingan fraksi menunjukkan bahwa kecepatan kondensasi sampai berhenti penetesan distilat adalah 3 jam. Rendemen yang diperoleh sekitar 19 % dengan tingkat kemurnian antara 82 % Sampai 90 %. Hasil ini melebihi kandungan

alkohol 40 % yang dihasilkan dari alat penyulingan tradisional (Suryanto, dkk., 2008).

Alat untuk penyulingan fraksi sangat berbeda dengan penyulingan tradisional. Penyulingan fraksi mempunyai kolom fraksi yang dimasukkan di antara tangki pemanas melalui leher penyulingan atau dihubungkan melalui pipa, dimana pipa tersebut dimasukkan dari samping tabung kolom fraksi secara vertikal. Secara umum penyulingan fraksi ini dipakai untuk memisahkan campuran antara 2 macam zat cair yang mudah menguap, misalkan campuran 2 zat cair A dan B, dimana B lebih mudah menguap dibandingkan dengan A (Muslim, 2008).

Karakteristik Alkohol

Etanol (disebut juga etil-alkohol atau alkohol saja), adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Etanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C_2H_5OH atau rumus empiris C_2H_6O (Wikipedia, 2008).

Etanol telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah sebagai bahan pemabuk dalam minuman beralkohol. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari China bagian utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik. Etanol dan alkohol membentuk larutan azeotrop. Karena itu pemurnian etanol

yang mengandung air dengan cara penyulingan biasa hanya mampu menghasilkan etanol dengan kemurnian 96% (Wikipedia, 2008).

Etanol murni (absolut) dihasilkan pertama kali pada tahun 1796 oleh Johan Tobias Lowitz yaitu dengan cara menyaring alkohol hasil distilasi melalui arang. Lavoisier menggambarkan bahwa etanol adalah senyawa yang terbentuk dari karbon, hidrogen dan oksigen. Pada tahun 1808 Saussure dapat menentukan rumus kimia etanol. Limapuluh tahun kemudian (1858), Couper menerbitkan rumus bangun etanol. Dengan demikian etanol adalah salah satu senyawa kimia yang pertama kali ditemukan rumus bangunnya (Wikipedia, 2008).

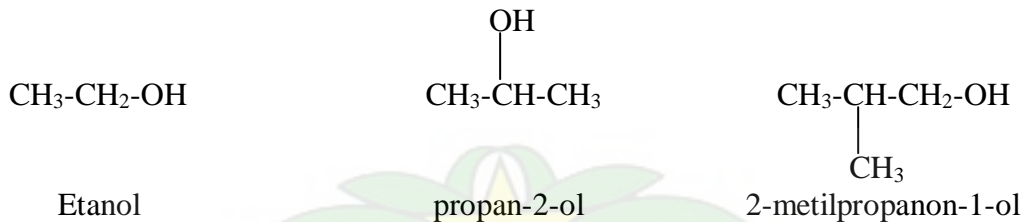
Alkohol adalah cairan yang dapat diminum, berwarna bening berbau yang diperoleh melalui fermentasi dari gula yang berbentuk cair. Banyak macam alkohol, tetapi yang kita maksudkan adalah alkohol yang dapat diminum, yaitu “etil alkohol”, yang terdapat pada minuman alkohol. Alkohol sesungguhnya tidak mempunyai arti bagi tubuh kita, malahan sebaliknya dapat mendatangkan racun atau penyakit pada tubuh kita bila diminum berlebihan (Amiek, 2005).

Alkohol sering dipakai untuk menyebut etanol, yang juga disebut *grain alcohol*; dan kadang untuk minuman yang mengandung alkohol. Hal ini disebabkan karena memang etanol yang digunakan sebagai bahan dasar pada minuman tersebut, bukan metanol, atau grup alkohol lainnya. Begitu juga dengan alkohol yang digunakan dalam dunia farmasi. Alkohol yang dimaksudkan adalah etanol. Sebenarnya alkohol dalam ilmu kimia memiliki pengertian yang lebih luas lagi. Dalam kimia, alkohol (atau alkanol) adalah istilah yang umum untuk senyawa organik apa pun yang memiliki gugus hidroksil ($-OH$) yang terikat pada

atom karbon, yang ia sendiri terikat pada atom hidrogen dan/atau atom karbon lain (Wikipedia, 2008).

Alkohol adalah gabungan senyawa di mana satu atau lebih atom hidrogen dalam sebuah alkana digantikan oleh sebuah gugus -OH.

Sebagai contoh:



Selain etanol/bio-etanol dapat diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, juga dapat diproduksi dari bahan tanaman yang mengandung selulosa, namun dengan adanya lignin mengakibatkan proses penggulaannya menjadi lebih sulit, sehingga pembuatan etanol/bio-etanol dari selulosa tidak perlu direkomendasikan. Meskipun teknik produksi etanol/bioetanol merupakan teknik yang sudah lama diketahui, namun etanol/bio-etanol untuk bahan bakar kendaraan memerlukan ethanol dengan karakteristik tertentu yang memerlukan teknologi yang relatif baru di Indonesia antara lain mengenai neraca energi (*energy balance*) dan efisiensi produksi, sehingga penelitian lebih lanjut mengenai teknologi proses produksi etanol masih perlu dilakukan. Secara singkat teknologi proses produksi etanol/bio-etanol tersebut dapat dibagi dalam tiga tahap, yaitu gelatinasi, sakharifikasi, dan fermentasi (Nurdyastuti, 2005).

Pembuatan alkohol dapat dilakukan dengan berbagai proses, antara lain produksi alkohol dengan cara fermentasi dan proses pembuatan alkohol dari tetes. Adapun proses pembuatan alkohol tergantung pada bahan baku yang dipakai.

Pada proses pembuatan alkohol dengan cara fermentasi bisa diproduksi dari 3 macam karbohidrat yaitu :

1. Bahan–bahan yang mengandung gula atau disebut juga substansi sakarin yang rasanya manis.
2. Bahan yang mengandung pati
3. Bahan yang mengandung selulosa
4. Gas–gas hidrokarbon

(Hamidah, 2003).

Minuman beralkohol diproduksi dari cairan gula yang terurai oleh fermentasi alkohol. Gula yang dapat difermentasi oleh ragi, akan dihasilkan dari kelompok-kelompok material yang dipisahkan dari proses hidrolisis pati dan dekstrin. Kebanyakan minuman beralkohol seperti bir, anggur dan *brandy* diproduksi dan dikembangkan dengan menggunakan proses distilasi (Hykanen, *et al.*, 1987).

Bioetanol diproduksi dari biomassa dengan proses hidrolisis dan fermentasi gula. Biomassa mengandung polimer karbohidrat berupa selulosa, hemi-selulosa, dan lignin. Untuk memproduksi gula biomassa diolah menggunakan asam dan enzim. Selulosa dan hemi-selulosa terhidrolisa menjadi sukrosa, kemudian difermentasi menjadi etanol. (Pertamina, 2006).

Etanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati atau selulosa). Etanol merupakan nama IUPAC untuk “etil alkohol” (C_2H_5OH) , sering pula disebut sebagai “*grain alcohol*” atau alkohol saja. Bentuknya berupa cairan yang tidak berwarna dan mempunyai bau yang khas. Berat jenisnya pada 15 °C adalah sebesar 0.7937

dan titik didihnya 78.32 °C pada tekanan 76 mm Hg. Sifat yang lain adalah larut dalam air dan eter dan mempunyai panas pembakaran 328 Kkal. Penggunaan etanol yang terbanyak adalah sebagai pelarut sebanyak 40 %, untuk membuat asetaldehid sebanyak 36 %, untuk penggunaan kimiawi yang lain sebanyak 15 %, serta glikol eter, etil asetat dan kloral 9 % (Judoamidjojo, dkk., 1992).



BAHAN DAN METODA

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Mei 2009 di Laboratorium Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ampas ubi kayu yang diperoleh dari pabrik tapioka yang ada di Desa Firdaus, Kecamatan Sei Rampah Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara. Ragi instan (ragi roti) yang diperoleh dari Pajak Sore, Padang Bulan, Medan.

Reagensia

Reagensia yang digunakan pada penelitian ini adalah aquadest, NaOH, H₂SO₄ (0,6 M), pupuk ZA, pupuk NPK (15:15:15), dan Ca(OH)₂

Alat

Adapun peralatan yang terlibat dan digunakan pada penelitian ini adalah *autoclave*, *beaker glass*, cawan, desikator, alat destilasi, *centrifuge*, *erlenmeyer*, *fleaker*, gelas arloji, gelas ukur, *handrefractometer*, kertas saring, kompor gas, oven, pompa vakum, pendingin balik, penangas air, indikator-pH, piknometer, pipet skala, pipet tetes, pipet volume, *spatula*, toples, *water bath*,

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan dua faktor, yang terdiri dari:

Faktor I : Konsentrasi ragi (A) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu :

$$A_1 = 6 \%$$

$$A_2 = 8 \%$$

$$A_3 = 10 \%$$

$$A_4 = 12 \%$$

Faktor II : Lama fermentasi (R) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu :

$$R_1 = 36 \text{ jam}$$

$$R_2 = 72 \text{ jam}$$

$$R_3 = 108 \text{ jam}$$

$$R_4 = 144 \text{ jam}$$

Kombinasi perlakuan (T_c) = $4 \times 4 = 16$, dengan jumlah minimum perlakuan (n) adalah :

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16n - 16 \geq 15$$

$$16n \geq 31$$

$$n \geq 1,93 \dots \dots \dots \text{dibulatkan menjadi } n = 2$$

Dalam penelitian ini dilakukan ulangan sebanyak 2 kali.

Model Rancangan (Bangun, 1991)

Penelitian ini dilakukan dengan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor dengan model :

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \square_{ijk}$$

Dimana :

\hat{Y}_{ijk} : Hasil pengamatan dari faktor A pada taraf ke-i dan faktor R pada taraf ke-j

μ : Efek nilai tengah

α_i : Efek faktor A pada taraf ke-i

β_j : Efek faktor R pada taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efek interaksi faktor A pada taraf ke-i dan faktor R pada taraf ke-j

\square_{ijk} : Efek galat faktor A pada taraf ke-i dan faktor R pada taraf ke-j dalam ulangan k.

Pelaksanaan Penelitian

Ampas ubi kayu di ambil dari pabrik tapioka yang ada di Desa Firdaus, Kecamatan Sei Rampah Kabupaten Serdang Bedagai. Kemudian, ampas ubi kayu basah dikeringkan dengan pengeringan di bawah sinar matahari sampai kadar air ampas mencapai sekitar 10 %. Setelah ampas ubi kayu dikeringkan. Ampas kering dihaluskan hingga menjadi bentuk tepung. Setelah itu, ampas yang telah ditepungkan, digelkan sebanyak 30 %. Ampas ubi kayu yang telah digelkan

dihidrolisis dengan H_2SO_4 (0,6 M) dengan perbandingan (1 g : 2 ml). Setelah itu, dimasukkan ke dalam *autoclave* selama 3 jam. Kemudian disaring dengan menggunakan pompa vakum. Diukur pH-nya hingga 4 – 4,5 dengan menambahkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Selanjutnya disaring lagi hingga endapan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hilang. Setelah itu, diukur *total soluble solid* (TSS). Lalu disamakan konsentrasi pengenceran hingga 15 °Brix. Dipasteurisasi menggunakan penangas air pada suhu 67 °C selama \pm 30 menit. Diambil bahan 20 % (100 ml) untuk dijadikan starter. Dibuat starter dengan penambahan ZA 0.3 gr per liter dan NPK 0,08 gr per liter bahan. Ditambahkan ragi instan sesuai perlakuan (6, 8, 10, 12 %). Starter difermentasikan 1 x 24 jam dalam ruang tertutup. Setelah 1 x 24 jam, starter dituangkan ke dalam cairan sisanya 80 % (400 ml) yang telah dipasteurisasi. Selanjutnya dilakukan proses fermentasi pada suhu kamar dan waktu fermentasi terdiri dari 36, 72, 108 dan 144 jam. Hasilnya disaring dan filtratnya didistilasi dengan menggunakan pendingin, selama 2 jam, selanjutnya ditampung hasil distilasi. Dilakukan distilasi yang kedua untuk pemurnian selama 2 jam dan dilakukan analisis terhadap parameter :

1. Rendemen (%)
2. Kadar alkohol (%)
3. Efisiensi fermentasi (TSS)
4. Berat kering sel dengan menggunakan metode langsung.

Parameter Penelitian

Penentuan Rendemen (%)

Rendemen dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Dimana : a = Berat ampas kering (gr)
b = Berat produk (gr)

Penentuan Kadar Alkohol (Skoog, 1985)

Cairan hasil destilasi akhir diambil sebanyak 50 ml dan dimasukkan ke dalam labu penyuling 250 ml. Dinetralkan dengan NaOH 3 N. Disuling dengan alat destilasi dan ditampung sebanyak 50 ml. Hasil sulingan dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak 25 ml yang dilengkapi dengan termometer (yang telah ditimbang berat kosongnya). Piknometer dimasukkan ke dalam air pendingin sehingga suhu cairan dalam piknometer mencapai 20 °C (konstan). Permukaan luar piknometer dikeringkan dengan kertas tissue dan ditimbang beratnya. Perhitungan berat jenis dihitung sebagai berikut :

$$\frac{(\text{berat piknometer} + \text{destilat}) - \text{berat piknometer kosong}}{(\text{berat piknometer} + \text{aquades}) - \text{berat piknometer kosong}}$$

Dengan mengetahui berat jenis, kadar alkohol pada suhu 20 °C dapat dicari dari daftar specific gravity.

Efisiensi fermentasi pengukuran *Total Soluble Solid* (TSS)

Diambil bahan hasil fermentasi yang telah disaring sebanyak 1 - 2 tetes dan diamati dengan menggunakan *Handrefraktometer*, nilai TSS dapat langsung dibaca dengan alat tersebut. TSS dinyatakan dengan °Brix.

Penentuan Berat Kering Sel Metode Langsung (Judoamidjojo, et al., 1992)

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Diambil cairan hasil fermentasi sebanyak 5 ml. Dilakukan pemusingan dengan centrifuge dengan kecepatan 300 rpm sehingga akan terpisah cairan dan biomasanya. Dicuci biomassa menggunakan aquades. Dipindahkan dalam gelas arloji yang bersih dan sudah diketahui beratnya. Dikeringkan dengan oven pada suhu 110° C selama 8 jam. Dihitung selisih berat kering total dengan berat gelas arloji merupakan biomassa yang terbentuk.

