

**UJI KADAR ALKOHOL PADA TAPAI KETAN PUTIH DAN
SINGKONG MELALUI FERMENTASI DENGAN DOSIS
RAGI YANG BERBEDA DAN SUMBANGSIHNYA
PADA MATERI BIOTEKNOLOGI DI KELAS
XII SMA/MA**



Oleh

**RESTI ULANDARI
NIM. 11222044**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd.)**

**PRODI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) RADEN FATAH
PALEMBANG
2015**

Hal : Pengantar Skripsi
Lamp. : -

Kepada Yth.
Bapak Dekan Fakultas
Raden Fatah Palembang
Di
Palembang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah melalui proses bimbingan, arahan dan koreksian baik dari segi isi maupun teknik penulisan terhadap skripsi saudara :

Nama : Resti Ulandari
NIM : 11222044
Program : S1 Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda dan Sumbangsihnya pada Materi Bioteknologi di Kelas XII SMA/MA

Maka, kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara tersebut dapat diajukan dalam Sidang Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.

Demikian harapan kami dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I

Palembang, Oktober 2015
Pembimbing II

Dr. H. Zainal Berlian, DBA.
NIP. 196203051991011001

Fitratul Aini, M. Si.
NIP. 197901152009122003

PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong Melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda dan Sumbangsihnya pada Materi Bioteknologi di Kelas XII SMA/MA

Nama : Resti Ulandari

NIM : 11222044

Program : S1 Pendidikan Biologi

Telah Disetujui Tim Penguji Ujian Skripsi.

1. Ketua : Dr. Yulia Tri Samiha, M. Pd. (_____)
NIP. 19680721 200501 2 004
2. Sekretaris : Elfira Rosa Pane, M. Si. (_____)
NIP. 19811023 200912 2 004
3. Penguji I : Fitri Oviyanti, M. Ag (_____)
NIP. 19761003 200112 2 001
4. Penguji II : Awalul Fatiqin, M. Si (_____)
NIK. 140201100812/BLU

Diuji di Palembang pada tanggal 30 Oktober 2015

Waktu : 14.00 - 15.00 WIB

Hasil/IPK : 3, 68

Predikat : Amat Baik

Dekan Fakultas Tarbiyah
UIN Raden Fatah Palembang

DR. Kasinyo Harto, M. Ag
NIP. 197109111997031004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Berjuanglah dengan gigih dan semampumu untuk mencapai apa yang diimpikan dan jangan pernah berpasrah dengan keadaan. Karena Allah Maha Tahu sebesar apa usaha dan kerja keras yang telah kita lakukan. Insyaallah awal yang terasa pahit akan terasa manis diujungnya”

“Terimalah masa lalumu sebagai pendewasa sikap dan pikiranmu, peliharalah keindahan impian masa depanmu, dan hiduplah dengan sebaik-baiknya hari ini”
(Mario Teguh).

“Sesungguhnya Allah sangat mencintai orang yang jika melakukan sesuatu pekerjaan, dilakukan secara itqan (tepat, terarah, jelas dan tuntas)” (HR. Thabrani).

“Pengetahuan tanpa agama adalah lumpuh, agama tanpa pengetahuan adalah buta” (Einstein).

“Tujuan yang luhur tidak bisa dicapai melalui mimpi dan fantasi. Tapi, ia hanya bisa diraih dengan dedikasi dan komitmen” (Al-Qarni).

Kupersembahkan karya kecil ini untuk:

🌈 Ayahandaku tercinta **Ahmad Sayadi** dan Ibundaku tersayang **Muryani** yang tidak pernah lelah memberikan dorongan semangat, yang tidak pernah mengeluh dengan setiap tetesan keringat untuk pendidikanku dan senantiasa mendoakan untuk kesuksesan kami putra putrimu.

🌈 Kakekku tercinta **Sibawaihi** dan Nenekku tersayang **Sri Banun** yang selalu mendo'akan dan memberikanku nasihat.

🌈 Saudara-saudariku, kakak perempuanku **Restu Maulina**, adik laki-lakiku **Ahmad Alfriyadi** dan adik perempuanku **Restu Ulis Muslimah** yang selalu memberikan motivasi dan dukungannya.

🌈 Sahabat dan teman-temanku yang selalu menyemangati jiwa dikala rapuh

🌈 Almamater UIN Raden Fatah Palembang

Semoga Allah membalas kebaikanmu dengan Ridho-Nya. Amien...

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini :

Nama : Resti Ulandari
Tempat dan tanggal lahir : Tebedak, 9 Oktober 1993
Program Studi : Pendidikan Biologi
NIM : 11222044

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Seluruh data, informasi, interpretasi serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan hasil pengamatan, penelitian, pengolahan, serta pemikiran saya dengan pengarahan dari para pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di UIN Raden Fatah maupun perguruan tinggi lainnya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut di atas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Palembang, 30 Oktober 2015
Yang membuat pernyataan,

Resti Ulandari
NIM. 11222044

ABSTRACT

Alcohol is widely used in industry, such as a solvent, as a synthesis in the chemical industry and at the present time alcohol is also used to fuel cars. This study aims to determine the differences in the level of alcohol contained in Tapai white sticky rice and cassava with different doses of yeast. This research was conducted in the laboratory of Chemical Biology Education Studies Program Faculty of Tarbiyah and Teaching UIN Raden Fatah Palembang in August 2015. The method used in this study is the experimental method using a completely randomized factorial design consisting of two factors, namely the type of fermentation ingredients: (Tapai white sticky rice and cassava) and a dose of yeast (0.5%, 1% and 1.5%) with four replications. Data were analyzed by ANOVA followed by two lines and test Beda Distance Real Duncan (BJND) at the level of 1%. Based on the results of the analysis showed that the alcohol content of the type of material the value of $F_{\text{count}} = 82.14 > F_{\text{table}} = 8.29$ and yeast dose of $F_{\text{count}} = 812.14 > F_{\text{table}} = 6.01$. From the results of this study concluded that: 1) There is a very real difference to the alcoholic content of fermented glutinous white Tapai and cassava. 2) There is a very real effect of different doses of yeast against alcohol content.

Keywords: Alcohol content, cassava, tapai white sticky rice, , yeast,

ABSTRAK

Alkohol banyak digunakan dalam industri, diantaranya merupakan pelarut, sebagai sintesis dalam Industri kimia dan pada masa sekarang alkohol juga digunakan untuk bahan bakar mobil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan kadar alkohol yang terdapat dalam tapai ketan putih dan singkong dengan dosis ragi yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Kimia Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang pada bulan Agustus 2015. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial yang terdiri dari dua faktor, yaitu jenis bahan fermentasi: (tapai ketan putih dan singkong) dan dosis ragi : (0,5%, 1% dan 1,5%) dengan empat kali ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA dua jalur dan dilanjutkan dengan uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) pada taraf 1%. Berdasarkan hasil analisis kadar alkohol menunjukkan bahwa jenis bahan nilai $F_{hit} = 82,14 > F_{tab} = 8,29$ dan dosis ragi $F_{hit} = 40,71 > F_{tab} = 6,01$ sedangkan interaksi jenis bahan dan dosis ragi nilai $F_{hit} = 1,43 < F_{tab} = 6,01$. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: 1) Terdapat perbedaan sangat nyata terhadap kadar alkohol hasil fermentasi tapai ketan putih dan singkong. 2) Ada pengaruh yang sangat nyata dari dosis ragi yang berbeda terhadap kadar alkohol.

Kata Kunci : Kadar alkohol, ragi, singkong, tapai ketan putih,

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji dan Syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena akhirnya Skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik tepat pada waktunya.

Skripsi yang Penulis buat dengan judul **Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda dan Sumbangsihnya pada Materi Bioteknologi di Kelas XII SMA/MA** dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Pendidikan Biologi.

Tidak lupa Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penyusunan Skripsi ini kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesabaran, kekuatan, dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.
2. Bapak Prof. Aflatun Muchtar selaku Rektor UIN Raden Fatah Palembang.
3. Bapak DR. Kasinyo Harto, M. Ag sebagai Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.
4. Ibu Syarifah, M. Kes selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.
5. Bapak Dr. H. Zainal Berlian, DBA sebagai Dosen Pembimbing I, Ibu Fitratul Aini, M.Si sebagai Dosen Pembimbing II yang selalu tulus dan ikhlas untuk membimbing dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Fitri Oviyanti, M. Ag sebagai Dosen Penguji I, Bapak Awalul Fatiqin, M. Si sebagai Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran untuk perbaikan Skripsi ini.
7. Ibu Indah Wigati, M. Pd. I dan para Staf Karyawan Perpustakaan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah membantu memfasilitasi kemudahan dalam mencari literatur untuk skripsi ini.

8. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah sabar mengajar dan memberikan ilmu selama saya kuliah di UIN Raden Fatah Palembang.
9. Orang tua saya yang selalu memberikan cinta dan kasih sayangnya tanpa batas, motivasi dan dukungan yang tak pernah hentinya kepada saya.
10. Keluarga besar saya yang selalu menyemangati saya.
11. Teman-teman seangkatan dan almamater yang saya sayangi: teman-teman Biologi 2 (Kak Aan, Mang Resa, Riska, Rani, Novi, Nurma, Yossi, Eci, Weni, Mbak Siti, Nurul, Mufti, Vini, Yuk Ul, Syahidah, Teti, Kiki, Oca, Yani, Niar, Nana, Restu, Rita, Mbak Winda, TO, TA, Zikrika, Yulinda, Sarina dan Rina serta Biologi 1 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, saya ucapkan terimakasih atas semangat dan bantuan yang telah kalian berikan.
12. Teman-teman PPLK II (Suki, Edi, Sunardi, Mira, Mbak Siti, Dwi, Fidi, Tri Buana, Lia, Besse, Aminah) di SMPN 10 Palembang dan teman-teman KKN (Andre, Pak Sukri, Zul, Nani, Nayla, Uswah, Lina) di Desa Serambi Kec. Jarai Kab. Lahat yang telah berbagi sebuah momen unik yang tak terlupakan.
13. Teman-teman kosan tahun lalu (Rani dan Yosi) dan sekarang (Vini dan Titi). Terimakasih untuk keseruan selama ngekos bersama.
14. Orang yang selalu sabar menyayangiku dan memberi dukungan selama lebih 4 tahun ini “Imam Rozani Aziz”. Terimakasih untuk kebersamaan kita.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, karenanya Penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun agar dapat digunakan demi perbaikan Skripsi ini nantinya. Penulis juga berharap agar Skripsi ini akan memberikan banyak manfaat bagi yang membacanya.

Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

Palembang, Oktober 2015
Penulis,

Resti Ulandari
NIM. 11222044

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Beras Ketan Putih dalam 100 gram Bahan	13
Tabel 2. Komposisi Kimia Singkong per 100 gram	15
Tabel 3. Sifat Kimia dan Fisika Alkohol	20
Tabel 4. Kombinasi Petak Percobaan (24 percobaan)	32
Tabel 5. ANOVA Dua Jalur	37
Tabel 6. Uji Beda Jarak Nyata Duncan.....	39
Tabel 7. Kadar alkohol (%) pada Tapai Ketan Putih dan Singkong	40
Tabel 8. Hasil Analisis Variansi RAL 2 Jalur.....	41
Tabel 9. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong dengan Dosis Ragi yang Berbeda	42
Tabel 10. Data Hasil Titration NaOH pada Tapai Ketan Putih	58
Tabel 11. Kadar Alkohol (%) pada Tapai Ketan Putih.....	58
Tabel 12. Data Hasil Titration NaOH pada Tapai Singkong.....	59
Tabel 13. Kadar Alkohol (%) pada Tapai Singkong.....	59
Tabel 14. Uji ANOVA dan Uji Lanjut BJND Terhadap Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik Pertumbuhan Mikroba pada Kultur	27
Gambar 2. Cara Pembuatan Tapai Ketan Putih Dan Singkong	34
Gambar 3. Alat-alat Penelitian.....	65
Gambar 4. Bahan-bahan Penelitian.....	66
Gambar 5. Proses Pembuatan Tapai Ketan Putih	68
Gambar 6. Proses Pembuatan Tapai Singkong	69
Gambar 7. Proses Pengukuran Kadar Alkohol	70
Gambar 8. Hasil Fermentasi dan Titrasi Tapai Ketan Putih dan Singkong ..	73

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1. Grafik Hubungan Pemberian Dosis Ragi yang Berbeda Terhadap Kadar Alkohol dalam Tapai Ketan Putih dan Singkong.....	41

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
RAL	Rancangan acak lengkap
BJND	Beda jarak nyata duncan
PP	<i>Fenolftalein</i>
NaOH	Natrium Hidroksida
ml	Mililiter
g	Gram

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Perhitungan Kadar Alkohol (%) pada Tapai Ketan Putih dengan Pemberian Dosis Ragi yang Berbeda Setelah Fermentasi Selama Tiga Hari	58
Lampiran 2. Data Penghitungan Kadar Alkohol (%) pada Tapai Singkong dengan Pemberian Dosis Ragi yang Berbeda Setelah Fermentasi Selama Tiga Hari	59
Lampiran 3. Uji ANOVA dan Uji Lanjut BJND Terhadap Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong.....	60
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	65
Lampiran 5. Perangkat Pembelajaran	74
Lampiran 5a. Silabus Pembelajaran	74
Lampiran 5b. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	78
Lampiran 5c. Lembar Kerja Siswa (LKS).....	85
Lampiran 6. Lembar Validasi Pakar	90
Lampiran 6a. Lembar Validasi Pakar tentang Kevalidan LKS Praktikum	92
Lampiran 6b. Lembar Validasi Pakar tentang Kevalidan RPP Penelitian.....	93
Lampiran 7. Surat Keterangan Penunjukkan Pembimbing Skripsi.....	95
Lampiran 8. Surat Keterangan Penunjukkan Tim Penguji Proposal Skripsi.....	96
Lampiran 9. Surat Permohonan Izin Penelitian	97
Lampiran 10. Surat Keterangan Penunjukkan Tim Penguji Hasil Skripsi....	98
Lampiran 11. Surat Keterangan Bebas Laboratorium	99
Lampiran 12. Surat Keterangan Lulus Ujian Komprehensif	100
Lampiran 13. Kartu Bimbingan Skripsi.....	101
Lampiran 14. Surat Keterangan Hafal 10 Surat Juz Amma	112
Lampiran 15. Sertifikat Toefl	113
Lampiran 16. Ijazah Sekolah Menengah Atas (SMA)	114
Lampiran 17. Formulir Pendaftaran Munaqosyah	115
Lampiran 18. Surat Keterangan Kelengkapan dan Keaslian Berkas Munaqosyah	116

Lampiran 19. Formulir Konsultasi Revisi Skripsi	117
Lampiran 20. Transkrip Nilai	119
Lampiran 21. Daftar Hadir Ujian Seminar Proposal Skripsi	122
Lampiran 22. Daftar Hadir Ujian Seminar Hasil Skripsi.....	123

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alkohol (C_2H_5OH) adalah cairan transparan, tidak berwarna, cairan yang mudah bergerak, mudah menguap, dapat bercampur dengan air, eter, dan kloroform, diperoleh melalui fermentasi karbohidrat dari ragi. Salah satu fungsi alkohol adalah sebagai *octane booster*, artinya alkohol mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Fungsi lain ialah *oxigenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran bahan bakar dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara. Bahkan, alkohol berfungsi sebagai *fuel extender*, yaitu menghemat bahan bakar fosil. Seperti kita ketahui, Presiden Susilo Bambang Yudhoyono dalam pidato pada tanggal 27 September 2005 mengingatkan bahwa cadangan minyak bumi Indonesia hanya cukup untuk 18 tahun mendatang (Prihandana dkk., 2007).