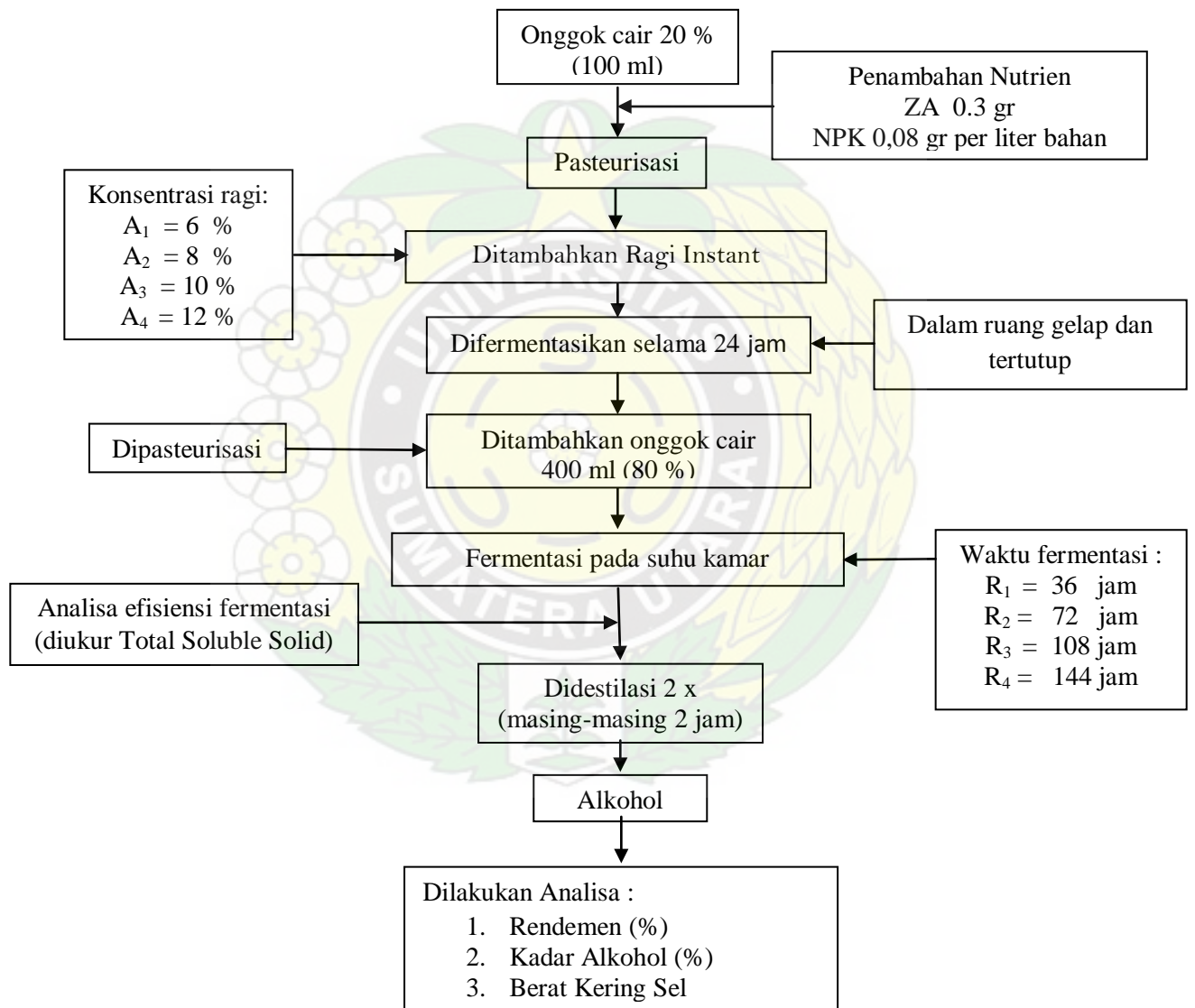
Perhitungan dihitung sebagai berikut :

| |
|---|
| Biomassa yang terbentuk = berat kering akhir - berat gelas arloji |
|---|



Gambar 1. Skema Hidrolisis Ampas Ubi Kayu

Proses Fementasi



Gambar 2. Skema Pembuatan Alkohol dari Ampas Ubi Kayu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap parameter yang diamati dapat dijelaskan sebagai berikut :

Pengaruh Konsentrasi Ragi instan terhadap Parameter yang diamati.

Dari hasil penelitian dan analisis statistika yang telah dilakukan diperoleh bahwa konsentrasi ragi instan memberikan pengaruh terhadap *total soluble solid* (TSS), rendemen alkohol, berat kering sel dan kadar alkohol. Pengaruh konsentrasi ragi terhadap parameter yang diamati dapat dilihat pada Tabel 2 :

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Ragi instan terhadap Parameter yang diamati

| Konsentrasi Ragi (%) | Total Soluble Solid (TSS) sisa (°Brix) | Rendemen Alkohol (%) | Berat Kering Sel g/ 5 ml | Kadar Alkohol (%) |
|-----------------------|--|----------------------|--------------------------|-------------------|
| A ₁ = 6 % | 6.75 | 13.3350 | 0.1311 | 42.23 |
| A ₂ = 8 % | 6.28 | 15.8338 | 0.1428 | 44.79 |
| A ₃ = 10 % | 5.81 | 17.0013 | 0.1500 | 48.31 |
| A ₄ = 12 % | 5.53 | 19.8325 | 0.1536 | 53.49 |

Dari hasil penelitian, semakin besar konsentrasi ragi instan yang diberikan, maka TSS sisa semakin menurun, sedangkan rendemen alkohol, berat kering sel dan kadar alkohol semakin meningkat.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa TSS tertinggi diperoleh pada perlakuan A₁ dan terendah pada A₄. Rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada perlakuan

A₄ dan terendah pada A₁. Berat kering sel tertinggi diperoleh pada perlakuan A₄ dan terendah pada A₁. Kadar alkohol tertinggi diperoleh pada perlakuan A₄ dan terendah pada A₁.

Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Parameter yang diamati.

Dari hasil penelitian dan analisis statistika yang telah dilakukan diperoleh bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap TSS, rendemen alkohol, berat kering sel dan kadar alkohol. Pengaruh lama fermentasi terhadap parameter yang diamati dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Parameter yang diamati

| Lama Fermentasi (Jam) | Total Soluble Solid (TSS) sisa (°Brix) | Rendemen Alkohol (%) | Berat Kering Sel (g/ 5 ml) | Kadar Alkohol (%) |
|--------------------------|--|----------------------|----------------------------|-------------------|
| R ₁ = 36 Jam | 8.99 | 5.8325 | 0.1011 | 45.81 |
| R ₂ = 72 Jam | 7.13 | 14.8350 | 0.1200 | 47.37 |
| R ₃ = 108 Jam | 5.01 | 23.1663 | 0.2278 | 48.46 |
| R ₄ = 144 Jam | 3.24 | 22.1688 | 0.1286 | 47.18 |

Dari hasil penelitian, semakin lama waktu fermentasi maka TSS semakin menurun, sedangkan rendemen alkohol, berat kering sel dan kadar alkohol semakin meningkat dan menurun pada R₄ .

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa TSS tertinggi diperoleh pada perlakuan R₁ dan terendah pada R₄. Rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada perlakuan R₃ dan terendah pada R₁. Berat kering sel tertinggi diperoleh pada perlakuan R₃ dan terendah pada R₁. Kadar alkohol tertinggi diperoleh pada R₃ dan terendah pada R₁.

Total Soluble Solid (TSS)

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap TSS

Dari daftar data analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap TSS pembuatan alkohol setelah fermentasi. Hasil uji LSR pengaruh konsentrasi ragi terhadap TSS pembuatan alkohol setelah fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4:

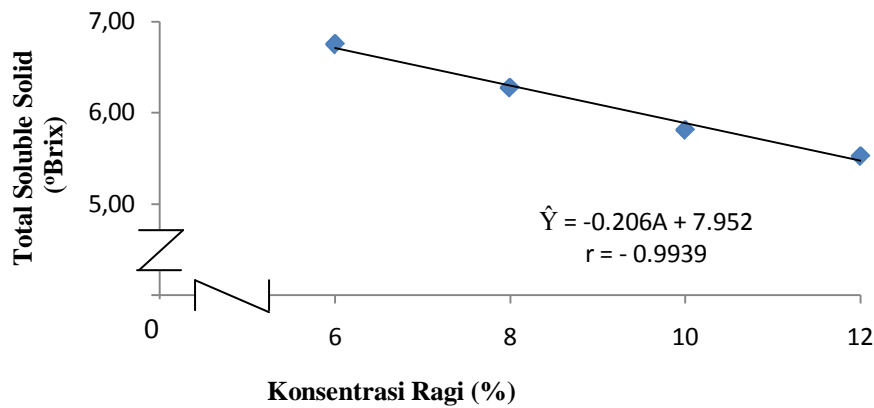
Tabel. 4. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan terhadap TSS ($^{\circ}$ Brix)

| Jarak | LSR | | Konsentrasi Ragi | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|-----------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | A ₁ = 6 % | 6.75 | a | A |
| 2 | 0.082 | 0.113 | A ₂ = 8 % | 6.28 | b | B |
| 3 | 0.086 | 0.118 | A ₃ = 10 % | 5.81 | c | C |
| 4 | 0.088 | 0.121 | A ₄ = 12 % | 5.53 | d | D |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa perlakuan A₁ berbeda sangat nyata dengan A₂, A₃, dan A₄. Perlakuan A₂ berbeda sangat nyata dengan A₃, dan A₄. Perlakuan A₃ berbeda sangat nyata dengan A₄.

TSS tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A₁) sebesar 6.57 ($^{\circ}$ Brix) dan TSS terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % (A₄) sebesar 5.53 ($^{\circ}$ Brix). Hubungan konsentrasi ragi instan dengan TSS setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan TSS

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi instan, maka TSS semakin menurun. Penurunan ini dapat terjadi karena gula dalam cairan akan dipergunakan oleh ragi untuk tumbuh dan berkembang biak, sehingga semakin tinggi konsentrasi ragi yang ditambahkan, maka semakin banyak jumlah ragi dalam cairan fermentasi yang akan mempercepat perombakan gula menjadi alkohol (Wilse, 1987). Hal ini diakibatkan semakin tingginya konsentrasi ragi yang diberikan, maka semakin banyak pertumbuhan sel khamir yang akan mempercepat perombakan glukosa menjadi alkohol.

Menurut Judoamidjojo, *et al.*, (1992) khamir *Saccharomyces cereviceae* menghasilkan enzim zimase. Enzim zimase berfungsi untuk merombak sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Semakin tinggi konsentrasi ragi, maka semakin banyak jumlah *Saccharomyces cereviceae* yang terdapat dalam ampas ubi kayu yang difermentasikan. Konsentrasi ragi 6 % memiliki jumlah *Saccharomyces cereviceae* paling sedikit dibandingkan yang lainnya, sehingga glukosa tidak seluruhnya dirombak menjadi alkohol, sedangkan konsentrasi ragi 12 %, menghasilkan *Total soluble solid* (TSS) sisa yang paling rendah, sehingga

menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi, perombakan glukosa semakin banyak.

Pengaruh Lama Fermentasi terhadap TSS

Dari daftar analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa lama fermentasi memberi pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap TSS pembuatan alkohol setelah fermentasi. Hasil uji LSR pengaruh konsentrasi ragi terhadap TSS pembuatan alkohol setelah fermentasi terlihat pada Tabel 5 :

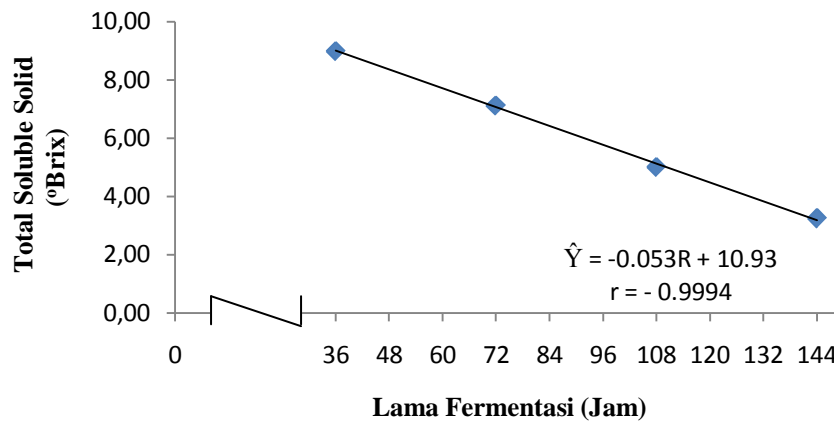
Tabel 5. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap TSS ($^{\circ}$ Brix)

| Jarak | LSR | | Lama Fermentasi | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|--------------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | R ₁ = 36 Jam | 8.99 | a | A |
| 2 | 0.082 | 0.113 | R ₂ = 72 Jam | 7.13 | b | B |
| 3 | 0.086 | 0.118 | R ₃ = 108 Jam | 5.01 | c | C |
| 4 | 0.088 | 0.121 | R ₄ = 144 Jam | 3.24 | d | D |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa perlakuan R₁ berbeda sangat nyata dengan R₂, R₃, dan R₄. Perlakuan R₂ berbeda sangat nyata dengan R₃ dan R₄. Perlakuan R₃ berbeda sangat nyata dengan R₄.

TSS tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 36 jam (R₁) sebesar 8.99 $^{\circ}$ Brix dan TSS terendah diperoleh pada lama fermentasi 144 jam (R₄) sebesar 3.24 $^{\circ}$ Brix. Hubungan lama fermentasi dengan TSS setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan TSS

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka TSS semakin menurun. Menurut Desrosier (1988), fermentasi merupakan perombakan bahan – bahan yang mengandung karbohidrat menjadi monosakarida, alkohol, asam asetat, karbondioksida dan senyawa lainnya. Pada proses fermentasi alkohol, glukosa dirombak menjadi alkohol, asam asetat, karbondioksida dan senyawa lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa, semakin lama proses fermentasi berlangsung, semakin banyak glukosa yang diubah menjadi senyawa lain, sehingga TSS yang dihasilkan semakin menurun.

Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap TSS

Dari daftar analisis sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap TSS yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruh interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap TSS setelah fermentasi terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi dan

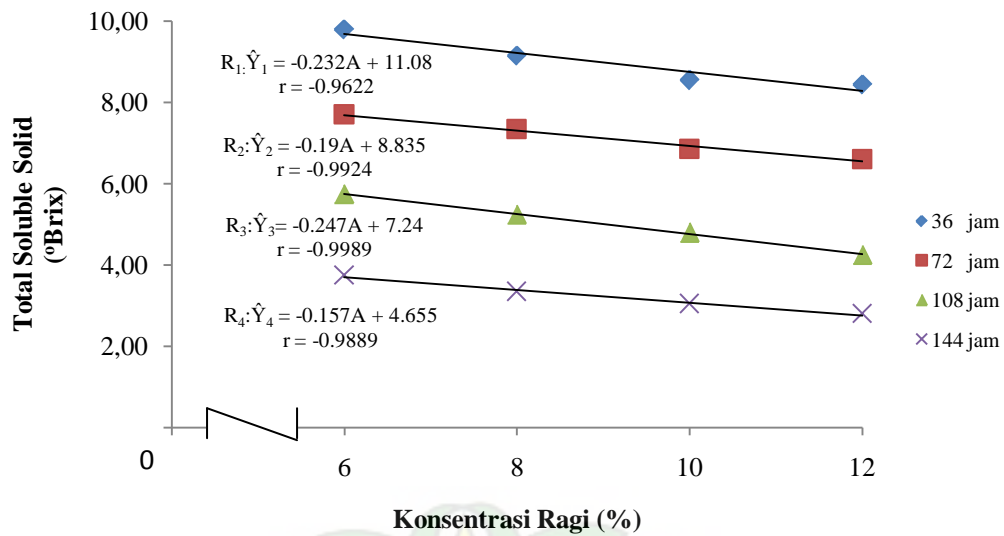
Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Lama Fermentasi terhadap TSS (°Brix)

| Jarak | LSR | | Perlakuan | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|-------------------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | A ₁ R ₁ | 9.80 | a | A |
| 2 | 0.163 | 0.225 | A ₁ R ₂ | 7.70 | b | D |
| 3 | 0.172 | 0.236 | A ₁ R ₃ | 5.75 | h | H |
| 4 | 0.176 | 0.242 | A ₁ R ₄ | 3.75 | l | L |
| 5 | 0.180 | 0.247 | A ₂ R ₁ | 9.15 | b | B |
| 6 | 0.182 | 0.251 | A ₂ R ₂ | 7.35 | e | E |
| 7 | 0.184 | 0.254 | A ₂ R ₃ | 5.25 | i | I |
| 8 | 0.185 | 0.257 | A ₂ R ₄ | 3.35 | m | M |
| 9 | 0.186 | 0.259 | A ₃ R ₁ | 8.55 | c | C |
| 10 | 0.187 | 0.261 | A ₃ R ₂ | 6.85 | f | F |
| 11 | 0.187 | 0.263 | A ₃ R ₃ | 4.80 | j | J |
| 12 | 0.187 | 0.264 | A ₃ R ₄ | 3.05 | n | N |
| 13 | 0.187 | 0.265 | A ₄ R ₁ | 8.45 | c | C |
| 14 | 0.188 | 0.266 | A ₄ R ₂ | 6.60 | g | FG |
| 15 | 0.188 | 0.267 | A ₄ R ₃ | 4.25 | k | K |
| 16 | 0.189 | 0.268 | A ₄ R ₄ | 2.80 | o | NO |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa TSS tertinggi diperoleh pada interaksi A₁R₁ yaitu konsentrasi ragi instan 6% dan lama fermentasi 36 jam sebesar 9.80 °Brix dan terendah diperoleh pada interaksi A₄R₄ yaitu konsentrasi ragi instan 12% dan lama fermentasi 144 jam sebesar 2.80 °Brix. Hubungan interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap TSS yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap TSS

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi ragi instan dan semakin lama proses fermentasi, semakin banyak gula yang dirombak menjadi alkohol, asam – asam mudah menguap, karbondioksida dan senyawa lainnya, sehingga TSS yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Desrosier (1988) dan Judoamidjojo, *et al.*, (1992) yang menyatakan bahwa pada proses fermentasi terjadi perombakan glukosa oleh enzim zimase yang dihasilkan dari *Sacharomyces cereviseae* (ragi instan), dan sebagian lagi digunakan untuk pembentukan massa khamir, sehingga TSS mengalami penurunan.

Rendemen Alkohol

Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Rendemen Alkohol

Dari daftar data analisa sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap

rendemen alkohol. Hasil uji LSR pengaruh konsentrasi ragi terhadap rendemen alkohol terlihat pada Tabel 7 :

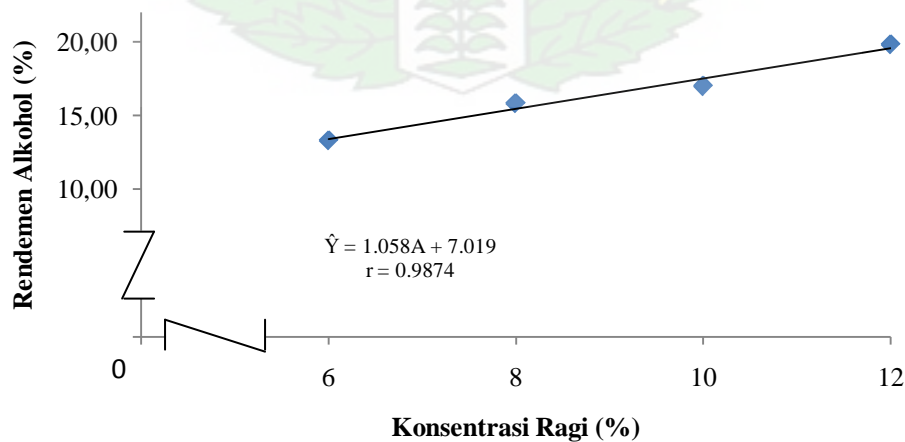
Tabel 7. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Rendemen Alkohol

| Jarak | LSR | | Konsentrasi Ragi | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|-----------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | A ₁ = 6 % | 13.34 | c | C |
| 2 | 1.225 | 1.686 | A ₂ = 8 % | 15.83 | b | B |
| 3 | 1.286 | 1.772 | A ₃ = 10 % | 17.00 | b | B |
| 4 | 1.319 | 1.817 | A ₄ = 12 % | 19.83 | a | A |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 7 dapat diketahui bahwa perlakuan A₁ berbeda sangat nyata dengan A₂, A₃ dan A₄. Perlakuan A₂ berbeda tidak nyata dengan A₃ dan berbeda sangat nyata dengan A₄. Perlakuan A₃ berbeda sangat nyata dengan A₄.

Rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % (A₄) sebesar 19.83 % dan rendemen alkohol terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A₁) sebesar 13.34 %. Hubungan konsentrasi ragi instan dengan rendemen alkohol setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 6 .



Gambar 6. Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan Rendemen Alkohol

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi instan, maka rendemen alkohol semakin meningkat. Hal ini terjadi semakin tinggi konsentrasi ragi yang ditambahkan, maka semakin banyak khamir yang tumbuh dan berkembang biak dan akan mempercepat perombakan glukosa menjadi alkohol. Menurut Desrosier (1989), semakin banyak jumlah glukosa yang terdapat pada bahan, semakin tinggi jumlah alkohol yang dihasilkan dari perombakan glukosa tersebut. Semakin besar jumlah pati yang dihidrolisis menjadi glukosa, dan semakin banyak mikroba perombak glukosa menjadi alkohol, akibatnya kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi.

Menurut Berry (1988), ragi cenderung meningkatkan pembentukan piruvat dekarboksilase sehingga meningkatkan aktifitas enzim piruvat dekarboksilase, hal menyebabkan peningkatan perubahan asam piruvat menjadi asetaldehid yang kemudian direduksi menjadi alkohol akibatnya rendemen yang dihasilkan meningkat.

Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol

Dari daftar analisa sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen alkohol. Hasil uji LSR pengaruh lama fermentasi terhadap rendemen alkohol. Terlihat pada Tabel 8 :

Tabel 8. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol

| Jarak | LSR | Lama | Rataan | Notasi |
|-------|-----|------|--------|--------|
|-------|-----|------|--------|--------|

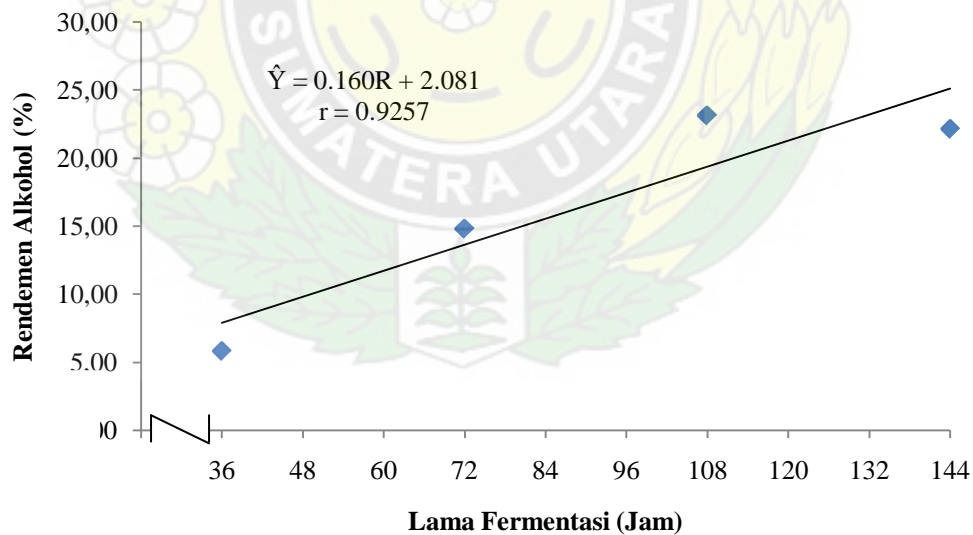
Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

| | 0.05 | 0.01 | Fermentasi | | 0.05 | 0.01 |
|---|-------|-------|--------------------------|-------|------|------|
| - | - | - | R ₁ = 36 Jam | 5.83 | C | C |
| 2 | 1.225 | 1.686 | R ₂ = 72 Jam | 14.84 | B | B |
| 3 | 1.286 | 1.772 | R ₃ = 108 Jam | 23.17 | A | A |
| 4 | 1.319 | 1.817 | R ₄ = 144 Jam | 22.17 | A | A |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 8 dapat diketahui bahwa perlakuan R₁ berbeda sangat nyata dengan R₂, R₃, dan R₄. Perlakuan R₂ berbeda sangat nyata dengan R₃ dan R₄. Perlakuan R₃ berbeda nyata dengan R₄.

Rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 108 jam (R₃) sebesar 23.17 % dan rendemen alkohol terendah diperoleh pada lama fermentasi 36 jam (R₁) sebesar 5.83 %. Hubungan lama fermentasi dengan rendemen alkohol setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan Rendemen Alkohol

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka rendemen alkohol semakin meningkat sampai pada R₃ dan menurun pada R₄. Pada

lama fermentasi 36 jam rendemen alkohol 5.83 %, yang mengalami peningkatan, sampai pada lama fermentasi 108 jam 23.17 %, selanjutnya terjadi penurunan. Hal ini terjadi karena sampai pada tingkat fermentasi 108 jam, ragi khamir masih dapat merombak gula menjadi alkohol dan CO₂, tetapi setelah 108 jam diduga jumlah gula terfermentasi (substrat) yang dirombak oleh ragi khamir tidak cukup lagi untuk kebutuhan pertumbuhan khamir dan pembentukan alkohol, sehingga rendemen alkohol menurun, yaitu pada lama fermentasi 144 jam yaitu sebesar 22.17 %.

Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol

Dari daftar analisis sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap rendemen alkohol yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruh interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap rendemen alkohol setelah fermentasi terlihat pada Tabel 9.

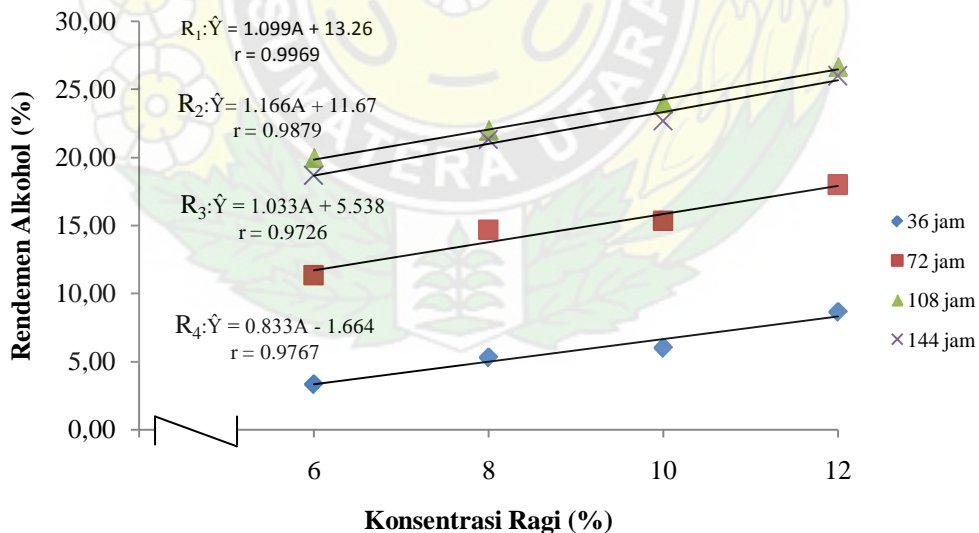
Tabel 9. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Perbandingan Konsentrasi Ragi dengan Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol

| Jarak | LSR | | Perlakuan | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|-------------------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | A ₁ R ₁ | 3.34 | g | G |
| 2 | 2.449 | 3.372 | A ₁ R ₂ | 11.34 | f | E |
| 3 | 2.572 | 3.544 | A ₁ R ₃ | 20.00 | bc | BC |
| 4 | 2.637 | 3.633 | A ₁ R ₄ | 18.67 | c | C |
| 5 | 2.694 | 3.707 | A ₂ R ₁ | 5.33 | g | F |
| 6 | 2.727 | 3.756 | A ₂ R ₂ | 14.67 | e | DEFG |
| 7 | 2.752 | 3.813 | A ₂ R ₃ | 22.00 | b | AB |
| 8 | 2.768 | 3.854 | A ₂ R ₄ | 21.34 | bcd | BC |

| | | | | | | |
|----|-------|-------|----------|-------|----|----|
| 9 | 2.784 | 3.887 | A_3R_1 | 6.00 | g | FG |
| 10 | 2.801 | 3.911 | A_3R_2 | 15.34 | e | D |
| 11 | 2.801 | 3.936 | A_3R_3 | 24.00 | ab | A |
| 12 | 2.809 | 3.952 | A_3R_4 | 22.67 | b | AB |
| 13 | 2.809 | 3.968 | A_4R_1 | 8.67 | g | F |
| 14 | 2.817 | 3.985 | A_4R_2 | 18.00 | d | C |
| 15 | 2.817 | 4.001 | A_4R_3 | 26.67 | a | A |
| 16 | 2.825 | 4.009 | A_4R_4 | 26.00 | a | A |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 9 dapat diketahui bahwa rendemen alkohol tertinggi diperoleh pada interaksi A_4R_3 yaitu konsentrasi ragi instan (12%) dan lama fermentasi 108 jam sebesar 26.67 % sedangkan rendemen alkohol terendah diperoleh pada interaksi A_1R_1 konsentrasi ragi instan (6%) dan lama fermentasi 36 jam sebesar 3.34 %. Hubungan interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap rendemen alkohol yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Rendemen Alkohol