Menurut Irianto (2006), menyatakan bahwa setelah air, alkohol merupakan zat pelarut dan bahan dasar paling umum yang digunakan di laboratorium dan di dalam industri kimia. Etil alkohol dapat dibuat dari apa saja yang dapat difermentasi oleh khamir. Salah satu pemanfaatan khamir yang paling penting dan paling terkenal adalah produk etil alkohol dari karbohidrat. Proses fermentasi ini dimanfaatkan oleh para pembuat bir, roti, anggur, bahan kimia, para ibu rumah tangga, dan lain-lain.

Dewasa ini kebutuhan alkohol cenderung meningkat. Sejak zaman dahulu alkohol biji-bijian telah dibuat orang dari peragian (fermentasi) gula oleh ragi dengan menggunakan mikroba tertentu seperti *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian biokimia telah menetapkan bahwa peragian pada gula (karbohidrat) yang dikatalisasi enzim menghasilkan alkohol (Yulianti, 2014).

Karbohidrat merupakan bahan baku yang menunjang dalam proses fermentasi, dimana prinsip dasar fermentasi adalah degradasi komponen pati oleh enzim (Sa'id, 1987 “dalam” Rustriningsih, 2007). Beberapa tumbuhan yang mengandung karbohidrat tinggi adalah dari jenis biji-bijian misalnya ketan putih dan dari jenis umbi-umbian misalnya singkong.

Indonesia sebagai negara agraris mempunyai banyak sumber bahan baku, salah satunya adalah beras ketan putih (*Oryza sativa* L. var *glutinosa*) yang terdapat cukup banyak di negara kita. Beras ketan merupakan tanaman yang berasal dari Asia yang kini sudah tersebar luas ke seluruh dunia, termasuk Indonesia. Di beberapa negara seperti Laos dan Thailand beras ketan digunakan sebagai makanan pokok, dikarenakan kandungan karbohidratnya yang tinggi (Haryadi, 2006 “dalam” Rustriningsih, 2007). Menurut sumber dari Direktorat Gizi (1981) “dalam” Haryadi (2013) beras ketan putih (*Oryza sativa* L. var *glutinosa*) merupakan bahan yang mempunyai kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 79,40 gram dalam 100 gram bahan.

Singkong merupakan salah satu tanaman yang dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah tropis dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi tanah. Jumlah produksi singkong di Indonesia

tahun 2010 diketahui sebesar 23.908.459 ton dengan luas panen 1.182.604 ha, sedangkan produksi singkong di Jawa Tengah 3.876.242 ton dengan luas lahan 188.080 ha (BPS Indonesia, 2010 “*dalam*” Sandi dkk., 2013). Singkong atau ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang menduduki urutan ketiga terbesar setelah padi dan jagung (Badan Litbang Pertanian, 2011). Menurut Rahmad Rukmana dan Yuniarsih (2001) “*dalam*” Suparti dan Asngad (2009), kandungan karbohidrat ketela pohon cukuplah tinggi (36,89 gram), hal ini berpotensi sebagai bahan alternatif dalam pembuatan alkohol. Karbohidrat akan diubah menjadi gula dan gula akan diubah menjadi alkohol.

Fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai lebih tinggi, seperti asam-asam organik, protein sel tunggal, antibiotika dan biopolimer. Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang pada hakekatnya telah lama dilakukan oleh nenek moyang kita secara tradisional dengan produk-produknya yang sudah biasa dimakan orang sampai sekarang, seperti tempe, oncom, tape, dan lain-lain (Muhidin dkk., 2001). Ragi adalah suatu inokulum atau *starter* untuk melakukan fermentasi dalam pembuatan produk tertentu. Proses fermentasi ini akan menghasilkan etanol dan CO₂ (Rahmawati, 2010).

Bahan fermentasi (peragian) yang berasal dari sayur-sayuran, buah-buahan atau biji-bijian akan menghasilkan alkohol yang berbeda-beda tergantung pada kandungan karbohidrat masing-masing bahan fermentasi (Fessenden, 1997 “*dalam*” Yulianti, 2014). Biji-bijian merupakan bahan fermentasi yang mempunyai kandungan karbohidrat lebih tinggi bila

dibandingkan sayur-sayuran atau buah-buahan, sehingga diperkirakan bahan fermentasi yang berasal dari biji-bijian akan menghasilkan alkohol yang lebih banyak (Yulianti, 2014).

Tapai merupakan salah satu produk hasil fermentasi. Beras, ketan, jagung dan ketela pohon, dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tape. Bahan-bahan tersebut dikukus hingga matang, dihamparkan ditampah dan setelah dingin dibubuhi ragi, kemudian campuran itu ditaruh dalam belangga, ditutup dengan daun pisang dan disimpan dalam tempat yang sejuk. Tak lama kemudian berkhayallah karena daya kerja organisme-organisme yang terdapat dalam ragi (Heyne, 1987 "dalam" Sutriningsih, 2007). Menurut Hidayat dkk. (2006), menyatakan bahwa pada dasarnya ada dua tipe tapai, yaitu tapai ketan dan tapai singkong. Tapai memiliki rasa manis dan sedikit mengandung alkohol, memiliki aroma, bertekstur lunak dan berair.

Ada banyak tanaman yang memiliki segudang manfaat, tidak hanya dijadikan sebagai bahan pangan tetapi dari segi lain seperti industri, ekonomi juga bisa dimanfaatkan sehingga kita sebagai manusia patut bersyukur dan mempelajari khasiat dari setiap tanaman tersebut, sebagaimana di dalam firman Allah Swt. dalam surat An-Nahl (16) ayat 11 (Al-Hikmah : 2008).

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ
كُلِّ الشَّجَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً قَوْلِي يَتَفَكَّرُونَ

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

Ayat di atas menjelaskan bahwa manusia harus memikirkan alam sehingga ia bisa menyaksikan bahwa dibalik proses alamiah yang terjadi, ada tangan ghaib Yang Maha Kuasa. Terdapat berbagai macam tanaman yang telah diciptakan Allah dengan segala zat yang terkandung didalamnya. Tumbuhnya tanaman dan buah-buahan semua itu diciptakan untuk manusia. Kita sebagai khalifah di bumi yang telah dibekali akal oleh Allah mempunyai kewajiban untuk memikirkan dan mengkaji serta meneliti apa yang telah Allah berikan kepada kita.

Mengenai tanaman-tanaman yang dapat dikaji dan diteliti tersebut, peneliti memanfaatkan tanaman ketan putih dan singkong. Dimana tanaman tersebut merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam menghasilkan alkohol melalui proses fermentasi. Dari hasil kesepakatan MUI, makanan dan minuman yang mengandung alkohol tidak boleh melebihi 1%, sehingga makanan/minuman yang mengandung kadar alkohol melebihi 1% termasuk dalam kategori haram untuk dikonsumsi (Hasanah, 2008). Memang jika dilihat dari segi pangan bahwa alkohol mempunyai dampak negatif jika dikonsumsi melebihi kadar dari 1% karena dapat memabukkan. Tapi selain itu menurut Yulianti (2014), menyatakan bahwa alkohol banyak digunakan dalam industri, diantaranya merupakan pelarut, sebagai sintesis dalam Industri kimia dan pada masa sekarang alkohol juga digunakan untuk bahan bakar mobil. Hal ini dapat dijelaskan dalam surat An-Nahl ayat 67 (Al-Hikmah, 2008).

وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا

حَسَنًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya : Dan dari buah kurma dan anggur, kamu buat minuman yang memabukkan dan rezeki yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang memikirkan.

Ayat ini menjelaskan, bahwa membuat minuman dari perasan kurma dan anggur, namun sebagian dari minuman tersebut dapat memabukkan dan sebagian lainnya menjadi sumber rezeki yang dapat dimanfaatkan. Sesungguhnya apa yang diberikan Allah semuanya suci dan murni. Karena manusia itu sendirilah yang membuatnya tidak suci dan tidak baik. Di antara tumbuh-tumbuhan seperti kurma dan anggur punya posisi istimewa dalam memenuhi kebutuhan pangan manusia. Keanekaragaman produk dari dua nikmat Ilahi ini juga sangat banyak. Apa yang diciptakan oleh Allah semuanya baik. Kita sebagai manusia yang terkadang menyalahgunakan dan tidak benar dalam memanfaatkan dan mengkonsumsinya.

Melihat beberapa manfaat alkohol yang telah dijelaskan diatas, maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan alkohol yang bersifat terbarukan yaitu melalui fermentasi bahan ketan putih dan singkong. Informasi dari hasil penelitian ini dapat disumbangsihkan pada dunia pendidikan pada sub materi Bioteknologi dengan menggunakan mikroorganisme untuk mendukung penjelasan materi agar proses belajar mengajar berlangsung efektif. Menurut Millah, Budipramana, dan Isnawati (2012), materi Bioteknologi merupakan penerapan dari ilmu biologi dan teknologi. Materi bioteknologi mempelajari tentang pengertian, prinsip dasar, dan peranan bioteknologi terhadap sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat

(salingtemas). Bioteknologi mempunyai peranan yang sangat penting dalam peningkatan kesejahteraan hidup manusia. Namun dalam penerapannya perlu memperhatikan aspek sains dan teknologi, serta memperhatikan aspek masyarakat dan lingkungan.

Materi pokok bioteknologi di kelas XII SMA/MA membahas tentang bioteknologi dengan menggunakan mikroorganisme. Salah satu kompetensi dasar yang terdapat di dalam silabus pada sub materi ini adalah: mendeskripsikan implikasi bioteknologi pada sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Hasil penelitian ini akan disumbangsihkan dalam bentuk praktikum bioteknologi dengan menggunakan mikroorganisme pada materi bioteknologi di SMA/MA kelas XII.

Berdasarkan uraian di atas dan fakta yang ada, peneliti bermaksud meneliti adanya perbedaan kadar alkohol dengan pemberian dosis ragi yang berbeda yang dikandung dalam beberapa golongan tumbuhan yaitu peneliti mengambil dari golongan biji-bijian berupa tapai ketan putih dan dari golongan umbi-umbian berupa tapai singkong dimana bahan tersebut adalah tumbuhan yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar dan memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, dimana kandungan karbohidrat inilah yang sangat dibutuhkan dalam pembuatan alkohol. Namun demikian juga belum diketahui apakah ada perbedaan kandungan alkohol dalam tapai yang dihasilkan pada pembuatan dengan kedua macam bahan tersebut, sehingga dalam penelitian ini akan dipelajari perbedaan kandungan alkohol dalam tapai yang dihasilkan dari bahan dasar beras ketan putih dan singkong dan dengan memberikan beberapa dosis ragi yang berbeda.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah ada perbedaan kadar alkohol dari hasil fermentasi tapai ketan putih dan tapai singkong?
2. Apakah ada pengaruh pemberian dosis ragi yang berbeda terhadap kadar alkohol tapai ketan putih dan singkong?
3. Bagaimana sumbangsihnya pada materi bioteknologi di SMA/MA kelas XII?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kadar alkohol dari hasil fermentasi tapai ketan putih dan tapai singkong?
2. Mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan dosis ragi yang diberikan terhadap kadar alkohol dari hasil fermentasi tapai ketan putih dan tapai singkong.
3. Memberikan sumbangsih pada materi Bioteknologi di SMA/MA kelas XII.

D. Pembatasan Masalah

Mengingat ruang lingkup permasalahan dan keterbatasan kemampuan menghindari meluasnya suatu permasalahan maka peneliti membatasi masalah-masalah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Subjek penelitian adalah jenis bahan fermentasi (ketan putih dan singkong) dan dosis ragi (0,5%, 1% dan 1,5% dari berat sampel).
2. Objek penelitian adalah kadar alkohol pada fermentasi ketan putih dan singkong.
3. Parameter penelitian adalah kadar alkohol.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai peneliti sebagai berikut :

1. Secara Teoritis
 - a) Penelitian ini diharapkan dapat memperdalam kajian teori tentang bioteknologi.
 - b) Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ilmu dan masukan pada pembelajaran biologi di SMA kelas XII pada materi bioteknologi.
2. Secara Praktik
 - a) Bagi Masyarakat
 - (1) Dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat dalam usaha peningkatan ekonomi dengan mengolah singkong dan ketan putih menjadi bahan pangan dalam bentuk lain melalui proses fermentasi.

(2) Dapat dijadikan sebagai bahan praktikum di sekolah pada siswa kelas XII SMA/MA mengenai materi bioteknologi.

b) Bagi Peneliti

(1) Dapat memperoleh pengalaman langsung bagaimana cara pembuatan tapai ketan putih dan tapai singkong melalui fermentasi dengan pemberian dosis ragi yang berbeda.

(2) Dapat mengetahui kadar alkohol pada tapai ketan putih dan tapai singkong melalui fermentasi dengan pemberian dosis ragi yang berbeda.

c) Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini bisa digunakan sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya.

E. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Pemberian dosis ragi yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kadar alkohol pada tapai ketan putih dan tapai singkong.

H_1 : Pemberian dosis ragi yang berbeda berpengaruh terhadap kadar alkohol pada tapai ketan putih dan singkong.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Ketan Putih

Ketan merupakan salah satu varietas padi yang merupakan tumbuhan semusim (Maimunah (2003) “*dalam*” Hasanah (2007). Asal padi terlupakan karena sejarahnya sangat tua. Mungkin berasal dari asia tengah. Beberapa umur kultur di Jawa, tidak dapat diketahui dengan pasti. Jumlah varietas yang terkenal ada sekitar ribuan. Suatu jenis terkenal ialah forma *glutinosa*, ketan, terdapat dalam bentuk butir-butir merah, putih dan hitam (Steenis dan Bloemberger, 2002 “*dalam*” Rustriningsih, 2007).

1. Klasifikasi

Menurut Steens (1988) “*dalam*” Hasanah (2007), taksonomi beras ketan putih masih termasuk dalam spesies tanaman padi memiliki taksonomi sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Class	: Angiopermae
Ordo	: Gramminales
Family	: Graminie
Genus	: Oryza
Spesies	: <i>Oryza sativa</i> L.
Varietas	: <i>Oryza sativa</i> L. Var. Forma <i>glutinous</i>

2. Uraian Tumbuh

Padi banyak varietasnya yang ditanam di sawah dan di ladang, sampai ketinggian 1.200 m. Tanaman semak semusim ini berbatang basah, tingginya 50 cm -1,5 m. Batang tegak, lunak, beruas, berongga, kasar, warna hijau. Daun tunggal berbentuk pita yang panjangnya 15-30 cm, lebar mencapai 2 cm (Rustriningsih, 2007). Menurut Maimunah (2003) “dalam” Hasanah (2007), tumbuhan ini mempunyai lidah tanaman yang panjang 1 – 4 mm dan bercangkup dua. Helaian daun berbentuk garis dengan panjang 15 – 80 cm, kebanyakan memiliki tepi kasar, mempunyai malai dengan panjang 15 – 40 cm yang tumbuh ke atas dengan akar yang menggantung. Malai ini bercabang-cabang dan biasanya cabang tersebut kasar.

3. Sifat dan Khasiat

Akar bersifat hangat dan manis. Berkhasiat menghilangkan keringat, membunuh cacing (*antelmintik*) dan sebagai penawar racun. Selaput biji (kulit ari) bersifat manis, netral, serta masuk meridian limpa dan lambung. Berkhasiat memelihara lambung, memperkuat limpa, meningkatkan nafsu makan, dan *antineuritis*. Pati beras berkhasiat sebagai pelembut kulit, peluruh kencing, dan pendingin (Rustriningsih, 2007).

4. Kandungan Kimia

Biji mengandung karbohidrat, *dextrin*, *arabinoxylan*, *xylan*, *phytin*, *glutein*, enzim (*phytase*, *lypase*, *diastase*), dan vitamin B1 (Dalimartha, 2001 “dalam” Rustriningsih, 2007). Menurut Suhardjo (1986) “dalam” Hasanah (2007), kadar lemak dalam beras ketan tidak terlalu tinggi yaitu

rata-rata 0,7 % dan kandungan asam lemak yang terbanyak adalah asam *oleat*, asam *palmitat*, akan tetapi kandungan vitamin dan mineral beras ketan sangat rendah. Vitamin yang terkandung dalam beras ketan adalah *thiamin*, *riboflavin* dan *niacin*. Sedangkan nilai mineral yang terkandung dalam beras ketan adalah besi, kalsium, fosfor dan lain-lain.

Tabel 1. Komposisi Kimia Beras Ketan Putih dalam 100 gram Bahan

Komponen	Jumlah
Kalori (Kal)	362,00
Protein (gr)	6,70
Lemak (gr)	0,70
Karbohidrat (gr)	79,40
Kalsium (mg)	12,00
Besi (mg)	0,80
Vitamin B1 (mg)	0,16
Air (gr)	12,00

Sumber : Direktorat Gizi, 1981 “*dalam*” Haryadi, 2013

Dari komposisi kimiawinya diketahui bahwa karbohidrat penyusun utama beras ketan adalah pati. Ketan (*sticky rice*) baik yang putih maupun merah/hitam, sudah dikenal sejak dulu. Padi ketan memiliki kadar amilosa di bawah 1% pada pati berasnya. Patinya didominasi oleh amilopektin, sehingga jika ditanak sangat lengket. Kandungan karbohidrat beras ketan sangat tinggi dibanding protein, lemak dan vitamin. Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur dan lain-lain. Zat makanan utama yang terkandung dalam beras ketan adalah pati. Pati merupakan homopolimer glukosa dan ikatan glikosida (Haryadi, 2013).

B. Tanaman Singkong

Menurut Prihandana *dkk.* (2007), klasifikasi tanaman singkong sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae (tumbuh- tumbuhan)
Divisio	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub divisio	: Angiospermae (biji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Sub famili	: Manihotae
Genus	: Manihot
Species	: <i>Manihot esculenta</i> Crantz.

Manihot esculenta Crantz mempunyai nama lain *M. utilissima* dan *M. alpi*. Semua genus Manihot berasal dari Amerika Selatan. Brazil merupakan pusat asal dan sekaligus sebagai pusat keragaman singkong. Manihot mempunyai 100 spesies yang telah diklasifikasikan dan mayoritas ditemukan di daerah yang relatif kering. Tanaman singkong tumbuh di daerah antara 30⁰ lintang utara, yakni daerah dengan suhu rata-rata lebih dari 18⁰ C dengan curah hujan di atas 500 mm/tahun (Prihandana *dkk.*, 2007).

Tumbuhan singkong (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman pangan berupa perdu dengan nama lain ketela pohon, singkong, atau *cassava*. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India, serta China (Sefriana, 2012). Singkong masuk di Indonesia pada tahun 1852 melalui kebun Raya Bogor, dan kemudian tersebar keseluruh wilayah

Nusantara pada saat Indonesia dilanda kekurangan pangan, yaitu sekitar tahun 1914 - 1918 (Suprpti, 2002 “*dalam*” Pratiwi, 2013).

Ubi kayu merupakan tanaman yang berkayu arah tumbuhnya tegak. Daun tunggal atau majemuk, duduk tersebar atau berhadapan dengan daun-daun penumpu yang sering kali menyerupai kelenjar. Bunga hampir selalu berkelamin tunggal, berumah satu atau dua, dengan bentuk dan susunan yang beraneka rupa. Buahnya biasanya buah kendaga yang kalau masak pecah menjadi tiga bagian buah. Adapula yang berupa buah buni (Tjitrosoepomo, 2002 “*dalam*” Rahmawati, 2010).

Tabel dibawah ini merupakan daftar komposisi kimia dari singkong.

Tabel 2. Komposisi Kimia Singkong per 100 gram

Komposisi	Jumlah
Energi (kal)	146,0
Protein (g)	1,2
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	34,7
Kalsium (mg)	33,0
Fosfor (mg)	4,0
Besi (mg)	0,7
Vitamin A (SI)	0
Vitamin B1 (cg)	0,06
Vitamin B2 (mg)	0,02
Vitamin C (mg)	30,0
Air (%)	62,5

Sumber : Direktorat Gizi dan Makanan, 1996 ”*dalam*” Sefriana, 2012

Menurut Widiyaningrum (2009), kelebihan dari tanaman singkong pada pertanian kurang lebih adalah sebagai berikut :

1. Dapat tumbuh di lahan kering dan kurang subur.
2. Daya tahan terhadap penyakit relatif tinggi.
3. Masa panennya tidak diburu waktu
4. Dapat digunakan sebagai lumbung hidup

5. Daun dan umbinya dapat diolah menjadi aneka makanan, baik sebagai makanan pokok maupun sebagai makanan selingan.
6. Umbinya dapat diolah menjadi gula cair (*high fructose*) dan makanan ternak.
7. Dapat juga diolah menjadi bahan bakar etanol.

C. Fermentasi

Istilah fermentasi berasal dari bahasa latin *fervare* yang berarti mendidih. Istilah ini digunakan untuk menggambarkan aksi ragi dalam ekstrak buah atau biji-bijian yang menghasilkan gelembung-gelembung gas karbondioksida sebagai akibat proses katabolisme anaerob dari gula yang terdapat dalam ekstrak. Ahli biokimia mengartikan fermentasi sebagai suatu proses pembentukan energi melalui katabolisme senyawa organik. Sedangkan kalangan mikrobiologi industri mengartikan fermentasi sebagai proses pemanfaatan mikroba untuk menghasilkan produk (Sutriningsih, 2007). Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang pada hakekatnya telah lama dilakukan oleh nenek moyang kita secara tradisional dengan produk-produknya yang sudah biasa dimakan orang sampai sekarang, seperti tempe, oncom, tapai, dan lain-lain (Muhidin *dkk.*, 2001).

Teknologi fermentasi untuk pengawetan lebih mengutamakan penilaian daya simpan dan pemeliharaan daya guna bahan, sedangkan teknologi fermentasi produksi lebih mengutamakan efisiensi konversi substrat dengan produk yang diharapkan. Senyawa pengawet hasil fermentasi pada dasarnya ada tiga, yaitu alkohol, asam organik, dan gas/senyawa menguap. Ketiga

senyawa tersebut terutama adalah hasil fermentasi dengan substrat karbohidrat (grup gula) dan alkohol sebagai ciri utamanya. Oleh karena itu fermentasi karbohidrat sering juga disebut sebagai fermentasi alkohol atau fermentasi saja (Priyanto, 1988 “*dalam*” Widiyaningrum, 2009).

Menurut Buckle *dkk.* (1985) “*dalam*” Prakosa dan Santosa (2010) persiapan atau pengawetan bahan pangan dengan proses fermentasi tergantung pada produk oleh mikroorganisme tertentu, perubahan-perubahan kimia dan fisik yang mengubah rupa, bentuk (*body*) dan aroma dari pangan aslinya. Perubahan-perubahan ini dapat memperbaiki gizi dari produk dan umumnya menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Fermentasi timbul sebagai hasil metabolisme tipe anaerobik. Prinsip dasar fermentasi pangan berpati adalah degradasi komponen pati menjadi dekstrin dan gula, selanjutnya diubah menjadi alkohol atau asam sehingga menghasilkan makanan fermentasi berasa manis, alkoholik dan sedikit asam atau manis sedikit asam.

Pada proses fermentasi tape tidak diharapkan adanya udara. Fermentasi harus dilakukan dalam kondisi anaerob fakultatif. Pada proses fermentasi tape akan terjadi perombakan gula menjadi alkohol atau etanol, asam asetat, asam laktat dan aldehid (Amerine, *et al.*, 1972 “*dalam*” Simbolon (2008). Menurut Desrosier (1987) “*dalam*” Rahmawati (2010), ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses fermentasi, antara lain adalah sebagai berikut :

a) pH

Mikroba tertentu dapat tumbuh pada kisaran pH yang sesuai untuk pertumbuhannya.

b) Suhu

Suhu yang digunakan dalam fermentasi akan mempengaruhi mikroba yang berperan dalam proses fermentasi. Suhu optimal pada proses fermentasi yaitu 35°C dan 40°C .

c) Oksigen

Derajat an aerobiosis adalah merupakan faktor utama dalam pengendalian fermentasi. Bila tersedia O_2 dalam jumlah besar, maka produksi sel-sel khamir dipacu. Bila produksi alkohol yang dikehendaki, maka diperlukan suatu penyediaan O_2 yang sangat terbatas. Produk akhir dari suatu fermentasi sebagian dapat dikendalikan dengan tegangan O_2 substrat apabila faktor-faktor lainnya optimum.

d) Substrat

Mikroba memerlukan substrat yang mengandung nutrisi sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhannya.

D. Alkohol

Alkohol berasal dari bahasa Arab yakni *al-kuhl* (*al-kohl*), artinya senyawa yang mudah menguap. Bahan kimia organik ini adalah salah satu senyawa kimia tertua yang telah dikenal umat manusia. Alkohol berupa larutan jernih tak berwarna, beraroma khas yang dapat diterima, berfasa cair pada temperatur kamar, dan mudah terbakar. Alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus *hydroxyl* ($-\text{OH}$) dengan 2 atom karbon (C). Spesies alkohol yang banyak digunakan adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ yang disebut metil alkohol (*metanol*), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ yang diberi nama etil alkohol (*etanol*), dan

C_3H_7OH yang disebut *iso propil* alkohol (IPA) atau *propano-2*. Dalam dunia perdagangan yang disebut alkohol adalah etanol atau etil alkohol atau metil karbinol dengan rumus kimia C_2H_5OH (Prihandana *dkk.*, 2007). Berat jenisnya pada $15^\circ C$ adalah sebesar 0,7939 dan titik didihnya $78,32^\circ C$ pada tekanan 76 mmHg. Sifatnya yang lain adalah larut dalam air dan eter dan mempunyai panas pembakaran 328 Kkal (Judoamidjojo, 2002 “*dalam*” Sutriningsih, 2007).

Alkohol (khususnya etanol) dapat dibuat dari berbagai bahan hasil pertanian. Secara umum bahan-bahan tersebut dapat dibagi dalam tiga golongan yaitu (Hanum, Pohan, Rambe, Primadony, dan Ulyana, 2013):

1. Bahan yang mengandung turunan gula (molases, gula tebu, gula bit, sari buah anggur, dan sari buah lainnya).
2. Bahan-bahan yang mengandung pati biji-bijian, kentang, dan tapioka).
3. Bahan yang mengandung selulosa (kayu, dan beberapa limbah pertanian lainnya).

Selain dari ketiga jenis bahan tersebut diatas etanol juga dapat dibuat dari bahan bukan dari hasil pertanian tetapi dari bahan yang merupakan hasil proses lain. Sebagai contohnya adalah etilen. Bahan-bahan yang mengandung monosakarida langsung dapat difermentasi, akan tetapi disakarida, pati maupun karbohidrat kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang sederhana yaitu monosakarida (Budiyanto, 2002 “*dalam*” Hanum *dkk.*, 2013).

Dibawah ini merupakan tabel sifat fisika dan kimia dari alkohol.

Tabel 3. Sifat Kimia dan Fisika Alkohol

Sifat Kimia dan Fisika	Keterangan
Berat molekul	46
Kepadatan	0,791 gr/ml
Titik lebur	-117,3 °C
Titik didih	78,3 °C
Titik bakar	21 °C
Titik nyala	372 °C

Sumber : Soebagyo, 1980 “dalam” Haryadi, 2013

Menurut Haryadi (2013), proses pembuatan alkohol dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Cara sintesis yaitu dengan melakukan reaksi kimia elementer untuk mengubah bahan baku menjadi alkohol.
2. Cara fermentasi yaitu dengan menggunakan aktivitas mikroba. Mikroba yang berperan dalam pembuatan alkohol adalah ragi yaitu *Saccharomyces cerevisiae* (jenis utama) dan beberapa jenis lainnya seperti *Saccharomyces anamesis*. Pada proses pembuatan alkohol harus dalam keadaan pH rendah (susunan asam), maka biasanya ada penambahan asam selama proses yaitu dengan asam sulfat. Sedangkan suhu diperlukan berkisar antara 30-37 °C. Alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi adalah etanol.

Menurut Irianto (2006), setelah air, alkohol merupakan zat pelarut dan bahan dasar paling umum yang digunakan di laboratorium dan di dalam industri kimia. Aspek-aspek mikrobiologis dalam proses pembuatan etil alkohol dapat dirangkumkan sebagai berikut.

1. Substrat

Etil alkohol dapat dibuat dari karbohidrat apa saja yang dapat difermentasi oleh khamir. Apabila pati-patian seperti jagung dan

karbohidrat kompleks yang lain dipergunakan sebagai bahan mentah, maka pertama-tama bahan-bahan tersebut perlu dihidrolisis menjadi gula sederhana yang dapat difermentasikan. Beberapa bahan mentah umum yang digunakan sebagai substrat di seluruh dunia adalah jagung, tetes, bit gula, kentang, beras, dan buah anggur.