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi ragi instan dan semakin lama proses fermentasi, semakin banyak gula yang dirombak

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

menjadi alkohol, dan karbondioksida, sehingga rendemen alkohol yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin tinggi jumlah khamir yang terdapat di dalam bahan, sehingga enzim-enzim yang dihasilkan semakin banyak untuk merombak glukosa menjadi alkohol. Menurut Setyohadi (2006), semakin tinggi jumlah ragi dan semakin lama fermentasi, ragi khamir yang terdapat pada bahan semakin tinggi. Hal ini berarti semakin besar jumlah pati yang dihidrolisis menjadi glukosa, dan ragi khamir perombak glukosa menjadi alkohol semakin banyak jumlahnya, karena waktu fermentasi yang semakin lama sehingga kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi. Tetapi pembentukan alkohol pada fermentasi 144 jam lebih rendah dibandingkan fermentasi 108 jam, hal ini diduga karena konsentrasi alkohol pada fermentasi 108 jam menghambat pertumbuhan ragi khamir, akibatnya alkohol yang dihasilkan menurun.

Berat Kering Sel

Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Berat Kering Sel

Dari daftar data analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap berat kering sel. Hasil uji LSR pengaruh konsentrasi ragi terhadap berat kering sel terlihat pada Tabel 10 :

Tabel 10. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Berat Kering Sel

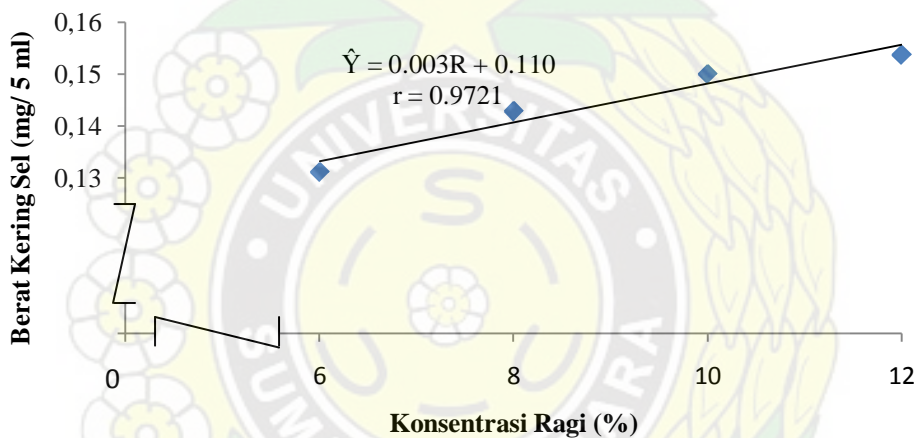
| Jarak | LSR | | Konsentrasi Ragi | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | $A_1 = 6 \%$ | 0.1311 | c | C |
| 2 | 0.008 | 0.010 | $A_2 = 8 \%$ | 0.1428 | b | A |
| 3 | 0.008 | 0.011 | $A_3 = 10 \%$ | 0.1500 | ab | A |
| 4 | 0.008 | 0.011 | $A_4 = 12 \%$ | 0.1536 | a | A |

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 10 dapat diketahui bahwa perlakuan A₁ berbeda sangat nyata dengan A₂, A₃, dan A₄. Perlakuan A₂ berbeda tidak nyata dengan A₃ dan berbeda sangat nyata dengan A₄. Perlakuan A₃ berbeda tidak nyata dengan A₄.

Berat kering sel tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % sebesar 0.1536 gr/ 5 ml dan berat kering sel terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A₁) sebesar 0.1311 gr/ 5 ml. Hubungan konsentrasi ragi instan dengan rendemen alkohol setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan Berat Kering Sel

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi instan, maka berat kering sel semakin meningkat. Hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi konsentrasi ragi yang ditambahkan, maka ragi khamir yang berkembang semakin meningkat secara logaritmik hingga mencapai jumlah maksimum dan berkembang menurut kondisi lingkungan yang ada. Hal ini sesuai menurut Buckle, *et al.*, (1987) setelah beradaptasi dengan kondisi baru, sel – sel ini akan tumbuh dan membelah diri secara eksponensial sampai jumlah maksimum yang dapat dibantu oleh kondisi lingkungan yang dicapai.

Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Berat Kering Sel

Dari daftar analisa sidik ragam (Lampiran 6) diketahui bahwa lama fermentasi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap berat kering sel. Hasil uji LSR pengaruh lama fermentasi terhadap berat kering sel terlihat pada Tabel 11

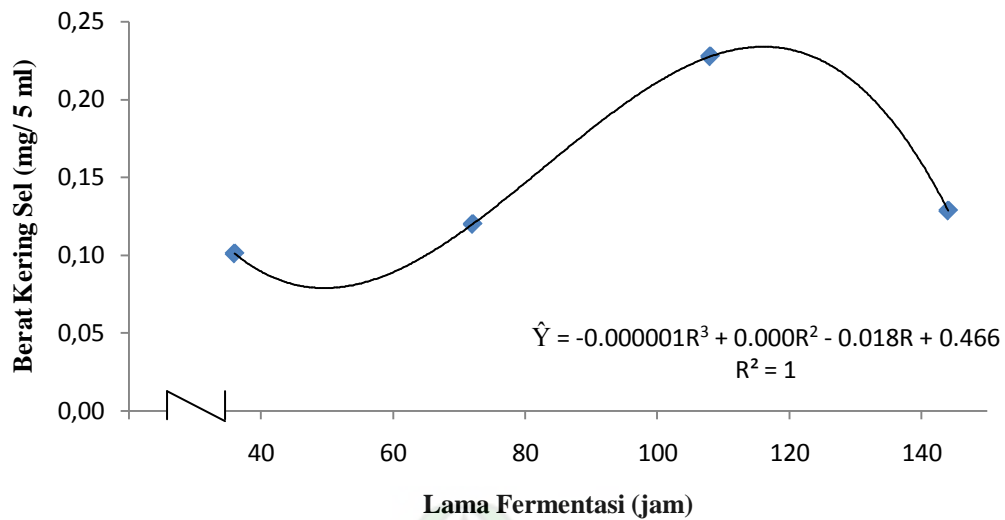
Tabel 11. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Berat Kering Sel

| Jarak | LSR | | Lama Fermentasi | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|--------------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | R ₁ = 36 Jam | 0.1011 | d | D |
| 2 | 0.008 | 0.010 | R ₂ = 72 Jam | 0.1200 | c | C |
| 3 | 0.008 | 0.011 | R ₃ = 108 Jam | 0.2278 | a | A |
| 4 | 0.008 | 0.011 | R ₄ = 144 Jam | 0.1286 | b | B |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 11 dapat diketahui bahwa perlakuan R₁ berbeda sangat nyata dengan R₂, R₃, dan R₄. Perlakuan R₂ berbeda sangat nyata dengan R₃ dan R₄. Perlakuan R₃ berbeda sangat nyata dengan R₄.

Berat kering sel tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 108 jam (R₃) sebesar 0.2278 dan berat kering sel terendah diperoleh pada lama fermentasi 36 jam (R₁) sebesar 0.1011. Hubungan lama fermentasi dengan berat kering sel setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 10 .



Gambar 10. Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan Berat Kering Sel

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka berat kering sel semakin meningkat sampai pada 108 jam (R_3), setelah itu terjadi penurunan (R_4). Hal ini terjadi karena pada lama fermentasi 144 jam diduga bahwa tingginya alkohol yang terbentuk pada fermentasi 108 jam merupakan hasil samping yang bersifat toksik, sehingga mengganggu pertumbuhan ragi khamir, oksigen terlarut yang menurun dan pertumbuhan sel yang terlalu padat, yang artinya mengganggu pertumbuhan ragi khamir. Selanjutnya hal ini berhubungan dengan laju pertumbuhan. Menurut Wang, *et al.*, (1979), pada konsentrasi rendah laju pertumbuhan biasanya rendah dan meningkat cepat jika konsentrasi substrat meningkat sampai konsentrasi yang tidak menghambat pertumbuhan. Semakin lama difermentasikan pertumbuhan mikroba akan semakin menurun.

Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Berat Kering Sel

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap berat kering sel yang dihasilkan, sehingga uji LSR tidak dilanjutkan.

Kadar Alkohol

Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Kadar Alkohol

Dari daftar analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa konsentrasi ragi memberi pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar alkohol. Hasil uji LSR pengaruh konsentrasi ragi terhadap kadar alkohol terlihat pada Tabel 12 :

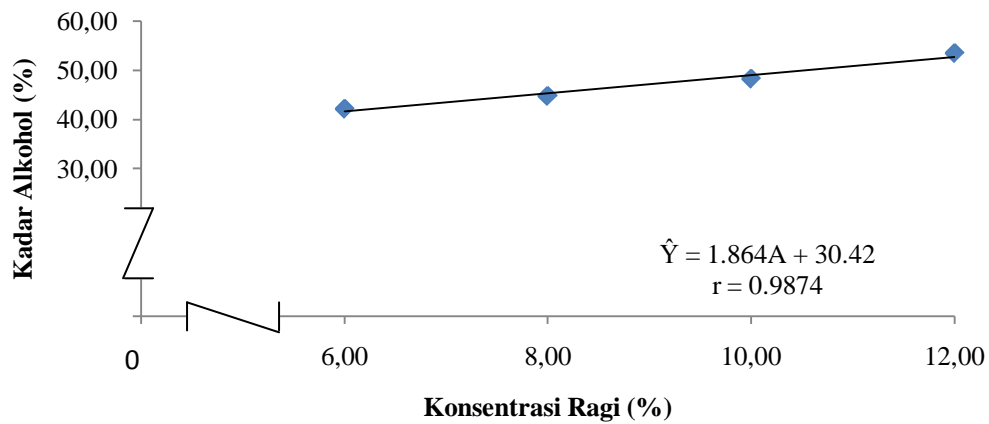
Tabel 12. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Konsentrasi Ragi terhadap Kadar Alkohol

| Jarak | LSR | | Konsentrasi Ragi | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|-----------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | A ₁ = 6 % | 42.23 | d | D |
| 2 | 0.100 | 0.137 | A ₂ = 8 % | 44.79 | c | C |
| 3 | 0.105 | 0.144 | A ₃ = 10 % | 48.31 | b | B |
| 4 | 0.107 | 0.148 | A ₄ = 12 % | 53.49 | a | A |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 12 dapat diketahui bahwa perlakuan A₁ berbeda sangat nyata dengan A₂, A₃, dan A₄. Perlakuan A₂ berbeda sangat nyata dengan A₃ dan A₄. Perlakuan A₃ berbeda sangat nyata dengan A₄.

Kadar alkohol tertinggi diperoleh pada konsentrasi ragi instan 12 % (A₄) sebesar 53.49 % dan Kadar alkohol terendah diperoleh pada konsentrasi ragi instan 6 % (A₁) sebesar 42.23 %. Hubungan konsentrasi ragi instan dengan kadar alkohol setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hubungan Konsentrasi Ragi Instan dengan Kadar Alkohol

Dari Gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi instan, maka kadar alkohol semakin meningkat. Hal ini diakibatkan semakin tingginya konsentrasi ragi yang diberikan, maka semakin banyak sel khamir yang tumbuh dan berkembang biak, yang akan mempercepat perombakan glukosa menjadi alkohol, sehingga kadar alkohol menjadi meningkat.

Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol

Dari daftar analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa lama fermentasi memberi pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar alkohol. Hasil uji LSR pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol terlihat pada Tabel 13 :

Tabel 13. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol

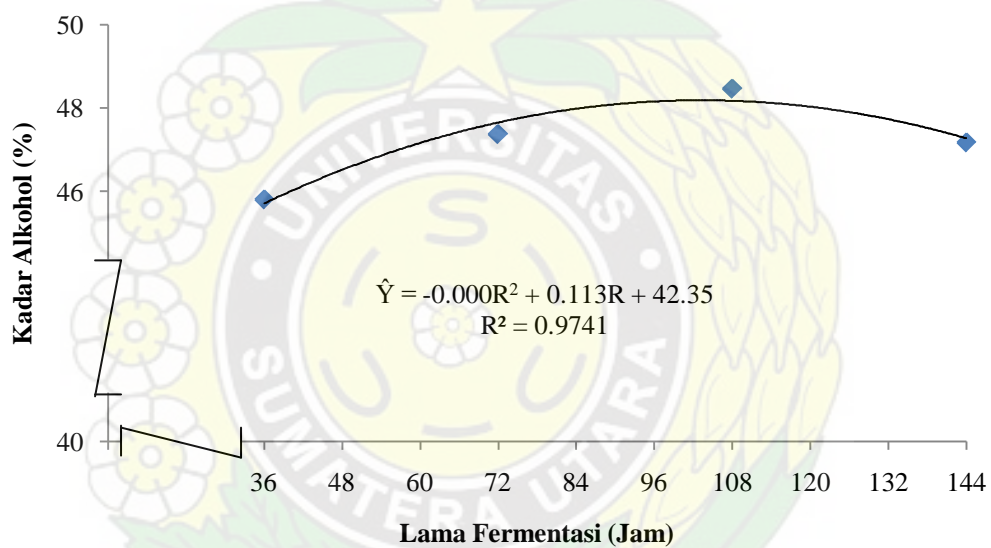
| Jarak | LSR | | Lama Fermentasi | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|--------------------------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | R ₁ = 36 Jam | 45.81 | d | D |
| 2 | 0.100 | 0.137 | R ₂ = 72 Jam | 47.37 | b | B |
| 3 | 0.105 | 0.144 | R ₃ = 108 Jam | 48.46 | a | A |
| 4 | 0.107 | 0.148 | R ₄ = 144 Jam | 47.18 | c | C |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat

nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Tabel 13 dapat diketahui bahwa perlakuan R_1 berbeda sangat nyata dengan R_2 , R_3 , dan R_4 . Perlakuan R_2 berbeda sangat nyata dengan R_3 dan R_4 . Perlakuan R_3 berbeda sangat nyata dengan R_4 .