2. Organisme

Galur-galur terpilih *Saccharomyces cerevisiae* (biasanya digunakan untuk fermentasi lain). Kultur yang dipilih harus dapat tumbuh dengan baik dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap alkohol serta mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak.

E. Tapai

1. Istilah Tapai

Tapai (sering dieja sebagai tape) atau *uli* (bahasa Betawi) adalah salah satu makanan tradisional Indonesia yang dihasilkan dari proses peragian (fermentasi) bahan pangan berkarbohidrat atau sumber pati, seperti singkong atau ubi kayu dan beras ketan yang melibatkan ragi didalam proses pembuatannya (Wahyuni, 1991 “*dalam*” Prakosa dan Santosa, 2010).

Winarno (1984) “*dalam*” Haryadi (2013), mengungkapkan suatu bahan disebut tapai apabila bahan yang telah diragikan berubah menjadi lebih lunak, rasa manis keasam-asaman dan berbau alkohol. Hal ini disebabkan oleh kegiatan mikroba-mikroba tertentu yang dapat

menghasilkan enzim yang mampu merombak substrat menjadi gula dan alkohol.

Menurut Ganjar (2003) “dalam” Prakosa dan Santosa (2010), dalam proses fermentasi tapai, digunakan beberapa jenis mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oryzae*, *Endomycopsis burtonii*, *Mucor* sp., *Candida utilis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Pediococcus*. Tapi hasil fermentasi dari *S. cerevisiae* umumnya berbentuk semi-cair, berasa manis keasaman, mengandung alkohol, dan memiliki tekstur lengket. Umumnya, tapai diproduksi oleh industri kecil dan menengah sebagai hidangan pencuci mulut.

2. Proses Pembuatan Tapi

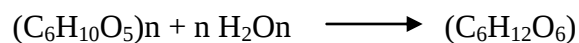
Proses pembuatan tapai dari tinjauan teknik kimia merupakan proses konversi karbohidrat (pati) yang terkandung dalam ketan hitam dan singkong menjadi gula kemudian berlanjut menjadi alkohol melalui proses biologi dan kimia (biokimia) berikut (Haryadi, 2013):

Hidrolisis Fermentasi

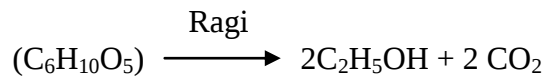
Pati $\longrightarrow$ Glukosa $\longrightarrow$ Alkohol

Proses hidrolisis melalui reaksi sebagai berikut :

Hidrolisis



Fermentasi oleh ragi, misalnya *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut (Haryadi, 2013):



a) Hidrolisis

Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti *dekstrin*, *isomaltosa*, *maltosa* dan *glukosa* (Purba, 2009 “dalam” Haryadi, 2013).

Reaksi hidrolisis dapat terjadi pada semua ikatan yang menghubungkan monomer yang satu dengan yang lainnya sehingga diperoleh produk berupa *glukosa*. Secara umum proses hidrolisis terdiri dari beberapa tahap, yaitu (Purba, 2009 “dalam” Haryadi, 2013):

(1) *Gelatinisasi*

Gelatinisasi, yaitu memecah pati yang berbentuk *granular* menjadi suspensi yang viscous. *Granular* pati dibuat membengkak akibat peningkatan volume oleh air dan tidak dapat kembali lagi ke kondisi semula. Perubahan inilah yang disebut *gelatinisasi*. Suhu pada saat *granular* pecah disebut suhu *gelatiniasi* yang dapat dilakukan dengan adanya panas.

(2) *Liquifikasi*

Tahap liquifikasi secara enzimatik merupakan proses *hidrolisa* pati menjadi *dekstrin* oleh enzim pada suhu diatas suhu

gelatinisasi dan pH optimum aktivitas enzim, selama waktu yang telah ditentukan untuk setiap jenis enzim. Proses *liquifikasi* selesai ditandai dengan parameter dimana larutan menjadi lebih encer seperti sup.

(3) Sakarifikasi

Tahap *sakarifikasi* adalah tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana dengan penambahan enzim *glukoamilase*. Pada tahap ini *dekstrin* diubah menjadi *glukosa*.

b) Fermentasi Gula Menjadi Alkohol

Enzim yang mampu memecah *glukosa* menjadi alkohol dan CO₂ enzim komplek yang disebut *zimase* yang dihasilkan oleh genus *Saccharomyces*. Proses ini terus berlangsung dan akan terhenti jika kadar etanol sudah meningkat sampai tidak dapat diterima lagi oleh sel-sel khamir. Tingginya kandungan alkohol akan menghambat pertumbuhan khamir dan hanya mikroba yang toleran terhadap alkohol yang dapat tumbuh (Haryadi, 2013).

c) Pembentukan Asam

Apabila proses fermentasi tapai terus berlanjut maka terbentuk asam asetat karena adanya bakteri *Acetobacter* yang sering terdapat pada ragi yang bersifat *oksidatif*. *Metanol* yang dihasilkan dari penguraian *glukosa* akan dipecah oleh *Acetobacter* menjadi asam asetat, asam *piruvat*, dan asam *laktat*. Asam *piruvat* adalah produk antara yang terbentuk pada hidrolisis gula menjadi etanol. Asam *piruvat* dapat diubah menjadi etanol dan asam *laktat* (Haryadi, 2013).

d) Pembentukan Ester

Alkohol yang dihasilkan dari penguraian *glukosa* oleh khamir akan dipecah menjadi asam *asetat* pada kondisi *aerobik*. Pada proses fermentasi lanjut, asam-asam organik yang terbentuk seperti asam *asetat* akan bereaksi dengan etanol membentuk suatu *ester aromatik* sehingga tapai memiliki rasa yang khas (Haryadi, 2013).

3. Ragi Tapai

Pemilihan mikroorganisme didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Pemilihan tersebut bertujuan agar didapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi, mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah yang banyak dan tahan terhadap alkohol tersebut (Riswan, 2009 “dalam” Raudah dan Ernawati, 2012). Mikroorganisme ini menghasilkan enzim *zimase* dan *invertase*. Enzim *zimase* berfungsi sebagai pemecah *sukrosa* menjadi *monosakarida* (*glukosa* dan *fruktosa*). Enzim *invertase* selanjutnya mengubah *glukosa* menjadi etanol (Judoamidjojo, *et al.*, 1992 “dalam” Simbolon, 2008).

Saccharomyces cerevisiae mempunyai bentuk sel bundar dan berkembang biak secara vegetatif. dengan membentuk tunas dan membentuk spora aseksual. Ragi merupakan jasad renik sejenis jamur yang berkembang biak dengan sangat cepat dan menghasilkan fermentasi yang mampu mengubah pati dan gula menjadi karbondioksida dan alkohol (Ridwansyah, 2003 “dalam” Raudah dan Ernawati, 2012).

Mikroorganisme yang umumnya digunakan dalam proses produksi bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan mikroorganisme lain yang dapat memproduksi bioetanol. Kelebihan tersebut antara lain lebih mudah beradaptasi dengan lingkungan, lebih tahan terhadap kadar alkohol tinggi, dan lebih mudah didapat (Azizah, Al-Baarri, dan Mulyani, 2012).

Starter yang digunakan untuk produksi tapai disebut ragi, yang umumnya berbentuk bulat pipih dengan diameter 4 – 6 cm dan ketebalan 0,5 cm. Tidak diperlukan peralatan khusus untuk produksi ragi, tetapi formulasi bahan yang digunakan pada umumnya tetap menjadi rahasia setiap pengusaha ragi (Hidayat *dkk.*, 2006).

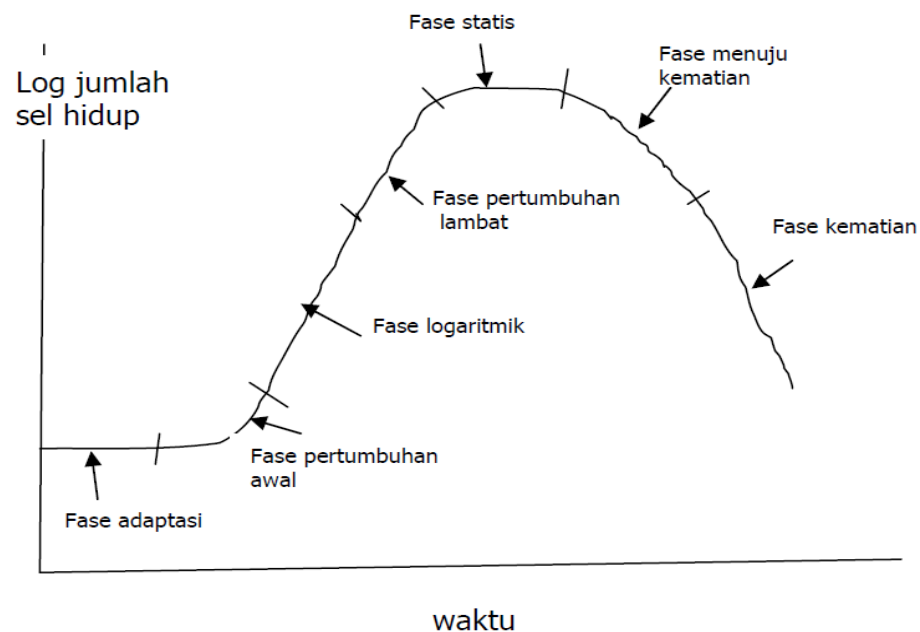
Secara tradisional bahan-bahan seperti laos, bawang putih, tebu kuning atau gula pasir, ubi kayu, jeruk nipis dicampur dengan tepung beras, lalu ditambah sedikit air sampai terbentuk adonan. Adonan ini kemudian didiamkan dalam suhu kamar selama 3 hari dalam keadaan terbuka, sehingga ditumbuhi khamir dan kapang secara alami. Setelah itu adonan yang telah ditumbuhi mikroba diperas untuk mengurangi airnya, dan dibuat bulatan-bulatan lalu dikeringkan (Muhidin *dkk.*, 2001).

Ragi dipanen setelah 2-5 hari, tergantung dari suhu dan kelembaban. Produk akhir akan berbentuk pipih kering dan dapat disimpan dalam waktu lama. Tidak ada faktor lingkungan yang dikendalikan. Mikroorganisme yang diharapkan maupun kontaminan dapat tumbuh bersama-sama. Pada lingkungan pabrik ragi, *mikroflora* yang ada telah didominasi mikrobial ragi. Namun demikian pada ragi yang dibuat pada

musim hujan akan dapat dijumpai *Mucor* sp. dan *Rhizopus* sp. dalam jumlah yang lebih banyak dan membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama (Hidayat dkk., 2006).

Ragi adalah bibit khamir yang digunakan untuk membuat tapai. Agar pembuatan tapai berhasil dengan baik alat-alat dan bahan-bahan harus bersih, terutama dari lemak atau minyak. Alat-alat yang berminyak jika digunakan untuk mengolah pembuatan tapai bisa menyebabkan kegagalan fermentasi. Air juga harus bersih. Menggunakan air hujan juga bisa menyebabkan gagal fermentasi (Prakosa dan Santosa, 2010).

Pertumbuhan ragi dibagi menjadi empat fase, yaitu : fase lambat (*lag phase*), fase logiritmik (*log phase*), fase tetap (*stationer phase*), dan fase kematian (*death phase*), keempat fase ini terdapat pada Gambar 1 di bawah ini (Sefriana, 2012).



Gambar 1. Grafik Pertumbuhan Mikroba pada Kultur (Suprihatin, 2010) “dalam” (Muhammad, 2014).

a) Fase Lambat (*lag phase*)

Fase ini bergantung pada perubahan lingkungan terutama dari perubahan kandungan nutrisi. Selama fase ini, sel-sel berkembang namun tidak terjadi pembelahan sel atau perubahan jumlah sel.

b) Fase Cepat (*log phase*)

Pada fase ini terjadi pembelahan sel dan populasi berlipat ganda setiap waktu generasi. Sel akan tumbuh dan membelah diri secara *eksponensial* hingga jumlah maksimum. Jumlah sel yang terbentuk pada fase ini dipengaruhi beberapa faktor, antara lain kandungan sumber nutrisi, temperatur, kadar oksigen, cahaya dan keberadaan mikroorganisme lain (Sefriana, 2012). Selama fase eksponensial mikroba menghasilkan produk esensial untuk pertumbuhan sel seperti asam-asam amino, protein, karbohidrat, lemak dan sebagainya.

c) Fase Stasioner (*stationary phase*)

Pada fase ini, laju pembelahan sel sebanding dengan laju kematian sel sehingga jumlah sel hidup tetap konstan. Fase ini terjadi akibat pengurangan sumber-sumber nutrisi atau penimbunan zat racun akhir metabolisme.

d) Fase Kematian (*death phase*)

Pada fase ini nutrisi yang tersedia telah habis dan terjadi peningkatan produk yang toksik, sehingga sel mengalami lisis total. Kematian mulai terjadi dan populasi sel menurun dengan laju

eksponensial (Stanbury dan Whitaker, 1987 “dalam” Sutriningsih (2007).

F. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai pendukung dalam penelitian ini, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Rahmah (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “*Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dari Tape Singkong (Manihot esculenta Crantz.*” menyatakan bahwa kadar etanol optimum diperoleh pada hari ke-3 dengan penambahan ekstrak daun katuk 100 ml sebesar 6,154% (v/v) dan kadar etanol terendah pada hari ke-1 dengan penambahan ekstrak daun katuk 75 ml sebesar 1,657%.
2. Santosa dan Prakosa (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “*Karakteristik Tape Buah Sukun Hasil Fermentasi Penggunaan Konsentrasi Ragi yang Berbeda*” menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi, dihasilkan tape dengan karakteristik kadar air dan kadar asam tape meningkat (pH lebih rendah), tekstur sangat lunak, rasanya menjadi asam dengan aroma yang sangat tajam dan alkoholik.
3. Martono dan Sutanto (2005) dalam penelitiannya yang berjudul “*Studi Kandungan Etanol dalam Tapai Hasil Fermentasi Beras Ketan Hitam Dan Putih*” menyatakan bahwa kandungan etanol dalam hasil fermentasi ketan putih dengan pembungkus daun, kaca dan plastik berturut-turut adalah 0,0751 %; 0,0599 % dan 0,0338 % sedangkan kandungan etanol dalam

hasil fermentasi beras ketan hitam dengan pembungkus daun, kaca dan plastik berturut-turut adalah 0,0407 %; 0,0403 % dan 0,0388 %.

4. Yulianti (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “*Uji Beda Kadar Alkohol Pada Tape Beras, Ketan Hitam dan Singkong*” menyatakan bahwa jenis bahan fermentasi dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kadar alkohol. Kadar alkohol (setelah fermentasi hari ke-6) pada tape beras paling tinggi (11,00%), dibanding tape ketan hitam (8,94%) dan singkong (6,92%).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang yang berlangsung pada bulan Agustus 2015.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah erlenmeyer, mortar dan alu, spatula, neraca ohaus, daun pisang, *magic com*/pemasak, baskom, pisau, sendok, gelas ukur, gelas beker, alat titrasi (*stip* dan *biuret*), dan pipet tetes .

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beras ketan putih, singkong, ragi, larutan indikator *fenolftalein* 1 % dan larutan NaOH 0,1 N, aquades, air.

C. Metodologi Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen dan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial terdiri dari dua faktor, yaitu:

Faktor 1 Jenis bahan tapai (T) : tapai ketan putih (Tk) dan tapai singkong (Ts).

Faktor 2 Dosis ragi (D) : 0,5 %, 1 % dan 1,5 % (Raudah dan Ernawati, 2012). Menurut Desrosier (1988) “dalam” Retno dan Nuri (2011), volume starter yang terlalu sedikit akan mengakibatkan produktivitas menurun karena menjadi lelah dan keadaan ini memperbesar terjadinya kontaminasi. Peningkatan volume starter akan mempercepat terjadinya fermentasi terutama bila digunakan substrat berkadar tinggi. Tetapi jika volume starter berlebihan akan mengakibatkan hilangnya kemampuan bakteri untuk hidup sehingga tingkat kematian bakteri sangat tinggi.

Kombinasi perlakuan adalah $(T_c) = 2 \times 3 = 6$, dengan jumlah ulangan minimum perlakuan (n) adalah (Simbolon, 2008) :

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

$$6 (n - 1) \geq 15$$

$$6 n \geq 15 + 6$$

$$6 n \geq 21$$

$$n \geq 3,5 \dots \dots \dots \text{dibulatkan menjadi } 4$$

Untuk memperoleh ketelitian dilakukan ulangan sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Pengambilan sampel dilakukan setelah tiga hari fermentasi

Tabel 4. Kombinasi Petak Percobaan (24 percobaan)

Perlakuan Ulangan	Tapai Ketan Putih (Tk)			Tapai Singkong (Ts)		
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₁	D ₂	D ₃
1	TkD ₁₁	TkD ₂₁	TkD ₃₁	TsD ₁₁	TsD ₂₁	TsD ₃₁
2	TkD ₁₂	TkD ₂₂	TkD ₃₂	TsD ₁₂	TsD ₂₂	TsD ₃₂
3	TkD ₁₃	TkD ₂₃	TK D ₃₃	TsD ₁₃	TsD ₂₃	TsD ₃₃
4	TkD ₁₄	TkD ₂₄	TKD ₃₄	TsD ₁₄	TsD ₂₄	TsD ₃₄

D. Cara Kerja

Menurut Hidayat *dkk.*, (2013) seleksi bahan baku merupakan hal yang penting dalam pembuatan tapai, baik untuk tapai ketan maupun tapai singkong. Ketan yang digunakan tidak boleh terkontaminasi oleh beras biasa karena komposisi kimianya berbeda dan akan berpengaruh pada produk akhir, terutama pada derajat kemanisan dan jumlah cairan tapai.

1. Pembuatan Tapai Ketan Putih

- a) Ketan putih sebanyak 0,5 kg dibersihkan/dicuci
- b) Kemudian dimasak dengan panci atau bisa menggunakan *magic com*
- c) Setelah masak kemudian didinginkan di wadah.
- d) Kemudian timbang ketan putih dibagi menjadi 3 bagian masing-masing seberat 100 g untuk 3 perlakuan ragi
- e) Selanjutnya taburkan serbuk ragi masing-masing sebanyak 0,5%, 1 %, dan 1,5% b/b selanjutnya diaduk sampai rata. Langkah selanjutnya dimasukkan kedalam wadah yaitu dari daun pisang ditutup rapat.

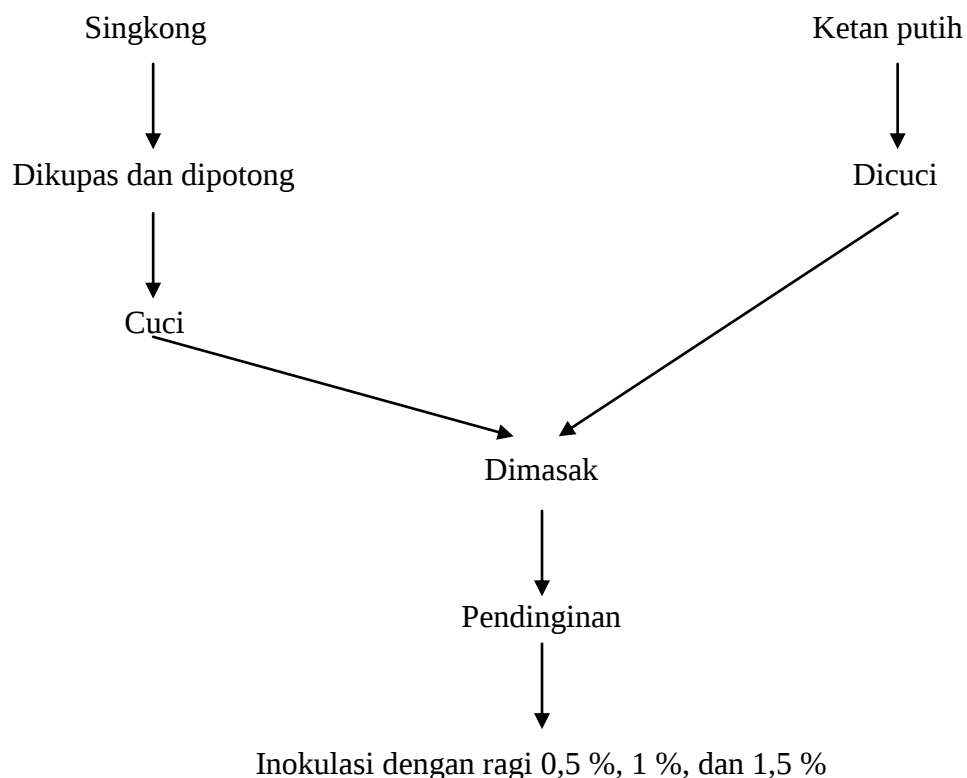
Menurut Sutanto dan Martono (2005), wadah dari daun pisang akan memberikan suasana yang lebih cocok bagi mikrobia fermentator untuk berperan aktif dalam proses fermentasi karbohidrat menjadi etanol. Disamping itu dengan pembungkus daun pisang yang relatif tidak begitu rapat dibanding pembungkus plastik dan gelas lebih memungkinkan bagi mikrobia untuk berperan maksimal dalam proses pengubahan etanol.

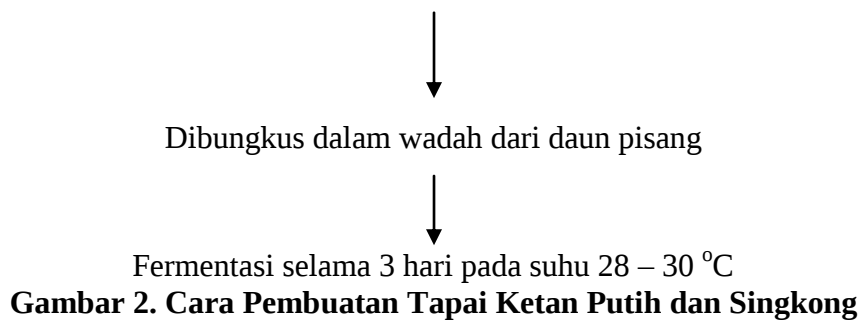
- f) Difermentasi selama 3 hari pada suhu kamar (28 – 30 °C)

2. Pembuatan Tapai Singkong

- a) Singkong sebanyak 0,5 kg dibersihkan/dicuci
- b) Kemudian dimasak/direbus dengan panci atau bisa menggunakan *magic com*
- c) Setelah masak kemudian didinginkan di wadah.
- d) Kemudian timbang singkong dibagi menjadi 3 bagian masing-masing seberat 100 g untuk 3 perlakuan ragi
- e) Selanjutnya taburkan serbuk ragi masing-masing sebanyak 0,5%, 1 %, dan 1,5% b/b selanjutnya diaduk sampai rata. Langkah selanjutnya dimasukkan kedalam wadah yaitu dari daun pisang ditutup rapat.
- f) Difermentasi selama 3 hari pada suhu kamar (28 – 30 °C)

Cara fermentasi tapai ketan putih dan singkong akan dijelaskan dengan singkat dalam skema dibawah ini.





3. Penghitungan Kadar Etanol

Pengambilan data dilakukan setelah tiga hari dari fermentasi ketan putih dan singkong. Menurut Sari *et al.* (2008) “dalam “ Azizah dkk. (2012), menyatakan bahwa lama fermentasi yang paling optimal untuk proses pembuatan bioetanol adalah 3 hari. Jika fermentasi dilakukan lebih dari 3 hari, justru kadar alkoholnya dapat berkurang. Berkurangnya kadar alkohol disebabkan karena alkohol telah dikonversi menjadi senyawa lain, misalnya ester.

Sebelum pengambilan data ini, menyiapkan larutan indikator *phenolphtalien* 1 % dan larutan NaOH 0,1 M. Massa bahan ditimbang sebanyak 10 gram, dimasukkan dalam erlenmeyer ditambah larutan pp 3 tetes dan aquades 50 cc. Setelah diaduk dititrasi dengan larutan NaOH sampai larutan tapai berubah warna menjadi merah muda. Setelah berubah warna titrasi dihentikan kemudian dilihat volume larutan NaOH yang digunakan yang selanjutnya jumlah tersebut digunakan untuk menghitung kasar kadar alkohol yang terkandung dalam tapai. Selanjutnya data-data yang diperoleh dimasukkan dalam pengamatan, kemudian dihitung besarnya kadar alkohol dalam tapai dengan rumus (Yulianti, 2014):

$$\text{Kadar Alkohol (\%)} = \frac{a \times M \times Mr_{C_2H_5OH} \times \text{pengenceran}}{\text{berat contoh} \times 100} \times 100\%$$

Keterangan: a = rata-rata hasil titrasi (ml)
M = molaritas NaOH (0,1N)
Mr = masaa relatif $C_2H_5OH = 46$

4. Analisa Data

a) *Analysis of Variances* (ANOVA)

Data yang diperoleh dianalisa dengan ANOVA (*Analysis of Variances*) dengan Rancangan Acak Lengkap dua jalur. Bila dari hasil analisis dengan ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan tersebut, maka dilanjutkan dengan uji BJND (Widiyaningrum, 2009).

Rumus dan langkah-langkah analisis statistik uji ANOVA dua jalur (Widiyaningrum, 2009).

a. Faktor Koreksi = $\frac{(\sum x_{tot})^2}{N}$

b. Menghitung Jumlah Kuadrat Total

$$JKT = \sum x^2_{tot} - FK$$

c. Menghitung Jumlah Kuadrat Kolom

$$JK(\text{kolom}) = \sum \frac{(\sum X_{kol})^2}{rn} - FK$$

d. Menghitung Jumlah Kuadrat Baris

$$JKB = \sum \frac{(\sum X_{baris})^2}{rm} - FK$$

e. Menghitung Jumlah Kuadrat Interaksi

$$JK(\text{inter}) = JK(\text{bag}) - (JK_{\text{kolom}} + Jk_{\text{baris}})$$

$$JK(\text{bagian}) = \sum \frac{(\sum X_{\text{bag}1})^2}{r} + \frac{(\sum X_{\text{bag}2})^2}{r} + \dots + \frac{(\sum X_{\text{bag}n})^2}{r} - FK$$

f. Menghitung jumlah kuadrat tengah galat

$$JKT(\text{galat}) = JK(\text{tot}) - (Jk \text{ kolom} + Jk \text{ baris} + Jk \text{ interaksi})$$

Keterangan: N = jumlah seluruh data percobaan

r = jumlah ulangan

m = jumlah perlakuan T

n = jumlah perlakuan D

Hasil dari perhitungan tersebut disajikan ke dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 5. ANOVA Dua Jalur

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel 1%
Antar kolom	$V_k = K - 1$	$\sum \frac{(\sum X_{kol})^2}{rm} - FK$	$\frac{KK}{V_k}$	$\frac{KTK}{E}$	F (V _k , V _g)
Antar Baris	$V_b = B - 1$	$\sum \frac{(\sum X_{baris})^2}{rm} - FK$	$\frac{KB}{V_b}$	$\frac{KTB}{E}$	F (V _b , V _g)
Interaksi (kolom x baris)	$V_i = db_k \times db_b$	$JK(\text{bag}) - (JKK + JKB)$	$\frac{KI}{V_i}$	$\frac{KTI}{E}$	F (V _i , V _g)
Galat	$V_g = N - k.b$	$JKT - (JKK + JKB + JKI)$	$\frac{JG}{V_g} = E$		
Total	$V_t = N - 1$	JKT			

Sumber : Widiyaningrum (2009)

Untuk menentukan kadar alkohol diantara perlakuan dilakukan dengan menggunakan uji F, yaitu dengan membandingkan F hitung dengan F tabel dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bila F hitung > F 1% maka H₁ diterima pada taraf uji 1% artinya berbeda sangat nyata. Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan dua bintang (**) pada nilai F hitung.
2. Bila F hitung ≤ F 1% maka H₀ diterima pada taraf uji 1% artinya tidak berbeda nyata. Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan tanda (^m) pada nilai F hitung.

b) Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND)

Jika H_0 ditolak, maka selanjutnya dilakukan Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND). Prosedur uji beda jarak nyata duncan (BJND) ini adalah (Hanafiah, 2012).

- (1) Menyusun rata-rata data perlakuan menurut rangkingnya dari yang terkecil sampai terbesar

No	Perlakuan	Rerata (%)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

- (2) Menghitung standar eror

Tentukan nilai KTG, DBG (Vg) dan ulangan (r). Adapun rumus mencari standar eror ($S\bar{y}$) sebagai berikut:

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

- (3) Mencari angka RP (p,v) pada tabel Duncan

P	2	3	4	5	6
RP 1%					

- (4) Mencari SSD/BJND = RP $\times$ $S\bar{y}$

P	2	3	4	5	6
RP 1%					
SSD					

- (5) Menentukan nilai BJND pada taraf 1%

$$\begin{aligned} \text{BJND}_{0,01} &= t_{\alpha} (Vg) \cdot S\bar{d} \\ &= t_{0,01} (18) \cdot S\bar{d} \end{aligned}$$

$$S\bar{d} = \sqrt{\frac{2.KTG}{r}}$$

- (6) Memasukkan hasil perhitungan kedalam tabel ringkasan berikut.