Kadar alkohol tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 108 jam (R_3) sebesar 48.46 % dan kadar alkohol terendah diperoleh pada lama fermentasi 36 jam (R_1) sebesar 45.81 %. Hubungan lama fermentasi dengan kadar alkohol setelah fermentasi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hubungan Lama Fermentasi dengan Kadar Alkohol

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka kadar alkohol semakin meningkat pada R_3 dan menurun pada R_4 . Pada lama fermentasi 36 jam sampai dengan 108 jam mengalami peningkatan dari 45.81-48.46 %, tetapi setelah fermentasi 144 jam terjadi penurunan yaitu sebesar 447.18 % Menurut Hidayat, *et al.*, (2006), fermentasi merupakan perubahan gradual oleh enzim yang dihasilkan oleh khamir, yaitu meliputi perubahan pati menjadi gula, dan gula menjadi alkohol dan karbondioksida. Pada fermentasi

144 jam terjadi penurunan kadar alkohol yang terbentuk, hal ini disebabkan pada fermentasi 108 jam diduga bersifat toksik, sehingga pertumbuhan sel khamir terganggu, oksigen terlarut yang menurun dan pertumbuhan sel terlalu padat, sehingga substrat tidak cukup untuk pertumbuhan selanjutnya, akibatnya pembentukan alkohol juga menurun.

Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi memberi pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Hasil uji LSR pengaruh interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap kadar alkohol setelah fermentasi terlihat pada Tabel 14

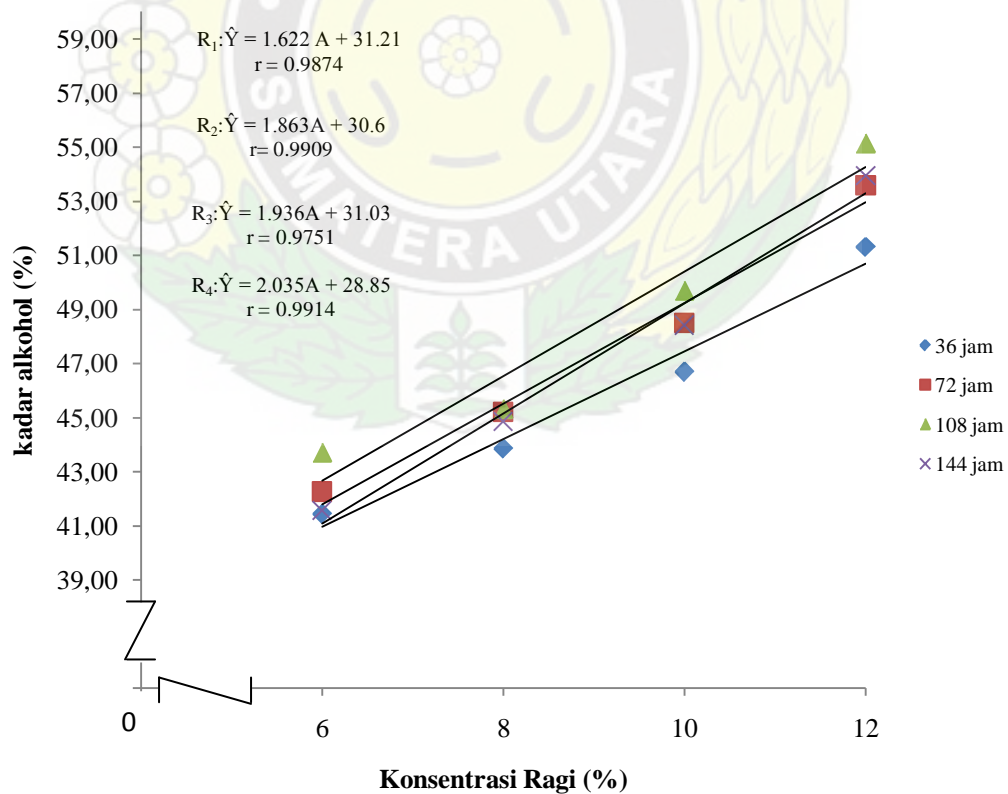
Tabel 14. Uji LSR Efek Utama Pengaruh Interaksi Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol (%)

| Jarak | LSR | | Perlakuan | Rataan | Notasi | |
|-------|-------|-------|-----------|--------|--------|------|
| | 0.05 | 0.01 | | | 0.05 | 0.01 |
| - | - | - | A_1R_1 | 41.42 | l | L |
| 2 | 0.199 | 0.274 | A_1R_2 | 42.25 | k | K |
| 3 | 0.209 | 0.288 | A_1R_3 | 43.70 | j | J |
| 4 | 0.215 | 0.296 | A_1R_4 | 41.54 | l | L |
| 5 | 0.219 | 0.302 | A_2R_1 | 43.85 | j | J |
| 6 | 0.222 | 0.306 | A_2R_2 | 45.19 | h | H |
| 7 | 0.224 | 0.310 | A_2R_3 | 45.30 | h | H |
| 8 | 0.225 | 0.314 | A_2R_4 | 44.83 | i | I |
| 9 | 0.227 | 0.316 | A_3R_1 | 46.68 | g | G |

| | | | | | | |
|----|-------|-------|----------|-------|---|---|
| 10 | 0.228 | 0.318 | A_3R_2 | 48.48 | f | F |
| 11 | 0.228 | 0.320 | A_3R_3 | 49.69 | e | E |
| 12 | 0.229 | 0.322 | A_3R_4 | 48.40 | f | F |
| 13 | 0.229 | 0.323 | A_4R_1 | 51.30 | d | D |
| 14 | 0.229 | 0.324 | A_4R_2 | 53.57 | c | C |
| 15 | 0.229 | 0.326 | A_4R_3 | 55.14 | a | A |
| 16 | 0.230 | 0.326 | A_4R_4 | 53.93 | b | B |

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1 % (huruf kecil besar) menurut uji LSR.

Dari Table 14 dapat diketahui bahwa kadar alkohol tertinggi diperoleh pada interaksi A_4R_3 konsentrasi ragi instan 12% dan lama fermentasi 108 jam. Hubungan interaksi konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap kadar alkohol yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 13.

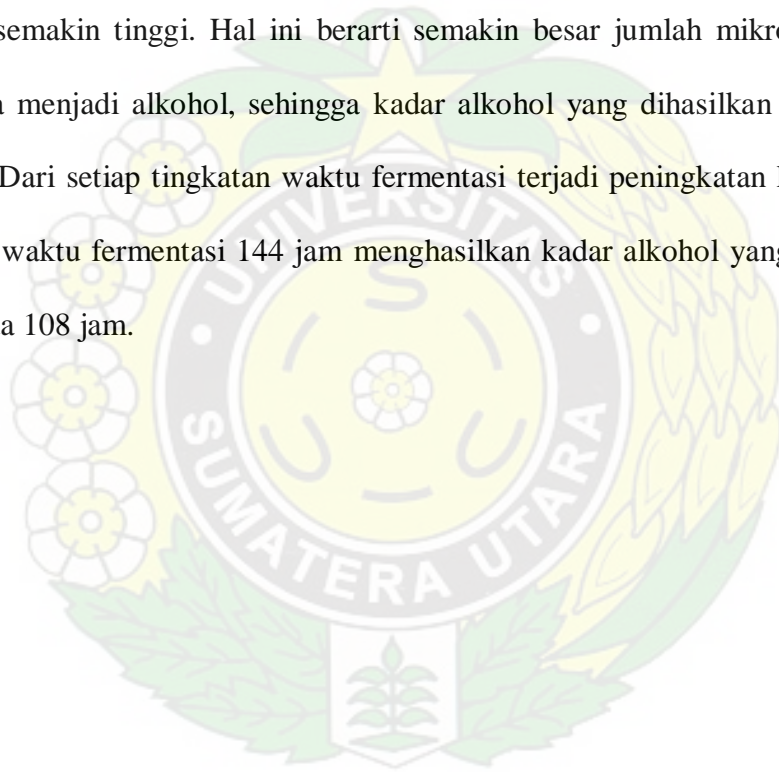


Gambar 13. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi Ragi Instan dan

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol

Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi ragi instan dan semakin lama proses fermentasi terjadi peningkatan kadar alkohol, hal ini semakin banyak gula yang dirombak menjadi alkohol, asam – asam yang mudah menguap, karbondioksida dan senyawa lainnya, maka kadar alkohol yang dihasilkan semakin meningkat. Menurut Setyohadi, (2006), semakin tinggi jumlah ragi dan semakin lama waktu fermentasi, mikroorganisme yang terdapat pada bahan semakin tinggi. Hal ini berarti semakin besar jumlah mikroba perombak glukosa menjadi alkohol, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan akan semakin tinggi. Dari setiap tingkatan waktu fermentasi terjadi peningkatan kadar alkohol, namun waktu fermentasi 144 jam menghasilkan kadar alkohol yang lebih rendah daripada 108 jam.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian konsentrasi ragi instan dan lama fermentasi terhadap pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu (*Manihot utilisima*) terhadap parameter yang diamati dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahwa konsentrasi ragi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap *Total soluble Solid (TSS)*, rendemen alkohol, berat kering sel dan kadar alkohol.
2. Bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap *Total soluble Solid (TSS)*, rendemen alkohol, berat kering sel dan kadar alkohol.
3. Bahwa interaksi konsentrasi ragi dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap *Total soluble Solid (TSS)*, rendemen alkohol, dan kadar alkohol, tetapi tidak nyata pada berat kering sel.

Saran

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

1. Pada pembuatan alkohol dari ampas ubi kayu disarankan menggunakan konsentrasi ragi sebesar 12 % dan waktu fermentasi 108 jam.
2. Hendaknya diteliti lebih lanjut penggunaan konsentrasi ragi khamir diatas 12 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S., A. Halim, A. Ahmad dan S. T. Amidarwo, 1985. Limbah Tanaman Ubi Kayu di dalam Limbah Hasil Pertanian. Kantor Menteri Muda Urusan Peningkatan Produksi Pangan, Jakarta.
- Afrianti, L. H., 2004. Pati Termodifikasi Dibutuhkan Industri Makanan, <http://www.pikiran-rakyat.com>. {20 Februari 2009}.
- Almatsier, S., 2006. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Amiek, H., 2005. Pengolahan Minuman dan Bar. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Amerine, M. A., H. W. Berg and W. V. Cruess, 1972. The Technology of Wine Making. The AVI Pub-Co. West Port.
- Astuti, T. D., 2008. Lama Inkubasi dan Dosis Ragi pada Fermentasi Tepung Gapek (*Mannihot esculanta Crantz*) terhadap Kadar Glukosa dan Bio-Etanol dengan Penambahan *Aspergillus Niger*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Bayu, R., 2009. Co-Production of Bio-Ethanol. <http://www.majari-magazine.com>. {29 Januari 2009}.
- Birch, G. G. and M.G. Lindley, 1985. Alcohol Beverages. Elsevier Applied Science Publishers, New York.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet and M. Wootton, 1987. Ilmu pangan. Penerjemah H. Purnomo dan Adiono. UI-Press, Jakarta.

- Belitz, H. D. and W. Grosch, 1987. Food Chemistry. Springer Verlag Berlin, Heidelberg.
- Briggs, D. E., J. S. Hough, R. Stevens and T. W. Young, 1981. Malting and Brewing Science. Chapman and Hall, London.
- Departemen Kesehatan R. I., 1992. Daftar Komposisi Kimia Bahan Makanan. Bhratara, Jakarta.
- Departemen Perindustrian, 1984. Pembuatan Glukosa dari Ampas Tapioka. Angkasa, Bandung.
- Desrosier, 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. Penerjemah M. Muljohardjo. UI-Press, Jakarta
- Gaman, P.M. and K.B. Sherrington, 1992. Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi. Penerjemah M. Gardjito, S. Naruki, A. Murdiati dan Sardjono. UGM-Press, Yogyakarta.
- Hamidah, H., 2003. Produksi Alkohol. Usu-Press, Medan.
- Hidayat, N., 2007. Pengembangan Produk dan Teknologi Proses. <http://www.wordpress.com>. {29 Januari 2009}.
- Hidayat, N., 1988. Mikrobiologi Industri. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Hidayat, N., M. C. Padaga dan S. Suhartini, 2006. Mikrobiologi Industri. Andi, Yogyakarta.
- Hykanen, L. and Soumalainen, H., 1983. Aroma of Beer, Wine and Distilled Alcoholic Beverages. D. Reidel Public. Co. Dordrecht. Boston, London.
- Indosiar, (2007). Mengenal Ragi dan Fungsinya. <http://www.ipteknet.id>
- Ipteknet, 2007. Proses Pengolahan. <http://www.ipteknet.id>. {29 Januari 2009}.
- Iptekindo, 2007. Pengolahan Tapioka dan Produk–Produknya. <http://www.iptekindo.com>. {29 Januari 2009}.
- Jaworski, S., (2008). Ragi. http://Joy_of_baking.com. {14 Juni 2009}.
- Judoamidjojo, M., A. A. Darwis dan E. G. Said, 1992. Teknologi Fermentasi. Rajawali-Press, Jakarta.
- Kartosapoetra, A.G., 1994. Teknologi Penanganan Pasca Panen. Rineka Cipta, Jakarta.