Tabel 6. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND)

No	Perlakuan (t)	Rata- rata	Beda riel pada jarak P						BJND 0,01
			2	3	4	5	6		
1.			-						
2.			$t_2 - t_1$	-					
3.			$t_3 - t_2$	$t_2 + t_3$	-				
4.			$t_4 - t_3$	$t_3 + t_4$	$P_3t_3 + P_2t_4$	-			
5.			$t_5 - t_4$	$t_4 + t_5$	$P_3t_4 + P_2t_5$	$P_4t_4 + P_2t_5$	+	-	
6.			$t_6 - t_5$	$t_5 + t_6$	$P_3t_5 + P_2t_6$	$P_4t_5 + P_2t_6$	+	$P_5t_5 + P_2t_6$	+
P 0,01 (p, 18)									
BJND 0,01 (p, 18)									

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

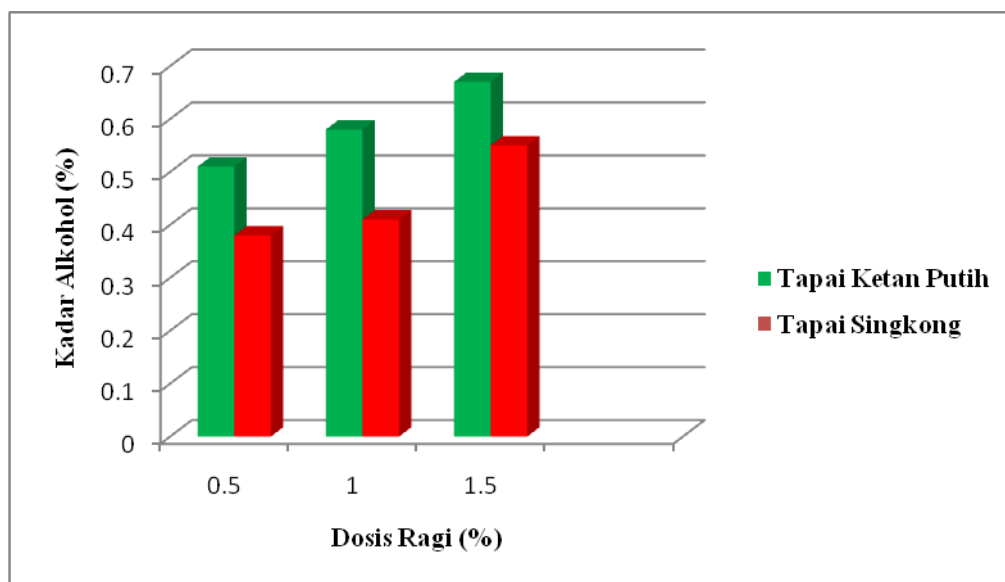
Penelitian uji kadar alkohol pada tapai ketan putih dan singkong ini dilakukan dengan menggunakan dosis ragi yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dosis ragi (0,5%, 1%, dan 1,5%) yang diberikan pada fermentasi tapai ketan putih dan singkong menghasilkan kadar alkohol yang berbeda. Adapun hasil penentuan kadar alkohol dalam setiap 100 gram beras ketan putih dan singkong dapat dilihat pada tabel 6 berikut :

Tabel 7. Kadar Alkohol (%) pada Tapai Ketan Putih dan Singkong

Jenis Bahan Dosis Ragi (%)	Tapai Ketan Putih (%)	Tapai Singkong (%)
0,5	0,51	0,38
1	0,58	0,41
1,5	0,67	0,55

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa kadar alkohol yang dihasilkan dari fermentasi tapai ketan putih yang paling tinggi yaitu pada pemberian dosis ragi 1,5%, kemudian diikuti dosis ragi 1% dan yang yang paling rendah adalah pada pemberian dosis ragi 0,5%. Adapun pada tapai singkong yang paling tinggi sebagaimana pada tapai ketan putih yaitu diperoleh pada pemberian dosis ragi 1,5%, kemudian diikuti dosis ragi 1% dan yang yang paling rendah adalah pada pemberian dosis ragi 0,5%.

Adapun hubungan pemberian dosis ragi yang berbeda terhadap kadar alkohol pada tapai ketan putih dan singkong dapat dilihat pada grafik berikut:



Grafiik 1. Grafik Hubungan Pemberian Dosis Ragi yang Berebeda Terhadap Kadar Alkohol dalam Tapai Ketan Putih dan Singkong

Berdasarkan grafik 1 diketahui bahwa jenis bahan yang menghasilkan kadar alkohol paling tinggi adalah tapai ketan putih dibandingkan dengan tapai singkong.

Selanjutnya dilakukan penghitungan analisis variansi pola RAL dua jalur dengan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan (Lampiran 3). Adapun hasil anlaisis tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Analisis Variansi RAL 2 Jalur

Sumber Variasi	Db	JK	KT	Fh	Ftab 1%
Antar kolom	$3 - 1 = 2$	0,114	0,057	40,71**	6,01
Antar Baris	$2 - 1 = 1$	0,115	0,115	82,14**	8,29
Interaksi (kolom x baris)	$2 \times 1 = 2$	0,004	0,002	1,43 ^{TN}	6,01
Galat	$(24 - (3 \times 2)) = 18$	0,025	0,0014		
Total	$24 - 1 = 23$				

Keterangan : ** = sangat nyata ($F_{hitung} > F_{tabel\ 1\%}$)
^{TN} = tidak nyata ($F_{hitung} < F_{tabel\ 1\%}$)

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

1. Untuk kolom (variasi dosis ragi) harga F tabel dicari dengan berdasarkan db antar kolom = 2, dan db galat = 18, F (2, 18). Berdasarkan db (2-18), maka harga F tabel 6,01 untuk 1%. Harga F hitung 40,71 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata antar kolom.
2. Untuk baris (jenis bahan) harga F tabel dicari dengan berdasarkan db antar baris = 1, dan db galat = 18, F (1, 18). Berdasarkan db (1-18), maka harga F tabel 8,29 untuk 1%. Harga F hitung 82,14 ternyata lebih besar daripada F tabel. Maka berarti terdapat perbedaan yang sangat nyata antar baris.
3. Untuk interaksi (kolom x baris), harga F tabel dicari berdasarkan db interaksi = 2, dan db galat = 18, F (1, 18).). Berdasarkan db (2-18), maka harga F tabel 6,01 untuk 1%. Harga F hitung 1,43 ternyata lebih kecil daripada F tabel. Maka berarti tidak terdapat perbedaan yang nyata antar interaksi.

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) pada taraf 1% seperti pada tabel 8 berikut:

Tabel 9. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND) Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong dengan Dosis Ragi yang Berbeda

Perlakuan (t)	Rata-rata	Beda riil pada jarak P					BJND
		2	3	4	5	6	0,01
TsD ₁	0,380	-					A
TsD ₂	0,405	0,025	-				AB
TkD ₁	0,513	0,108	0,133	-			BC
TsD ₃	0,553	0,040	0,148	0,173	-		CD
TkD ₂	0,575	0,022	0,062	0,170	0,195	-	CDE
TkD ₃	0,665	0,090	0,112	0,152	0,26	0,285	DEF

P _{0,01 (p, 18)}	4,07	4,27	4,38	4,46	4,55
BJND _{0,01 (p, 18)}	0,073	0,077	0,079	0,080	0,082

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa setelah dilakukan fermentasi tapai ketan putih dan singkong dengan menggunakan ragi ternyata dapat menghasilkan alkohol. Alkohol tersebut dapat dihasilkan karena bahan yang dicampur dengan ragi, di dalam ragi terdapat khamir yaitu *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan dalam merombak pati yang terkandung dalam ketan putih menjadi alkohol. Menurut Buckle (1987) “dalam” Rustriningsih (2007), khamir sejak dulu berperan dalam fermentasi yang bersifat alkohol dimana produk utama dari metabolismenya adalah etanol. *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis yang utama yang berperan dalam produksi minuman beralkohol seperti bir dan anggur dan juga digunakan untuk fermentasi adonan dalam perusahaan roti.

Pemberian dosis ragi yang berbeda pada proses fermentasi tapai ketan putih menghasilkan kadar alkohol yang berbeda pula. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh dosis ragi yang digunakan pada saat proses fermentasi terhadap kadar alkohol pada tapai. Dari hasil perhitungan kadar alkohol pada tapai ketan putih (Lampiran 1) terlihat bahwa kadar alkohol yang paling tinggi diperoleh pada pemberian dosis ragi 1,5% sebesar 0,67%, kemudian diikuti dosis ragi 1% sebesar 0,58% dan yang yang paling rendah adalah pada pemberian dosis ragi 0,5% sebesar 0,51%. Dilihat dari hasil penelitian yang menggunakan 3 dosis ragi yang berbeda bahwa semakin tinggi dosis ragi yang diberikan maka semakin tinggi kadar alkohol yang dihasilkan. Hal ini

disebabkan dengan pemberian dosis ragi yang semakin banyak berarti memiliki khamir yang semakin banyak pula. Khamir inilah yang berperan aktif dalam proses fermentasi dengan merombak glukosa menjadi alkohol. Walaupun hasil penelitian menyatakan demikian, namun jika dosis ragi yang diberikan berlebihan atau melewati dosis ragi yang sesuai untuk pertumbuhan mikroba maka khamir yang banyak akan kekurangan ketersediaan substrat. Akibatnya akan lebih banyak khamir yang mati daripada khamir yang bertahan hidup. Substrat sangat berpengaruh terhadap kadar alkohol yang dihasilkan karena apabila konsentrasi substrat berkurang maka aktifitas kerja mikroba yaitu *Saccharomyces cerevisiae* yang dihasilkan oleh ragi akan terhambat dan kadar alkohol yang dihasilkanpun akan berkurang sebaliknya apabila substrat habis maka aktifitas mikroba akan terhenti dan kadar alkohol yang dihasilkan terhenti pula atau tidak ada.

Menurut Maretni (2006) “dalam” Asngad dan Suparti (2009), proses fermentasi alkohol hanya dapat terjadi apabila terdapat sel-sel khamir. Cepat lambatnya khamir juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah formulasi media yang digunakan sebagai proses pengembangbiakan, inokulum, tahapan fermentasi dan ketersediaan substrat cukup.

Berdasarkan perbedaan dosis ragi yang menghasilkan kadar alkohol berbeda pula hal ini juga disebabkan mikroorganisme memiliki fase pertumbuhan yaitu pada dosis ragi 0,5% dan 1% merupakan fasa lag dan fase pertumbuhan awal, dimana pada waktu tersebut mikroorganisme masih menyesuaikan diri dengan medium pertumbuhan yang baru sehingga sedikit enzim *amilase* yang dihasilkan dan kadar alkohol yang dihasilkan pula sedikit.

Menurut Rustriningsih (2007), fase ini terjadi bila mikroba dipindahkan ke dalam media kultur yang baru. Dalam kondisi ini mikroba menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya dan tidak terjadi penambahan jumlah sel. Selanjutnya pada dosis ragi 1,5% terjadi peningkatan yang besar, pada dosis ini pertumbuhan memasuki fase eksponensial/eksponensial, sehingga jumlah mikroorganisme yang dihasilkan meningkat sangat banyak dan aktivitas *amilase* yang dihasilkan meningkat sehingga kadar alkohol yang dihasilkan juga meningkat. Menurut Rustriningsih (2007), pada fase ini pertumbuhan sel merupakan pertumbuhan maksimum. Selama fase eksponensial mikroba menghasilkan produk esensial untuk pertumbuhan sel seperti asam-asam amino, protein, karbohidrat, lemak dan sebagainya.

Dalam penelitian ini dengan variasi 3 dosis ragi yang digunakan ternyata hanya diketahui pertumbuhan khamir sampai pada fase logaritmik. Menurut Prescott and Dunn (1959) “dalam” Retno dan Nuri (2011), penambahan volume starter yang sesuai pada proses fermentasi adalah 5% dari volume fermentasi. Kemungkinan jika dosis ragi ditambah lebih dari 5% maka fase pertumbuhan khamir selanjutnya akan berlangsung yaitu fase stasioner dan fase kematian. Hal ini bisa disebabkan karena kurangnya faktor ketersediaan substrat bagi khamir jika jumlah khamir yang diberikan berlebih, menurut Retno dan Nuri (2011), hal ini disebabkan *Saccharomyces cerevisiae* yang ada lebih banyak dibanding nutrisi yang tersedia, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* lebih banyak menggunakan nutrisi tersebut untuk bertahan hidup dari pada merombak gula menjadi alkohol.

Setelah dilakukan fermentasi pada ketan putih, ketan putih akan berubah struktur menjadi lebih lunak (Lampiran 4 Gambar 8), terdapat cairan dimana alkohol bercampur dengan cairan tersebut dan tapai ini memiliki bau yang menyengat yaitu bau dari alkohol yang dihasilkan.

Adapun hasil penghitungan kadar alkohol dari fermentasi tapai singkong dengan dosis ragi yang berbeda juga menunjukkan perbedaan kadar alkohol yang berbeda pula (Lampiran 2). Dimana kadar alkohol yang tertinggi diperoleh pada dosis ragi 1,5% dihasilkan kadar alkohol sebesar 0,55%, kemudian diikuti dosis ragi 1% dihasilkan kadar alkohol sebesar 0,41%, dan yang paling rendah adalah dosis ragi 0,5% dihasilkan kadar alkohol sebesar 38%. Sama halnya dengan tapai ketan putih, jika dilihat dari variasi dosis ragi yang diberikan bahwa dosis ragi yang paling tinggi akan menghasilkan kadar alkohol yang tinggi pula. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin banyak dosis ragi yang diberikan maka kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi. Didukung dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Simbolon (2008) yang berjudul “Pengaruh Persentase Ragi Tape dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Tape Ubi Jalar” menyatakan bahwa semakin besar persentase ragi tape, maka kadar alkohol, organoleptik (warna, aroma, tekstur) semakin meningkat, *total soluble solid*, PH, organoleptik rasa semakin menurun. Menurut Setyohadi (2006) “dalam” Simbolon (2008), semakin tinggi jumlah ragi tape, maka banyak khamir (*Saccharomyces cereviceae*) dan bakteri (*Acetobacter aceti*) di dalam tape ubi jalar yang dibuat, enzim-enzim amilase yang dihasilkan oleh khamir akan semakin banyak. Enzim-enzim *amilase* ini

dapat merombak pati menjadi glukosa. Glukosa tersebut akan diubah menjadi alkohol, sehingga jumlah alkohol dalam tape ubi jalar akan semakin tinggi.

Menurut Widiyaningrum (2009), tinggi rendahnya alkohol yang dihasilkan setelah proses fermentasi berhubungan dengan adanya jumlah khamir yang ada, terjadinya pertumbuhan khamir berhubungan dengan aktifitas enzim *amilase* yang mengubah pati menjadi *maltosa*, dan dengan enzim *maltase*, *maltosa* akan dihidrolisis menjadi *glukosa*.