- Kompas, 2005. Emisi Karbon Gasohol lebih Rendah Dibanding Pertamina. <http://www.kompas-online.co.id>. {29 Januari 2009}.
- Kirk and Othres, 1970. Encyclopedia of Chemical Technology. Second Edition, Vol 22. Interscience Publisher A Division of John Wiley and Son Inc. New York.
- Litbang, 2008. Gunakan Bahan Lokal untuk Pakan Unggas. <http://www.litbang.deptan.co.id>. {29 Januari 2009}.
- Meyer, L.H., 1970. Food Chemistry. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Martono, Budi dan Sasongko. 2005. Prospek Pengembangan Ubi Kayu sebagai Bahan Baku Bioetanol di Provinsi DIY. <http://www.Iptek-Indo.co.id>. (4 Januari 2009).
- Munadjim, 1983. Hutan dan Kebun Sebagai Sumber Pangan Nasional. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Muslim, N. A., 2008. Penyulingan Alkohol. <http://www.kabarindonesia.com>. {29 Januari 2009}.
- Nurdyastuti, I., 2005. Teknologi Proses Produksi Bio-Etanol. BPPT, Jakarta.
- Organisasi Kimia, 2009. Pengantar Alkohol. <http://www.Chem-is-try.org>. {29 Januari 2009}.
- Palczar, M. Z., Reid and Chen, 1983. Microbiology. 4th Edition, Tata Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
- Pederson, C. S., 1971. Microbiology of Food Fermentation. AVI Publishing, USA.
- Pertamina, 2006. Produksi Bio-Etanol sebagai Pengganti BBM. <http://www.info.co.id>. {29 Januari 2009}.
- Polling, C. dan R. Harsono, 1981. Ilmu Kimia Karbon. Erlangga, Jakarta.
- Prescot, S. C. and C. G. Duun, 1959. Industrial Microbiology. Mc. Graw-Hill Book. Co. New York.
- Qonita, 2008. Alkohol. <http://www.multiply.com>. {29 Januari 2009}.
- Sa'id, E. G., 1987. Bio-Industri, Penerapan Teknologi Fermentasi. Pusat antar Universitas Bioteknologi-IPB, Bogor.

- Setyohadi, 2006. Proses Mikrobiologi Pangan (Proses Kerusakan dan Pengolahan). USU-Press, Medan.
- Skoog, D. A., 1985. Principles of Instrumental Analysis. Saunder College Publishing, Japan.
- Sostrosoedirdjo, R.S., 1987. Pasca Panen Ketela Pohon. Yasaguna, Jakarta.
- Sriyanti, 2003. Perbandingan Kadar Alkohol dan Asam Asetat pada Cuka Air Cucian Beras. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Stout, L.E. and Ryberg, 1989. Polysacharida Chemistry. Academic-Press. Inc Publisher, New York.
- Susijahadi, 1997. Hasil Olahan Tepung Tapioka. <http://www.iptekindo.com>. {29 Januari 2009}.
- Sutrisno, 2007. Ubi Kayu. <http://www.sutrisno.wordpress.com>. {29 Januari 2009}.
- Suryanto, E., Jan. E. R. dan Alexander. T., 2008. Distilasi Fraksinasi Alkohol Nira Aren. <http://www.info-net.co.id>. {29 Januari 2009}.
- Suwito, 2008. Keripik Tapai Ubi Kayu. <http://www.ipteknet.co.id>. {29 Januari 2009}.
- Tjokroadikoesoemo, P. S., 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Vidya, E. Y., 2002. Pemanfaatan Ampas Singkong Menjadi Makanan Bernilai Gizi. <http://www.tanimakmursejahtera.blogspot.com>. {29 Januari 2009}.
- Wang, M. Z., C. L. lace and B. Balzing, 1979. Methods in Industrial Microbiology. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Widianta, A., dan Widi, P. D., 2003. Ubi Kayu (*Mannihot esculanta*) Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Bensin (Bio-Etanol) yang Ramah Lingkungan. <http://www.ipteknet.co.id>. {29 Januari 2009}.
- Wikipedia, 2006. Singkong. <http://www.wikipedia.com>. {29 Januari 2009}.
- Wikipedia, 2008¹. Penyulingan. <http://www.wikipedia.com>. {29 Januari 2009}.
- Wikipedia, 2008². Etanol. <http://www.wikipedia.com>. {29 Januari 2009}.
- Wilse, R., 1987. Pemanfaatan Onggok Singkong (*Manihot esculanta Crantz*) Sebagai Bahan Pembuatan Etanol. Skripsi Fateta-IPB, Bogor.

Lampiran 1.

Data Pengamatan Analisa Total Soluble Solid (TSS)

| Perlakuan | Ulangan | | Total | Rataan |
|-------------------------------|---------|-------|---------------|-------------|
| | I | II | | |
| A ₁ R ₁ | 9.700 | 9.900 | 19.600 | 9.800 |
| A ₁ R ₂ | 7.700 | 7.700 | 15.400 | 7.700 |
| A ₁ R ₃ | 5.800 | 5.700 | 11.500 | 5.750 |
| A ₁ R ₄ | 3.800 | 3.700 | 7.500 | 3.750 |
| A ₂ R ₁ | 9.200 | 9.100 | 18.300 | 9.150 |
| A ₂ R ₂ | 7.300 | 7.400 | 14.700 | 7.350 |
| A ₂ R ₃ | 5.200 | 5.300 | 10.500 | 5.250 |
| A ₂ R ₄ | 3.300 | 3.400 | 6.700 | 3.350 |
| A ₃ R ₁ | 8.600 | 8.500 | 17.100 | 8.550 |
| A ₃ R ₂ | 6.900 | 6.800 | 13.700 | 6.850 |
| A ₃ R ₃ | 4.700 | 4.900 | 9.600 | 4.800 |
| A ₃ R ₄ | 3.100 | 3.000 | 6.100 | 3.050 |
| A ₄ R ₁ | 8.400 | 8.500 | 16.900 | 8.450 |
| A ₄ R ₂ | 6.600 | 6.600 | 13.200 | 6.600 |
| A ₄ R ₃ | 4.300 | 4.200 | 8.500 | 4.250 |
| A ₄ R ₄ | 2.800 | 2.800 | 5.600 | 2.800 |
| Total | | | 194.90 | |
| Rataan | | | | 6.09 |

Daftar Analisis Sidik Ragam Total Soluble solid (TSS)

| SK | db | JK | KT | F hit. | | F.05 | F.01 |
|-----------|----|----------|---------|-----------|----|--------|--------|
| Perlakuan | 15 | 157.3722 | 10.4915 | 1766.9860 | ** | 2.3500 | 3.4100 |
| A | 3 | 6.9284 | 2.3095 | 388.9649 | ** | 3.6300 | 5.2900 |
| A Lin | 1 | 6.8476 | 6.8476 | 1153.2737 | ** | 4.4900 | 8.5300 |

| | | | | | | | |
|---------------|----|----------|----------|------------|----|--------|--------|
| A Kuad | 1 | 0.0703 | 0.0703 | 11.8421 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| A Kub | 1 | 0.0106 | 0.0106 | 1.7789 | tn | 4.4900 | 8.5300 |
| R | 3 | 150.1159 | 50.0386 | 8427.5614 | ** | 3.6300 | 5.2900 |
| R Lin | 1 | 149.9626 | 149.9626 | 25256.8526 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| R Kuad | 1 | 0.0153 | 0.0153 | 2.5789 | tn | 4.4900 | 8.5300 |
| R Kub | 1 | 0.1381 | 0.1381 | 23.2526 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| AxR | 9 | 0.3278 | 0.0364 | 6.1345 | ** | 2.5400 | 3.7800 |
| Galat | 16 | 0.095 | 0.006 | | | | |
| Total | 31 | 157.467 | | | | | |

Keterangan:

FK = 1187.06

KK= 1.265%

**** = sangat nyata**

*** = nyata**

tn = tidak nyata

Lampiran 2.

Data Pengamatan Rendemen alkohol

| Perlakuan | Ulangan | | Total | Rataan |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------|--------------|
| | I | II | | |
| A₁R₁ | 4.000 | 2.670 | 6.670 | 3.335 |
| A₁R₂ | 12.000 | 10.670 | 22.670 | 11.335 |
| A₁R₃ | 21.330 | 18.670 | 40.000 | 20.000 |
| A₁R₄ | 18.670 | 18.670 | 37.340 | 18.670 |
| A₂R₁ | 5.330 | 5.330 | 10.660 | 5.330 |
| A₂R₂ | 14.670 | 14.670 | 29.340 | 14.670 |
| A₂R₃ | 22.670 | 21.330 | 44.000 | 22.000 |
| A₂R₄ | 20.000 | 22.670 | 42.670 | 21.335 |
| A₃R₁ | 6.670 | 5.330 | 12.000 | 6.000 |
| A₃R₂ | 16.000 | 14.670 | 30.670 | 15.335 |
| A₃R₃ | 25.330 | 22.670 | 48.000 | 24.000 |
| A₃R₄ | 22.670 | 22.670 | 45.340 | 22.670 |
| A₄R₁ | 9.330 | 8.000 | 17.330 | 8.665 |
| A₄R₂ | 18.670 | 17.330 | 36.000 | 18.000 |
| A₄R₃ | 28.000 | 25.330 | 53.330 | 26.665 |
| A₄R₄ | 26.670 | 25.330 | 52.000 | 26.000 |
| Total | | | 528.02 | |
| Rataan | | | | 16.50 |

Daftar Analisis Sidik Ragam Rendemen Alkohol (%)

| SK | db | JK | KT | F hit. | | F.05 | F.01 |
|------------------|--------|----------|---------|--------|----|-------|-------|
| Perlakuan | 15.000 | 1723.678 | 114.912 | 86.183 | ** | 2.350 | 3.410 |

| | | | | | | | |
|---------------|-------|----------|----------|---------|----|-------|-------|
| A | 3.000 | 174.543 | 58.181 | 43.635 | ** | 3.630 | 5.290 |
| A Lin | 1.000 | 170.734 | 170.734 | 128.050 | ** | 4.490 | 8.530 |
| A Kuad | 1.000 | 0.221 | 0.221 | 0.166 | tn | 4.490 | 8.530 |
| A Kub | 1.000 | 3.588 | 3.588 | 2.691 | tn | 4.490 | 8.530 |
| R | 3.000 | 1545.131 | 515.044 | 386.280 | ** | 3.630 | 5.290 |
| R Lin | 1.000 | 1315.150 | 1315.150 | 986.355 | ** | 4.490 | 8.530 |
| R Kuad | 1.000 | 200.000 | 200.000 | 149.999 | ** | 4.490 | 8.530 |
| R Kub | 1.000 | 29.981 | 29.981 | 22.486 | ** | 4.490 | 8.530 |
| AxR | 9.000 | 4.003 | 0.445 | 0.334 | ** | 2.540 | 3.780 |
| Galat | 16 | 21.333 | 1.333 | | | | |
| Total | 31 | 1745.011 | | | | | |

Keterangan:

FK = 8712.66

KK = 6.998%

**** = sangat nyata**

*** = nyata**

tn = tidak nyata

**Lampiran 3.
Data Pengamatan Analisa Berat Kering sel**

| Perlakuan | Ulangan | | Total | Rataan |
|-----------------------------------|---------|--------|-------------|-------------|
| | I | II | | |
| A₁R₁ | 0.0920 | 0.0920 | 0.1840 | 0.0920 |
| A₁R₂ | 0.1100 | 0.1130 | 0.2230 | 0.1115 |
| A₁R₃ | 0.2010 | 0.2050 | 0.4060 | 0.2030 |
| A₁R₄ | 0.1180 | 0.1180 | 0.2360 | 0.1180 |
| A₂R₁ | 0.0990 | 0.1010 | 0.2000 | 0.1000 |
| A₂R₂ | 0.1220 | 0.1170 | 0.2390 | 0.1195 |
| A₂R₃ | 0.2330 | 0.2110 | 0.4440 | 0.2220 |
| A₂R₄ | 0.1310 | 0.1280 | 0.2590 | 0.1295 |
| A₃R₁ | 0.1010 | 0.1050 | 0.2060 | 0.1030 |
| A₃R₂ | 0.1240 | 0.1210 | 0.2450 | 0.1225 |
| A₃R₃ | 0.2540 | 0.2310 | 0.4850 | 0.2425 |
| A₃R₄ | 0.1310 | 0.1330 | 0.2640 | 0.1320 |
| A₄R₁ | 0.1110 | 0.1080 | 0.2190 | 0.1095 |
| A₄R₂ | 0.1310 | 0.1220 | 0.2530 | 0.1265 |
| A₄R₃ | 0.2540 | 0.2330 | 0.4870 | 0.2435 |
| A₄R₄ | 0.1330 | 0.1370 | 0.2700 | 0.1350 |
| Total | | | 4.62 | |
| Rataan | | | | 0.14 |

Daftar Analisis Sidik Ragam Berat Kering Sel

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

| SK | db | JK | KT | F hit. | | F.05 | F.01 |
|------------------|----|--------|--------|----------|----|--------|--------|
| Perlakuan | 15 | 0.0804 | 0.0054 | 103.8586 | ** | 2.3500 | 3.4100 |
| A | 3 | 0.0024 | 0.0008 | 15.2591 | ** | 3.6300 | 5.2900 |
| A Lin | 1 | 0.0022 | 0.0022 | 43.2935 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| A Kuad | 1 | 0.0001 | 0.0001 | 2.4794 | tn | 4.4900 | 8.5300 |
| A Kub | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0044 | tn | 4.4900 | 8.5300 |
| R | 3 | 0.0773 | 0.0258 | 499.1977 | ** | 3.6300 | 5.2900 |
| R Lin | 1 | 0.0145 | 0.0145 | 280.4460 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| R Kuad | 1 | 0.0278 | 0.0278 | 539.4286 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| R Kub | 1 | 0.0350 | 0.0350 | 677.7186 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| AxR | 9 | 0.0007 | 0.0001 | 1.6121 | tn | 2.5400 | 3.7800 |
| Galat | 16 | 0.001 | 0.000 | | | | |
| Total | 31 | 0.081 | | | | | |

Keterangan:

FK = 0.67

KK = 4.977%

**** = sangat nyata**

*** = nyata**

tn = tidak nyata

Lampiran 4.

Data Pengamatan Analisa Kadar Alkohol

| Perlakuan | Ulangan | | Total | Rataan |
|-----------------------------------|---------|---------|----------------|---------|
| | I | II | | |
| A₁R₁ | 41.3067 | 41.5419 | 82.8486 | 41.4243 |
| A₁R₂ | 42.1689 | 42.3257 | 84.4946 | 42.2473 |
| A₁R₃ | 43.6581 | 43.7365 | 87.3946 | 43.6973 |
| A₁R₄ | 41.6202 | 41.4635 | 83.0837 | 41.5419 |
| A₂R₁ | 43.8930 | 43.8149 | 87.7079 | 43.8540 |
| A₂R₂ | 45.2258 | 45.1471 | 90.3729 | 45.1865 |
| A₂R₃ | 45.3825 | 45.2258 | 90.6083 | 45.3042 |
| A₂R₄ | 44.9122 | 44.7555 | 89.6677 | 44.8339 |
| A₃R₁ | 46.7934 | 46.5582 | 93.3516 | 46.6758 |
| A₃R₂ | 48.5178 | 48.4394 | 96.9572 | 48.4786 |
| A₃R₃ | 49.6935 | 49.6935 | 99.3870 | 49.6935 |
| A₃R₄ | 48.4394 | 48.3610 | 96.8004 | 48.4002 |
| A₄R₁ | 51.2611 | 51.3395 | 102.6006 | 51.3003 |
| A₄R₂ | 53.5341 | 53.6125 | 107.1466 | 53.5733 |
| A₄R₃ | 55.1018 | 55.1801 | 110.2819 | 55.1410 |
| A₄R₄ | 54.0044 | 53.8477 | 107.8521 | 53.9261 |
| Total | | | 1510.56 | |

Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.

Daftar Analisis Sidik Ragam Kadar Alkohol

| SK | Db | JK | KT | F hit. | | F.05 | F.01 |
|-----------|----|----------|----------|------------|----|--------|--------|
| Perlakuan | 15 | 603.8239 | 40.2549 | 4558.2227 | ** | 2.3500 | 3.4100 |
| A | 3 | 569.9956 | 189.9985 | 21514.2777 | ** | 3.6300 | 5.2900 |
| A Lin | 1 | 556.2120 | 556.2120 | 62982.0619 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| A Kuad | 1 | 13.5847 | 13.5847 | 1538.2472 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| A Kub | 1 | 0.1989 | 0.1989 | 22.5240 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| R | 3 | 28.2964 | 9.4321 | 1068.0361 | ** | 3.6300 | 5.2900 |
| R Lin | 1 | 10.7051 | 10.7051 | 1212.1755 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| R Kuad | 1 | 16.1461 | 16.1461 | 1828.2875 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| R Kub | 1 | 1.4452 | 1.4452 | 163.6453 | ** | 4.4900 | 8.5300 |
| AxR | 9 | 5.5319 | 0.6147 | 69.5999 | ** | 2.5400 | 3.7800 |
| Galat | 16 | 0.141 | 0.009 | | | | |
| Total | 31 | 603.965 | | | | | |

Keterangan:

FK = 71305.58

KK = 0.199%

** = sangat nyata

* = nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 5.

Specific Gravity of Ethanol at 20 °C

| SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT |
|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 1.0000 | 0.00 | 0.9950 | 3.40 | 0.9900 | 7.12 |
| 0.9999 | 0.07 | 0.9949 | 3.47 | 0.9899 | 7.19 |
| 0.9998 | 0.13 | 0.9948 | 3.54 | 0.9898 | 7.27 |
| 0.9997 | 0.20 | 0.9947 | 3.61 | 0.9897 | 7.35 |
| 0.9996 | 0.25 | 0.9946 | 3.68 | 0.9896 | 7.43 |
| 0.9995 | 0.33 | 0.9945 | 3.76 | 0.9895 | 7.51 |
| 0.9994 | 0.40 | 0.9944 | 3.83 | 0.9894 | 7.59 |
| 0.9993 | 0.46 | 0.9943 | 3.90 | 0.9893 | 7.67 |
| 0.9992 | 0.53 | 0.9942 | 3.97 | 0.9892 | 7.75 |
| 0.9991 | 0.60 | 0.9941 | 4.04 | 0.9891 | 7.82 |
| 0.9990 | 0.66 | 0.9940 | 4.11 | 0.9890 | 7.90 |
| 0.9989 | 0.73 | 0.9939 | 4.18 | 0.9889 | 7.98 |
| 0.9988 | 0.80 | 0.9938 | 4.26 | 0.9888 | 8.06 |
| 0.9987 | 0.87 | 0.9937 | 4.33 | 0.9887 | 8.15 |
| 0.9986 | 0.93 | 0.9936 | 4.40 | 0.9886 | 8.23 |
| 0.9985 | 1.00 | 0.9935 | 4.48 | 0.9885 | 8.31 |
| 0.9984 | 1.07 | 0.9934 | 4.55 | 0.9884 | 8.39 |
| 0.9983 | 1.14 | 0.9933 | 4.62 | 0.9883 | 8.47 |
| 0.9982 | 1.20 | 0.9932 | 4.69 | 0.9882 | 8.55 |
| 0.9981 | 1.27 | 0.9931 | 4.77 | 0.9881 | 8.63 |
| 0.9980 | 1.34 | 0.9930 | 4.84 | 0.9880 | 8.71 |
| 0.9979 | 1.41 | 0.9929 | 4.91 | 0.9879 | 8.79 |
| 0.9978 | 1.48 | 0.9928 | 4.98 | 0.9878 | 8.88 |
| 0.9977 | 1.54 | 0.9927 | 5.06 | 0.9877 | 8.96 |
| 0.9976 | 1.61 | 0.9926 | 5.13 | 0.9876 | 9.04 |

| | | | | | |
|--------|------|--------|------|--------|-------|
| 0.9975 | 1.68 | 0.9925 | 5.21 | 0.9875 | 9.13 |
| 0.9974 | 1.75 | 0.9924 | 5.28 | 0.9874 | 9.21 |
| 0.9973 | 1.81 | 0.9923 | 5.36 | 0.9873 | 9.29 |
| 0.9972 | 1.88 | 0.9922 | 5.43 | 0.9872 | 9.38 |
| 0.9971 | 1.95 | 0.9921 | 5.51 | 0.9871 | 9.46 |
| 0.9970 | 2.02 | 0.9920 | 5.58 | 0.9870 | 9.54 |
| 0.9969 | 2.09 | 0.9919 | 5.66 | 0.9869 | 9.62 |
| 0.9968 | 2.15 | 0.9918 | 5.73 | 0.9868 | 9.70 |
| 0.9967 | 2.22 | 0.9917 | 5.81 | 0.9867 | 9.79 |
| 0.9966 | 2.29 | 0.9916 | 5.88 | 0.9866 | 9.87 |
| 0.9965 | 2.37 | 0.9915 | 5.96 | 0.9865 | 9.95 |
| 0.9964 | 2.43 | 0.9914 | 6.03 | 0.9864 | 10.03 |
| 0.9963 | 2.50 | 0.9913 | 6.11 | 0.9863 | 10.11 |
| 0.9962 | 2.57 | 0.9912 | 6.18 | 0.9862 | 10.20 |
| 0.9961 | 2.64 | 0.9911 | 6.26 | 0.9861 | 10.28 |
| 0.9960 | 2.70 | 0.9910 | 6.34 | 0.9860 | 10.36 |
| 0.9959 | 2.77 | 0.9909 | 6.41 | 0.9859 | 10.44 |
| 0.9958 | 2.84 | 0.9908 | 6.49 | 0.9858 | 10.53 |
| 0.9957 | 2.91 | 0.9907 | 6.57 | 0.9857 | 10.61 |
| 0.9956 | 2.98 | 0.9906 | 6.65 | 0.9856 | 10.78 |
| 0.9955 | 3.05 | 0.9905 | 6.73 | 0.9855 | 10.86 |
| 0.9954 | 3.12 | 0.9904 | 6.80 | 0.9854 | 10.91 |
| 0.9953 | 3.19 | 0.9903 | 6.88 | 0.9853 | 11.03 |
| 0.9952 | 3.26 | 0.9902 | 6.96 | 0.9852 | 11.11 |
| 0.9951 | 3.33 | 0.9901 | 7.04 | 0.9851 | 11.19 |

| SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT |
|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
|-------|---------|-------|---------|-------|---------|

| | | | | | |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 0.9850 | 11.28 | 0.9800 | 15.46 | 0.9750 | 19.48 |
| 0.9849 | 11.45 | 0.9799 | 15.55 | 0.9749 | 19.54 |
| 0.9848 | 11.53 | 0.9798 | 15.64 | 0.9748 | 19.62 |
| 0.9847 | 11.58 | 0.9797 | 15.73 | 0.9747 | 19.70 |
| 0.9846 | 11.61 | 0.9796 | 15.82 | 0.9746 | 19.78 |
| 0.9845 | 11.70 | 0.9795 | 15.91 | 0.9745 | 19.84 |
| 0.9844 | 11.78 | 0.9794 | 16.00 | 0.9744 | 19.92 |
| 0.9843 | 11.87 | 0.9793 | 16.10 | 0.9743 | 20.00 |
| 0.9842 | 11.95 | 0.9792 | 16.19 | 0.9742 | 20.08 |
| 0.9841 | 12.01 | 0.9791 | 16.28 | 0.9741 | 20.15 |
| 0.9840 | 12.12 | 0.9790 | 16.41 | 0.9740 | 20.24 |
| 0.9839 | 12.29 | 0.9789 | 16.46 | 0.9739 | 20.33 |
| 0.9838 | 12.38 | 0.9788 | 16.54 | 0.9738 | 20.42 |
| 0.9837 | 12.47 | 0.9787 | 16.62 | 0.9737 | 20.50 |
| 0.9836 | 12.55 | 0.9786 | 16.70 | 0.9736 | 20.58 |
| 0.9835 | 12.64 | 0.9785 | 16.78 | 0.9735 | 20.66 |
| 0.9834 | 12.73 | 0.9784 | 16.86 | 0.9734 | 20.74 |
| 0.9833 | 12.81 | 0.9783 | 16.94 | 0.9733 | 20.82 |
| 0.9832 | 12.90 | 0.9782 | 17.02 | 0.9732 | 20.90 |
| 0.9831 | 12.98 | 0.9781 | 17.10 | 0.9731 | 20.98 |
| 0.9830 | 13.07 | 0.9780 | 17.18 | 0.9730 | 21.06 |
| 0.9829 | 13.16 | 0.9779 | 17.26 | 0.9729 | 21.14 |
| 0.9828 | 13.25 | 0.9778 | 17.34 | 0.9728 | 21.22 |
| 0.9827 | 13.34 | 0.9777 | 17.42 | 0.9727 | 21.30 |
| 0.9826 | 13.43 | 0.9776 | 17.50 | 0.9726 | 21.38 |
| 0.9825 | 13.51 | 0.9775 | 17.58 | 0.9725 | 21.46 |
| 0.9824 | 13.60 | 0.9774 | 17.62 | 0.9724 | 21.52 |
| 0.9823 | 13.68 | 0.9773 | 17.70 | 0.9723 | 21.60 |
| 0.9822 | 13.77 | 0.9772 | 17.78 | 0.9722 | 21.68 |
| 0.9821 | 13.95 | 0.9771 | 17.86 | 0.9721 | 21.74 |
| 0.9820 | 14.04 | 0.9770 | 17.94 | 0.9720 | 22.82 |
| 0.9819 | 14.13 | 0.9769 | 18.02 | 0.9719 | 22.90 |
| 0.9818 | 14.22 | 0.9768 | 18.10 | 0.9718 | 22.10 |
| 0.9817 | 14.30 | 0.9767 | 18.18 | 0.9717 | 22.18 |
| 0.9816 | 14.39 | 0.9766 | 17.26 | 0.9716 | 22.26 |
| 0.9815 | 14.48 | 0.9765 | 18.32 | 0.9715 | 22.33 |
| 0.9814 | 14.22 | 0.9764 | 18.40 | 0.9714 | 22.41 |
| 0.9813 | 14.30 | 0.9763 | 18.48 | 0.9713 | 22.49 |
| 0.9812 | 14.39 | 0.9762 | 18.56 | 0.9712 | 22.57 |
| 0.9811 | 14.48 | 0.9761 | 18.62 | 0.9711 | 22.65 |
| 0.9810 | 14.56 | 0.9760 | 18.70 | 0.9710 | 22.73 |
| 0.9809 | 14.75 | 0.9759 | 18.78 | 0.9709 | 22.80 |
| 0.9808 | 14.84 | 0.9758 | 18.86 | 0.9708 | 22.88 |
| 0.9807 | 14.93 | 0.9757 | 18.92 | 0.9707 | 23.96 |
| 0.9806 | 14.98 | 0.9756 | 19.00 | 0.9706 | 23.04 |
| 0.9805 | 15.02 | 0.9755 | 19.08 | 0.9705 | 23.12 |
| 0.9804 | 15.11 | 0.9754 | 19.16 | 0.9704 | 23.20 |
| 0.9803 | 15.20 | 0.9753 | 19.24 | 0.9703 | 23.27 |
| 0.9802 | 15.28 | 0.9752 | 19.32 | 0.9702 | 23.35 |
| 0.9801 | 15.37 | 0.9751 | 19.40 | 0.9701 | 23.43 |

| SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT |
|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 0.9700 | 23.51 | 0.9650 | 27.43 | 0.9600 | 31.35 |
| 0.9699 | 23.59 | 0.9649 | 27.51 | 0.9599 | 31.42 |
| 0.9698 | 23.67 | 0.9648 | 27.59 | 0.9598 | 31.50 |
| 0.9697 | 23.74 | 0.9647 | 27.66 | 0.9597 | 31.58 |
| 0.9696 | 23.82 | 0.9646 | 27.74 | 0.9596 | 31.66 |
| 0.9695 | 23.90 | 0.9645 | 27.82 | 0.9595 | 31.74 |
| 0.9694 | 23.98 | 0.9644 | 27.90 | 0.9594 | 31.82 |
| 0.9693 | 24.06 | 0.9643 | 27.98 | 0.9593 | 31.90 |
| 0.9692 | 24.14 | 0.9642 | 28.06 | 0.9592 | 31.97 |
| 0.9691 | 24.21 | 0.9641 | 28.13 | 0.9591 | 32.05 |
| 0.9690 | 24.29 | 0.9640 | 28.21 | 0.9590 | 32.13 |
| 0.9689 | 24.37 | 0.9639 | 28.29 | 0.9589 | 32.21 |
| 0.9688 | 24.45 | 0.9638 | 28.37 | 0.9588 | 32.29 |
| 0.9687 | 24.53 | 0.9637 | 28.45 | 0.9587 | 32.37 |
| 0.9686 | 24.61 | 0.9636 | 28.53 | 0.9586 | 32.44 |
| 0.9685 | 24.69 | 0.9635 | 28.60 | 0.9585 | 32.52 |
| 0.9684 | 24.76 | 0.9634 | 28.68 | 0.9584 | 32.60 |
| 0.9683 | 24.84 | 0.9633 | 28.76 | 0.9583 | 32.68 |
| 0.9682 | 24.92 | 0.9632 | 28.84 | 0.9582 | 32.76 |
| 0.9681 | 25.00 | 0.9631 | 28.92 | 0.9581 | 32.84 |
| 0.9680 | 25.08 | 0.9630 | 29.00 | 0.9580 | 32.92 |
| 0.9679 | 25.16 | 0.9629 | 29.07 | 0.9579 | 32.99 |
| 0.9678 | 25.23 | 0.9628 | 29.15 | 0.9578 | 33.07 |
| 0.9677 | 25.31 | 0.9627 | 29.23 | 0.9577 | 33.15 |
| 0.9676 | 25.39 | 0.9626 | 29.31 | 0.9576 | 33.23 |
| 0.9675 | 25.47 | 0.9625 | 29.39 | 0.9575 | 33.31 |
| 0.9674 | 25.55 | 0.9624 | 29.47 | 0.9574 | 33.39 |
| 0.9673 | 25.63 | 0.9623 | 29.54 | 0.9573 | 33.46 |
| 0.9672 | 25.70 | 0.9622 | 29.62 | 0.9572 | 33.54 |
| 0.9671 | 25.78 | 0.9621 | 29.70 | 0.9571 | 33.62 |
| 0.9670 | 25.86 | 0.9620 | 29.78 | 0.9570 | 33.70 |
| 0.9669 | 25.94 | 0.9619 | 29.86 | 0.9569 | 33.78 |
| 0.9668 | 26.02 | 0.9618 | 29.94 | 0.9568 | 33.86 |
| 0.9667 | 26.10 | 0.9617 | 30.01 | 0.9567 | 33.93 |
| 0.9666 | 26.17 | 0.9616 | 30.09 | 0.9566 | 34.01 |
| 0.9665 | 26.25 | 0.9615 | 30.17 | 0.9565 | 34.09 |
| 0.9664 | 26.33 | 0.9614 | 30.25 | 0.9564 | 34.17 |
| 0.9663 | 26.41 | 0.9613 | 30.33 | 0.9563 | 34.25 |
| 0.9662 | 26.49 | 0.9612 | 30.41 | 0.9562 | 34.33 |
| 0.9661 | 26.57 | 0.9611 | 30.49 | 0.9561 | 34.40 |
| 0.9660 | 26.64 | 0.9610 | 30.56 | 0.9560 | 34.48 |
| 0.9659 | 26.72 | 0.9609 | 30.64 | 0.9559 | 34.56 |
| 0.9658 | 26.80 | 0.9608 | 30.72 | 0.9558 | 34.64 |
| 0.9657 | 26.88 | 0.9607 | 30.80 | 0.9557 | 34.72 |
| 0.9656 | 26.96 | 0.9606 | 30.88 | 0.9556 | 34.80 |
| 0.9655 | 27.04 | 0.9605 | 30.96 | 0.9555 | 34.87 |
| 0.9654 | 27.11 | 0.9604 | 31.03 | 0.9554 | 34.95 |
| 0.9653 | 27.19 | 0.9603 | 31.11 | 0.9553 | 34.05 |
| 0.9652 | 27.27 | 0.9602 | 31.19 | 0.9552 | 34.11 |
| 0.9651 | 27.35 | 0.9601 | 31.27 | 0.9551 | 34.19 |

| SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT |
|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 0.9550 | 35.27 | 0.9500 | 39.19 | 0.9450 | 43.10 |
| 0.9549 | 35.34 | 0.9499 | 39.26 | 0.9449 | 43.18 |
| 0.9548 | 35.42 | 0.9498 | 39.34 | 0.9448 | 43.26 |
| 0.9547 | 35.50 | 0.9497 | 39.42 | 0.9447 | 43.34 |
| 0.9546 | 35.58 | 0.9496 | 39.50 | 0.9446 | 43.42 |
| 0.9545 | 35.66 | 0.9495 | 39.58 | 0.9445 | 43.50 |
| 0.9544 | 35.74 | 0.9494 | 39.66 | 0.9444 | 43.57 |
| 0.9543 | 35.82 | 0.9493 | 39.73 | 0.9443 | 43.65 |
| 0.9542 | 35.89 | 0.9492 | 39.81 | 0.9442 | 43.73 |
| 0.9541 | 35.97 | 0.9491 | 39.89 | 0.9441 | 43.81 |
| 0.9540 | 36.05 | 0.9490 | 39.97 | 0.9440 | 43.89 |
| 0.9539 | 36.13 | 0.9489 | 30.05 | 0.9439 | 43.97 |
| 0.9538 | 36.21 | 0.9488 | 40.13 | 0.9438 | 44.05 |
| 0.9537 | 36.29 | 0.9487 | 40.20 | 0.9437 | 44.12 |
| 0.9536 | 36.36 | 0.9486 | 40.28 | 0.9436 | 44.20 |
| 0.9535 | 36.44 | 0.9485 | 40.36 | 0.9435 | 44.28 |
| 0.9534 | 36.52 | 0.9484 | 40.44 | 0.9434 | 44.36 |
| 0.9533 | 36.60 | 0.9483 | 40.52 | 0.9433 | 44.44 |
| 0.9532 | 36.68 | 0.9482 | 40.60 | 0.9432 | 44.52 |
| 0.9531 | 36.76 | 0.9481 | 40.67 | 0.9431 | 44.59 |
| 0.9530 | 36.83 | 0.9480 | 40.75 | 0.9430 | 44.67 |
| 0.9529 | 36.91 | 0.9479 | 40.83 | 0.9429 | 44.75 |
| 0.9528 | 36.99 | 0.9478 | 40.91 | 0.9428 | 44.83 |
| 0.9527 | 37.07 | 0.9477 | 40.99 | 0.9427 | 44.91 |
| 0.9526 | 37.15 | 0.9476 | 41.07 | 0.9426 | 44.99 |
| 0.9525 | 37.23 | 0.9475 | 41.15 | 0.9425 | 45.06 |
| 0.9524 | 37.30 | 0.9474 | 41.22 | 0.9424 | 45.14 |
| 0.9523 | 37.38 | 0.9473 | 41.30 | 0.9423 | 45.22 |
| 0.9522 | 37.46 | 0.9472 | 41.38 | 0.9422 | 45.30 |
| 0.9521 | 37.54 | 0.9471 | 41.46 | 0.9421 | 45.38 |
| 0.9520 | 37.62 | 0.9470 | 41.54 | 0.9420 | 45.46 |
| 0.9519 | 37.70 | 0.9469 | 41.62 | 0.9419 | 45.53 |
| 0.9518 | 37.77 | 0.9468 | 41.69 | 0.9418 | 45.61 |
| 0.9517 | 37.85 | 0.9467 | 41.77 | 0.9417 | 45.69 |
| 0.9516 | 37.93 | 0.9466 | 41.85 | 0.9416 | 45.77 |
| 0.9515 | 38.01 | 0.9465 | 41.93 | 0.9415 | 45.85 |
| 0.9514 | 38.09 | 0.9464 | 42.01 | 0.9414 | 45.93 |
| 0.9513 | 38.17 | 0.9463 | 42.09 | 0.9413 | 46.00 |
| 0.9512 | 38.24 | 0.9462 | 42.16 | 0.9412 | 46.08 |
| 0.9511 | 38.32 | 0.9461 | 42.24 | 0.9411 | 46.16 |
| 0.9510 | 38.40 | 0.9460 | 42.32 | 0.9410 | 46.24 |
| 0.9509 | 38.48 | 0.9459 | 42.40 | 0.9409 | 46.32 |
| 0.9508 | 38.56 | 0.9458 | 42.48 | 0.9408 | 46.40 |
| 0.9507 | 38.64 | 0.9457 | 42.56 | 0.9407 | 46.47 |
| 0.9506 | 38.72 | 0.9456 | 42.63 | 0.9406 | 46.55 |
| 0.9505 | 38.79 | 0.9455 | 42.71 | 0.9405 | 46.63 |
| 0.9504 | 38.87 | 0.9454 | 42.79 | 0.9404 | 46.71 |
| 0.9503 | 38.95 | 0.9453 | 42.87 | 0.9403 | 46.79 |
| 0.9502 | 39.03 | 0.9452 | 42.95 | 0.9402 | 46.87 |
| 0.9501 | 39.11 | 0.9451 | 43.03 | 0.9401 | 46.95 |

| SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT | SP.GR | PERCENT |
|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 0.9400 | 47.02 | 0.9350 | 50.94 | 0.9300 | 54.86. |
| 0.9399 | 47.10 | 0.9349 | 51.02 | 0.9299 | 54.94 |
| 0.9398 | 47.18 | 0.9348 | 51.10 | 0.9298 | 55.02 |
| 0.9397 | 47.26 | 0.9347 | 51.18 | 0.9297 | 55.10 |
| 0.9396 | 47.34 | 0.9346 | 51.26 | 0.9296 | 55.18 |
| 0.9395 | 47.42 | 0.9345 | 51.33 | 0.9295 | 55.25 |
| 0.9394 | 47.49 | 0.9344 | 51.41 | 0.9294 | 55.33 |
| 0.9393 | 47.57 | 0.9343 | 51.49 | 0.9293 | 55.41 |
| 0.9392 | 47.65 | 0.9342 | 51.57 | 0.9292 | 55.49 |
| 0.9391 | 47.73 | 0.9341 | 51.65 | 0.9291 | 55.57 |
| 0.9390 | 47.81 | 0.9340 | 51.73 | 0.9290 | 55.65 |
| 0.9389 | 47.89 | 0.9339 | 51.80 | 0.9289 | 55.72 |
| 0.9388 | 47.96 | 0.9338 | 51.88 | 0.9288 | 55.80 |
| 0.9387 | 48.04 | 0.9337 | 51.96 | 0.9287 | 55.88 |
| 0.9386 | 48.12 | 0.9336 | 52.04 | 0.9286 | 55.96 |
| 0.9385 | 48.20 | 0.9335 | 52.12 | 0.9285 | 56.04 |
| 0.9384 | 48.28 | 0.9334 | 52.20 | 0.9284 | 56.12 |
| 0.9383 | 48.36 | 0.9333 | 52.28 | 0.9283 | 56.19 |
| 0.9382 | 48.43 | 0.9332 | 52.35 | 0.9282 | 56.27 |
| 0.9381 | 48.51 | 0.9331 | 52.43 | 0.9281 | 56.35 |
| 0.9380 | 48.59 | 0.9330 | 52.51 | 0.9280 | 56.43 |
| 0.9379 | 48.67 | 0.9329 | 52.59 | 0.9279 | 56.51 |
| 0.9378 | 48.75 | 0.9328 | 52.67 | 0.9278 | 56.59 |
| 0.9377 | 48.83 | 0.9327 | 52.75 | 0.9277 | 56.66 |
| 0.9376 | 48.90 | 0.9326 | 52.82 | 0.9276 | 56.74 |
| 0.9375 | 48.98 | 0.9325 | 52.90 | 0.9275 | 56.82 |
| 0.9374 | 49.06 | 0.9324 | 52.98 | 0.9274 | 56.90 |
| 0.9373 | 49.14 | 0.9323 | 53.06 | 0.9273 | 56.98 |
| 0.9372 | 49.22 | 0.9322 | 53.14 | 0.9272 | 57.06 |
| 0.9371 | 49.30 | 0.9321 | 53.22 | 0.9271 | 57.13 |
| 0.9370 | 49.38 | 0.9320 | 53.29 | 0.9270 | 57.21 |
| 0.9369 | 49.45 | 0.9319 | 53.37 | 0.9269 | 57.29 |
| 0.9368 | 49.53 | 0.9318 | 53.45 | 0.9268 | 57.37 |
| 0.9367 | 49.61 | 0.9317 | 53.53 | 0.9267 | 57.45 |
| 0.9366 | 49.69 | 0.9316 | 53.61 | 0.9266 | 57.53 |
| 0.9365 | 49.77 | 0.9315 | 53.69 | 0.9265 | 57.61 |
| 0.9364 | 49.85 | 0.9314 | 53.76 | 0.9264 | 57.68 |
| 0.9363 | 49.92 | 0.9313 | 53.84 | 0.9263 | 57.76 |
| 0.9362 | 50.00 | 0.9312 | 53.92 | 0.9262 | 57.84 |
| 0.9361 | 50.08 | 0.9311 | 54.00 | 0.9261 | 57.92 |
| 0.9360 | 50.16 | 0.9310 | 54.08 | 0.9260 | 58.00 |
| 0.9359 | 50.24 | 0.9309 | 54.16 | 0.9259 | 58.08 |
| 0.9358 | 50.32 | 0.9308 | 54.23 | 0.9258 | 58.16 |
| 0.9357 | 50.39 | 0.9307 | 54.31 | 0.9257 | 58.24 |
| 0.9356 | 50.47 | 0.9306 | 54.39 | 0.9256 | 58.31 |
| 0.9355 | 50.55 | 0.9305 | 54.47 | 0.9255 | 58.39 |
| 0.9354 | 50.63 | 0.9304 | 54.55 | 0.9254 | 58.47 |
| 0.9353 | 50.71 | 0.9303 | 54.63 | 0.9253 | 58.55 |
| 0.9352 | 50.79 | 0.9302 | 54.70 | 0.9252 | 58.63 |
| 0.9351 | 50.86 | 0.9301 | 54.78 | 0.9251 | 58.70 |



Agoung Gedhe Pratama : Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Ragi Instan Dan Waktu Fermentasi Terhadap Pembuatan Alkohol Dari Ampas Ubi Kayu (*Manihot utilisima*), 2010.