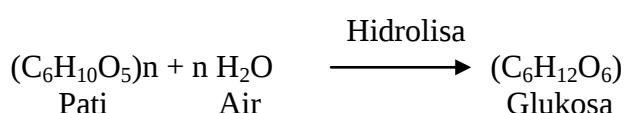
Dengan adanya enzim-enzim ini *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan untuk mengkonversi baik gula dari kelompok *monosakarida* maupun dari kelompok *disakarida*. Jika gula yang tersedia dalam substrat merupakan gula *disakarida* maka enzim *invertase* akan bekerja menghidrolisis *disakarida* menjadi *monosakarida*. Setelah itu, enzim *zymase* akan mengubah *monosakarida* tersebut menjadi alkohol dan CO₂. Hal ini sesuai dengan pernyataan Judoamidjojo *et al.* (1992) “dalam” Azizah (2012), yang menyatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etanol yang berasal dari fermentasi gula. Gula akan diubah menjadi bentuk yang paling sederhana oleh enzim *invertase* baru kemudian gula sederhana tersebut akan dikonversi menjadi etanol dengan adanya enzim *zymase*. Kedua enzim tersebut dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Meskipun *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengubah gula sederhana menjadi etanol. Namun sejumlah penelitian menyebutkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* tidak mampu mengkonversi *galaktosa* menjadi etanol. Sehingga dalam proses fermentasi bioetanol dari sumber laktosa, hanya glukosa saja yang diubah menjadi etanol (Azizah, 2012).

Selanjutnya jika dilihat dari grafik hubungan variasi dosis ragi terhadap kadar alkohol pada tapai ketan putih dan singkong (Grafik 1) dapat diketahui bahwa tapai ketan putih memiliki kemampuan menghasilkan alkohol paling tinggi bila dibandingkan dengan tapai singkong. Hal ini disebabkan karena kandungan karbohidrat yang ada dalam setiap bahan. Menurut Poedjiadi (1994) “dalam” Retno dan Nuri (2011), kandungan karbohidrat (zat pati) pada masing-masing bahan fermentasi akan menghasilkan kadar alkohol yang berbeda. Amilum atau dalam bahasa sehari-hari disebut pati terdapat dalam berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang disimpan dalam akar, batang buah, kulit, dan biji sebagai cadangan makanan. Pati adalah polimer D-glukosa dan ditemukan sebagai karbohidrat simpanan dalam tumbuh-tumbuhan, misalnya ketela pohon, pisang, jagung, dan lain-lain.

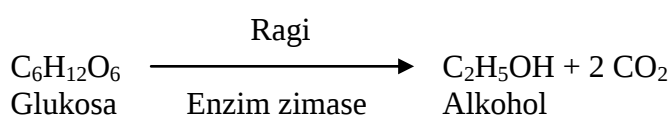
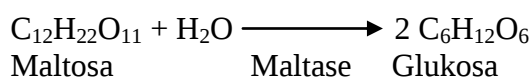
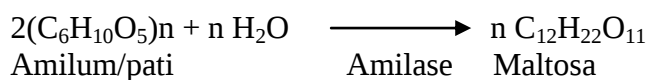
Kandungan pati dalam tapai ketan putih lebih banyak dibandingkan singkong. Ketan putih mempunyai kandungan karbohidrat paling banyak (79,40 g per 100 g bahan) (Direktorat Gizi dan Makanan, 1996 “dalam” Sefriana, 2012) bila dibandingkan karbohidrat pada singkong (34,7 g per 100 g bahan) (Direktorat Gizi, 1981 “dalam” Haryadi, 2013). Dimana kandungan karbohidrat inilah yang diperlukan oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam menghasilkan alkohol.

Menurut Desrosier (1989) “dalam” Simbolon (2008), semakin banyak jumlah glukosa yang terdapat di dalam suatu bahan, maka semakin tinggi jumlah alkohol yang dihasilkan dari perombakan glukosa tersebut. Jumlah glukosa yang tinggi dihasilkan oleh jumlah khamir (*Saccharomyces cereviceae*) yang tinggi di dalam tape yang dibuat.

Adapun mekanisme fermentasi tapai diawali dari pati yang terdapat dalam tapai ketan putih dan singkong dihidrolisis menjadi glukosa. Menurut Groggins (1958) “dalam” Utami dan Noviyanti (2010) dalam pembuatan tapai tahap hidrolisa diwakili oleh tahap perebusan. Didalam proses hidrolisa terjadi penambahan molekul air pada molekul penyusun pati. Reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut (Matz, 1970 “dalam” Utami dan Noviyanti (2010):



Reaksi fermentasi ini dilakukan oleh ragi, dan digunakan pada produksi makanan, namun reaksi fermentasi berbeda-beda tergantung bahan dasar yang digunakan. Adapun persamaan reaksi kimia pada fermentasi tapai (Matz, 1970 “dalam” Utami dan Noviyanti (2010):



Dimana ketika terjadi proses fermentasi gula menjadi alkohol terdapat enzim yang berperan dalam memecah *glukosa* menjadi alkohol dan CO₂ yaitu enzim *zimase* yang dihasilkan oleh *Sacharomyces cereviseae*. Menurut Haryadi (2013), proses ini terus berlangsung dan akan berhenti jika kadar etanol sudah meningkat sampai tidak dapat diterima lagi oleh sel-sel khamir.

Berdasarkan hasil ANOVA RAL 2 jalur (Tabel 8) pada masing-masing jenis bahan dan dosis ragi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar alkohol. Tetapi untuk interaksi antara dua faktor perlakuan ternyata berbeda tidak nyata. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 8 dimana hasil uji statistik dengan perlakuan dosis ragi (antar kolom) menunjukkan bahwa $F_{hitung} = 40,71$ dan nilai $F_{tabel 1\%} = 6,01$. Karena nilai F_{hitung} lebih besar dari nilai $F_{tabel 1\%}$, artinya perlakuan dosis ragi memberikan hasil yang berbeda sangat nyata terhadap kadar alkohol pada kedua jenis tapai. Selanjutnya dilihat dari faktor jenis bahan tapai ketan putih dan singkong (antar baris) menunjukkan bahwa nilai $F_{hitung} = 82,14$ dan nilai $F_{tabel 1\%} = 8,29$. Karena nilai F_{hitung} lebih besar dari nilai $F_{tabel 1\%}$, artinya perlakuan jenis bahan memberikan hasil yang berbeda sangat nyata terhadap kadar alkohol. Hal ini menyatakan bahwa H_1 diterima sedangkan H_0 ditolak. Sedangkan untuk interaksi kedua faktor tersebut menunjukkan bahwa $F_{hitung} = 1,43$ dan $F_{tabel 1\%} = 6,01$. Karena nilai F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} memberikan hasil yang tidak nyata. Maka tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan tersebut.

Selanjutnya pada uji lanjut BJND (Tabel 9) diketahui bahwa kadar alkohol dari setiap faktor perlakuan TsD_1 , TsD_2 , TkD_1 , TsD_3 , TkD_2 , TkD_3 saling berbeda nyata. Dari uji ini diketahui bahwa dari kedua jenis bahan yang optimum untuk menghasilkan kadar alkohol yang tinggi adalah tapai ketan putih dan dari ketiga jenis dosis ragi yang berbeda yang optimum adalah dosis ragi 1,5%.

C. Hasil Penelitian dan Pembelajarannya pada Mata Pelajaran Biologi di SMA

Tujuan dari pendidikan IPA ialah untuk menghasilkan peserta didik yang berkualitas, yaitu manusia yang mampu berfikir kritis, kreatif, logis dan berinisiatif dalam menanggapi isu di masyarakat yang diakibatkan oleh dampak perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Oleh karena itu, melalui pendidikan IPA, diharapkan dapat memberi bekal kepada peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari serta mampu bersikap arif dan bijaksana dalam menyikapi permasalahan yang ada tersebut. Salah satu komponen yang terpenting dari sistem pendidikan ialah kurikulum (Millah, Budipramana, dan Isnawati, 2012).

Menurut Millah, *dkk.* (2012), materi Bioteknologi merupakan penerapan dari ilmu biologi dan teknologi. Materi bioteknologi mempelajari tentang pengertian, prinsip dasar, dan peranan bioteknologi terhadap sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat (salingtemas). Bioteknologi mempunyai peranan yang sangat penting dalam peningkatan kesejahteraan hidup manusia. Namun dalam penerapannya perlu memperhatikan aspek sains dan teknologi, serta memperhatikan aspek masyarakat dan lingkungan.

Penelitian berjudul “Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong Melalui Fermentasi dengan Dosis Ragi yang Berbeda dan Sumbangsihnya pada Materi Bioteknologi di Kelas XII SMA/MA” ini akan disumbangkan pada kegiatan pembelajaran di sekolah khususnya pada SMA/MA kelas XII semester genap.

Hasil penelitian ini akan disumbangsihkan di SMA/MA kelas XII dalam bentuk silabus, RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran), dan LKS (Lembar Kerja Siswa). Perangkat pembelajaran yang telah dibuat telah divalidasi pakar di MA Al-Fatah oleh validator guru Biologi yang mengajar di kelas XII yaitu Ibu Sri Bungowati, SP. M.Si (NIP. 197207292005012006). Hasil validasi pakar RPP penelitian dan LKS tersebut dinyatakan valid.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Terdapat perbedaan sangat nyata terhadap kadar alkohol hasil fermentasi tapai ketan putih dan singkong pada taraf signifikasi 1%. Dimana F hitung = 82,14 > F tabel = 8,29.
2. Ada pengaruh yang sangat nyata dari dosis ragi 0,5%, 1%, dan 1,5% terhadap kadar alkohol tapai ketan putih dan singkong pada taraf signifikasi 1%. Dimana F hitung = 40,17 > F tabel = 6,01.
3. Sumbangsihnya pada materi bioteknologi di SMA/MA kelas XII berupa silabus, RPP, dan LKS.

B. Saran

1. Bagi para peneliti selanjutnya, perlu diteliti kadar alkohol dengan perbedaan jenis bahan baku lain dan dosis ragi yang lebih bervariasi lagi.
2. Dapat juga diteliti tentang faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi alkohol seperti pH, suhu, waktu fermentasi.
3. Sebaiknya dalam proses pembuatan tapai harus diperhatikan beberapa faktor seperti jenis bahan, jenis ragi, cara pemasakan dan cara pembungkusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hikmah. 2008. *Al- Quran dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Diponegoro.
- Asngad, A. dan Suparti. 2009. Lama Fermentasi dan Dosis Ragi yang Berbeda pada Fermentasi Gaplek Ketela Pohon (*Manihot utilissima* Pohl) Varietas Mukibat Terhadap Kadar Glukosa dan Bioetanol. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 10. No. 1.
- Azizah, N., A. N. Al-Baarri, dan S. Mulyani. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, Ph, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Vol. 1 No. 2.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. *Inovasi Pengolahan Singkong Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan*. (Online).<http://www.litbang.pertanian.go.id/download/one/104/file/Manfaat-Singkong.pdf>. Diakses 19 April 2015.
- Hanafiah, K. A. 2012. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Pesada.
- Hanum, F., N. Pohan, M. Rambe, R. Primadony, dan M. Ulyana. 2013. Pengaruh Massa Ragi dan Waktu Fermentasi Terhadap Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 2. No. 4.
- Haryadi, H. 2013. Analisa Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Ketan dengan Metode Kromatografi Gas dan Uji Aktifitas *Saccharomyces Cereviceae* Secara Mikroskopis. Universitas Diponegoro Semarang. *Skripsi*.
- Hasan, M. I. 2013. *Pokok-pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)*. Edisi Kedua. Jakarta : Bumi Aksara.
- Hasanah, A. M. 2007. *Pengaruh Total Mikroba pada Merk Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Putih (Oryza sativa L. Var. Forma glutinosa)*. Universitas Islam Negeri Malang. *Skripsi*.
- Hidayat, N., M.C. Padaga, dan S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- Irianto, K. 2006. *Mikrobiologi*. Bandung : CV. Yrama Widya.
- Millah, E.S., L.S. Budipramana, dan Isnawati. 2012. Pengembangan Buku Ajar Materi Bioteknologi di Kelas XII SMA Ipiems Surabaya Berorientasi Sains,

- Teknologi, Lingkungan, dan Masyarakat (SETS). *Jurnal BioEdu*. Vol. 1. No. 1.
- Muhammad, R. 2014. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bekatul pada Proses Produksi Etanol Menggunakan Singkong Karet (Manihot glaziovii) dengan Metode Fermentasi Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Universitas Bengkulu. Skripsi.
- Muhidin N.H., N. Juli, dan I.N.P. Aryantha. 2001. Peningkatan Kandungan Protein Kulit Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi. *JMS*. Vol. 6. No. 1.
- Prakosa, C. dan A. Santosa. 2010. Karakteristik Tape Buah Sukun Hasil Fermentasi Penggunaan Konsentrasi Ragi yang Berbeda. *Magistra*. No. 73. Th. XXII. ISSN 0215-9511.
- Pratiwi, I.D. 2013. *Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Singkong Terhadap Kualitas Muffin*. Universitas Negeri Semarang. Skripsi.
- Prihandana, R., Noerwijari, Adinurani, Setyaningsih, Setiadi dan Hendroko 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta : PT. Agromedia Pustaka.
- Primas, A. 2014. *Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Terhadap Penurunan Kadar HCN Pada Singkong Karet*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Skripsi.
- Putra, H.P., G. N. Fitri dan Awaludin. 2013. Optimalisasi Waktu Fermentasi dan Penggunaan Ragi dalam Pembuatan Bioethanol dari Kulit Singkong. *Prosiding Seminar Nasional 2013*. ISBN : 978-979-98438-8-3.
- Rahmah, H.N.L. 2010. *Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol dari Tape Singkong (Manihot esculenta Crantz.)*. Universitas Islam Negeri Sunan kalijaga. Skripsi.
- Rahmawati, A. 2010. *Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu (Manihot utilissima Pohl.) dan Kulit Nanas (Ananas comosus L.) pada Produksi Bioetanol Menggunakan Aspergillus niger*. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Skripsi.
- Raudah dan Ernawati. 2012. Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika dari Proses Pulping untuk Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology) Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe*. Vol. 10. No.21. ISSN 1693-248X.
- Retno, D. I., dan W. Nuri. 2011. Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan*

Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. ISSN 1693 – 4393.

Rusdiana, S., dan R.A. Saptati. 2009. Kontribusi Tanaman Ubi Kayu dan Ternak Kambing terhadap Pendapatan Petani: Analisis Ekonomi (Kasus di Kota Bogor). *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.

Rustringsih, T. 2007. *Pengaruh Penambahan Ammonium Sulfat Terhadap Produksi Etanol pada Fermentasi Beras Ketan Putih (Oryza sativa L. Var glutinosa) dengan Inokulum Saccharomyces cerevisiae*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Skripsi.

Sandi, Y. O., S. Rahayu, dan W. Suryapratama. 2013. Upaya Peningkatan Kualitas Kulit Singkong melalui Fermentasi Menggunakan *Leuconostoc mesenteroides* Pengaruhnya terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmiah Peternakan*.

Sefriana, F. 2012. *Variasi Nitrogen dan Hidrolisis Enzimatis pada Produksi Beta Glukan Saccharomyces cerevisiae dengan Medium Onggok Ubi Kayu dan Onggok Umbi Garut*. Universitas Indonesia. Skripsi.

Simbolon, K. 2008. *Pengaruh Persentase Ragi Tape dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Tape Ubi Jalar*. Universitas Sumatera Utara. Skripsi.

Sutanto, T.D. dan A. Martono. 2005. Studi Kandungan Etanol Dalam Tapai Hasil Fermentasi Beras Ketan Hitam Dan Putih. *Jurnal Gradien*. Vol. 2. No. 1. ISSN 0216-2393.

Utami, A.T. dan L. Noviyanti. 2010. Pembuatan Tape Dari Ubi Kayu (Manihot Utilissima) Yang Tahan Lama. Universitas Sebelas Maret Surakarta. *Laporan Tugas Akhir*.

Widiyaningrum, C. 2009. *Pengaruh Bahan Penutup Terhadap Kadar Alkohol pada Proses Fermentasi Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz) dan Ubi Jalar (Ipomea batatas L. Sin)*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Skripsi.

Yulianti, C. H. 2014. Uji Beda Kadar Alkohol pada Tape Beras, Ketan Hitam dan Singkong. *Jurnal Teknik*. Vol. 6. No. 1.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan Kadar Alkohol (%) pada Tapai Ketan Putih dengan Pemberian Dosis Ragi yang Berbeda Setelah Fermentasi Selama Tiga Hari

Tabel 10. Data Hasil Titration NaOH pada Tapai Ketan Putih

Ulangan	Hasil Titration NaOH (ml)		
	D1 (0,5%)	D2 (1%)	D3 (1,5%)
1	5,5	6	7,5
2	5,5	6,5	7
3	5,5	6	7,5
4	5,7	6,5	7
Jumlah	22,2	25	29
Rata-rata	5,55	6,25	7,25

Berdasarkan data Tabel 10 dapat dihitung kadar alkohol dalam tapai ketan putih dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Alkohol (\%)} = \frac{a \times M \times Mr_{C_2H_5OH} \times \text{pengenceran}}{\text{berat contoh} \times 100} \times 100\%$$

Keterangan: a = rata-rata hasil titration (ml)
M = molaritas NaOH (0,1N)
Mr = masaa relatif C₂H₅OH = 46

$$1. [\% \text{ TkD}_1] = \frac{5,55 \times 0,1 \times 46 \times 0,2}{10 \times 100} \times 100\% = 0,51\%$$

$$2. [\% \text{ TkD}_2] = \frac{6,25 \times 0,1 \times 46 \times 0,2}{10 \times 100} \times 100\% = 0,58\%$$

$$3. [\% \text{ TkD}_3] = \frac{7,25 \times 0,1 \times 46 \times 0,2}{10 \times 100} \times 100\% = 0,67\%$$

Tabel 11. Kadar Alkohol (%) pada Tapai Ketan Putih

Perlakuan (t)	Ulangan (r)				Jumlah (%)	Rerata (%)
	1	2	3	4		
D ₁ (0,5%)	0.51	0.51	0.51	0.52	2,05	0.51
D ₂ (1%)	0.55	0.60	0.55	0.60	2,3	0.58
D ₃ (1,5%)	0.69	0.64	0.69	0.64	2,66	0.67
Jumlah (TU)	1,75	1,75	1,75	1,76	7,01	1,76

Lampiran 2. Data Penghitungan Kadar Alkohol (%) pada Tapai Singkong dengan Pemberian Dosis Ragi yang Berbeda Setelah Fermentasi Selama Tiga Hari

Tabel 12. Data Hasil Titirasi NaOH pada Tapai Singkong

Ulangan	Perlakuan	Hasil Titirasi NaOH (ml)		
		D1	D2	D3
1		4	4,2	6,7
2		4,5	4,5	5,5
3		4	4,5	5
4		4	4,5	6,7
Jumlah		16,5	17,7	23,9
Rata-Rata		4,13	4,43	5,98

Berdasarkan data Tabel 11 dapat dihitung kadar alkohol dalam tapai singkong dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Alkohol (\%)} = \frac{a \times M \times Mr_{C_2H_5OH} \times \text{pengenceran}}{\text{berat contoh} \times 100} \times 100\%$$

Keterangan: a = rata-rata hasil titrasi (ml)
M = molaritas NaOH (0,1N)
Mr = masaa relatif C₂H₅OH = 46

$$1. [\% TsD_1] = \frac{4,13 \times 0,1 \times 46 \times 0,2}{10 \times 100} \times 100\% = 0,38\%$$

$$2. [\% TsD_2] = \frac{4,43 \times 0,1 \times 46 \times 0,2}{10 \times 100} \times 100\% = 0,41\%$$

$$3. [\% TsD_3] = \frac{5,98 \times 0,1 \times 46 \times 0,2}{10 \times 100} \times 100\% = 0,55\%$$

Tabel 13. Kadar Alkohol (%) pada Tapai Singkong

Perlakuan (t)	Ulangan (r)				Jumlah (%)	Rerata (%)
	1	2	3	4		
D ₁ (0,5%)	0.37	0.41	0.37	0.37	1,52	0.38
D ₂ (1%)	0.39	0.41	0.41	0.41	1,62	0.41
D ₃ (1,5%)	0.62	0.51	0.46	0.62	2,21	0.55
Jumlah (TU)	1,38	1,33	1,24	1,40	5,35	1,34

Lampiran 3. Uji ANOVA dan Uji Lanjut BJND Terhadap Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong

Tabel 14. Data Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong dengan Dosis Ragi yang Berbeda

Jenis Bahan		Dosis Ragi					Total		
		0,5 %	1%	1,5 %					
		X ₁	X ₁ ²	X ²	X ₂ ²	X ₃	X ₃ ²	Xt	X ² t
Tapai Ketan Putih		0,51	0,2601	0,55	0,3025	0,69	0,4761	1,75	1,0387
		0,51	0,2601	0,6	0,36	0,64	0,4096	1,75	1,0297
		0,51	0,2601	0,55	0,3025	0,69	0,4761	1,75	1,0387
		0,52	0,2704	0,6	0,36	0,64	0,4096	1,76	1,04
Total Ketan Putih		2,05	1,0507	2,3	1,325	2,66	1,7714	7,01	4,1471
Tapai Singkong		0,37	0,1369	0,39	0,1521	0,62	0,3844	1,38	0,6734
		0,41	0,1681	0,41	0,1681	0,51	0,2601	1,33	0,5963
		0,37	0,1369	0,41	0,1681	0,46	0,2116	1,24	0,5166
		0,37	0,1369	0,41	0,1681	0,62	0,3844	1,4	0,6894
Total Singkong		1,52	0,5788	1,62	0,6564	2,21	1,2405	5,35	2,4757
Jumlah Total		3,57	1,6295	3,92	1,9814	4,87	3,0119	1,36	6,6228

Langkah-langkah dalam penggunaan ANOVA dua jalur adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Jumlah Kuadrat Total

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum X^2_{tot} - \frac{(\sum x_{tot})^2}{N} \\
 &= 6,6228 - \frac{(12,36)^2}{24} = 6,6228 - 6,3654 = 0,258
 \end{aligned}$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat Kolom

$$\begin{aligned}
 JKK &= \sum \frac{(\sum X_{kol})^2}{rn} - \frac{(\sum x_{tot})^2}{N} \\
 &= \frac{(3,57)^2}{8} + \frac{(3,92)^2}{8} + \frac{(4,87)^2}{8} - \frac{(12,36)^2}{24} \\
 &= 1,593 + 1,921 + 2,965 - 6,3654 = 0,114
 \end{aligned}$$

3. Menghitung Jumlah Kuadrat Baris

$$\begin{aligned}
 JKB &= \sum \frac{(\sum X_{baris})^2}{rm} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N} \\
 &= \frac{(7,01)^2}{12} + \frac{(5,35)^2}{12} - \frac{(12,36)^2}{24} \\
 &= 4,095 + 2,385 - 6,3654 = 0,115
 \end{aligned}$$

4. Menghitung Jumlah Kuadrat Interaksi

$$JK(inter) = JK(bag) - (JKkolom + Jkbaris)$$

$$\begin{aligned}
 JK(bagian) &= \sum \frac{(\sum X_{bag1})^2}{nbag1} + \frac{(\sum X_{bag2})^2}{nbag2} + + \frac{(\sum X_{bagn})^2}{nbagn} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N} \\
 &= \frac{(2,05)^2}{4} + \frac{(2,3)^2}{4} + \frac{(2,66)^2}{4} + \frac{(1,52)^2}{4} + \frac{(1,62)^2}{4} + \frac{(2,21)^2}{4} - \frac{(12,36)^2}{24} \\
 &= 1,051 + 1,323 + 1,769 + 0,578 + 0,656 + 1,221 - 8,487 \\
 &= 6,598 - 6,3654 = 0,233
 \end{aligned}$$

$$JK(inter) = 0,233 - (0,114 + 0,115) = 0,233 - 0,229 = 0,004$$

5. Menghitung jumlah kuadrat tengah galat

$$JKT(galat) = JK(tot) - (Jkkolom + Jkbaris + Jkinteraksi)$$

$$= 0,258 - (0,114 + 0,115 + 0,004) = 0,258 - 0,233 = 0,025$$

6. Menghitung derajat bebas untuk :

a. db kolom (V_k) = $k - 1$ dalam hal ini jumlah kolom = 3, jadi $db_k = 3 - 1 = 2$

b. db baris (V_b) = $b - 1$ dalam hal ini jumlah baris 2, jadi $db_b = 2 - 1 = 1$

c. db interaksi (V_i) = $db_k \times db_b = 2 \times 1 = 2$

d. db galat (V_g) = $(N - k.b) = (24 - (3 \times 2)) = 24 - 6 = 18$

e. db total (V_t) = $(N - 1) = 24 - 1 = 23$

7. Menghitung kuadrat tengah

$$a. \quad KTK = \frac{JKK}{V_k} = 0,114 : 2 = 1,137$$

$$b. \quad KTB = \frac{JKB}{V_B} = 0,115 : 1 = 0,115$$

$$c. \quad KTI = \frac{JKI}{V_i} = 0,004 : 2 = 0,002$$

$$d. \quad KTG = \frac{JKG}{V_G} = 0,025 : 18 = 0,0014$$

8. Menghitung harga Fh kolom, Fh baris, Fh interaksi dengan cara membagi setiap KT dengan KTG = 0,0014

$$a. \quad Fh \text{ kolom} = \frac{KTK}{E} = 0,057 : 0,0014 = 40,71$$

$$b. \quad Fh \text{ baris} = \frac{KTB}{E} = 0,115 : 0,0014 = 82,14$$

$$c. \quad Fh \text{ interaksi} = \frac{KTI}{E} = 0,002 : 0,0014 = 1,43$$

9. Memasukkan hasil perhitungan kedalam tabel ringkasan ANOVA dua jalur.

Lihat tabel 8.

10. Uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND)

a. Menyusun rata-rata data perlakuan menurut rangkingnya

Perlakuan	Rerata (%)
TsD ₁	0,380
TsD ₂	0,405
TkD ₁	0,513
TsD ₃	0,553
TkD ₂	0,575
TkD ₃	0,665

b. Menghitung standar eror

$$KTG = 0,0014$$

$$DBG (V_g) = 18$$

$$r = 4$$

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{0,0014}{4}}$$

$$S\bar{y} = \sqrt{0,000325}$$

$$S\bar{y} = 0,018$$

c. Mencari angka RP (p,v) pada tabel Duncan

P	2	3	4	5	6
RP 1%	4,07	4,27	4,38	4,46	4,53

d. Mencari SSD/BJND = RP × $S\bar{y}$

P	2	3	4	5	6
RP 1%	4,07	4,27	4,38	4,46	4,53
SSD	0,073	0,077	0,079	0,080	0,082

e. Menentukan nilai BJND pada taraf 1%

$$BJND_{0,01} = t_{\alpha} (Vg) \cdot S\bar{d}$$

$$= t_{0,01} (18) \cdot S\bar{d}$$

$$S\bar{d} = \sqrt{\frac{2.KTG}{r}} = \sqrt{\frac{2.0,013}{4}} = \sqrt{\frac{0,0065}{4}} = \sqrt{0,001625} = 0,04$$

$$BJND = t_{0,01} (18) \cdot S\bar{d}$$

$$= 2,878 \cdot 0,04$$

$$= 0,115$$

f. Menentukan kiat wilayah

- 1) Wilayah A yaitu dari angka pertama 0,380 sampai $(0,380 + 0,015) = 0,495$, semua angka-angka yang tercakup dalam wilayah angka ini diberi huruf A.

2) Wilayah B yaitu dari angka kedua 0,405 sampai $(0,405 + 0,115) = 0,52$, semua angka-angka yang tercakup dalam wilayah angka ini diberi huruf B.

Perhatian: angka-angka yang tercakup dalam wilayah B telah tercakup dalam A, oleh karena diberi tanda AB.

3) Wilayah B yaitu dari angka ketiga 0,513 sampai $(0,513 + 0,115) = 0,628$, semua angka-angka yang tercakup dalam wilayah angka ini diberi huruf BC.

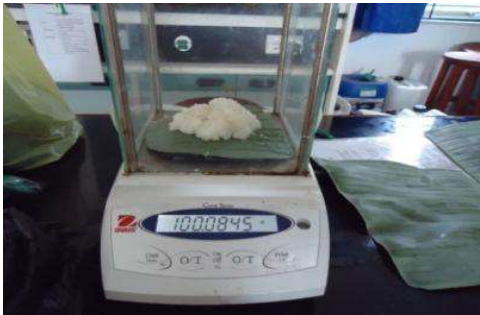
4) Wilayah C yaitu dari angka keempat 0,553 sampai $(0,553 + 0,115) = 0,668$, semua angka-angka yang tercakup dalam wilayah angka ini diberi huruf CD.

5) Wilayah D yaitu dari angka kelima 0,575 sampai $(0,575 + 0,115) = 0,69$, semua angka-angka yang tercakup dalam wilayah angka ini diberi huruf CDE.

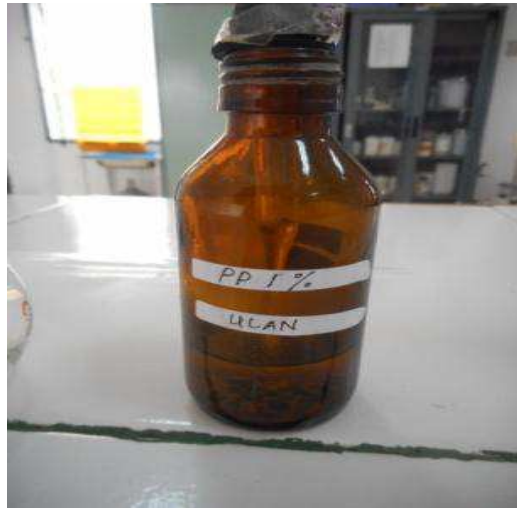
6) Wilayah E yaitu dari angka keenam 0,5665 sampai $(0,665 + 0,115) = 0,78$, semua angka-angka yang tercakup dalam wilayah angka ini diberi huruf DEF.

g. Memasukkan hasil perhitungan kedalam tabel ringkasan. Lihat tabel 8 .

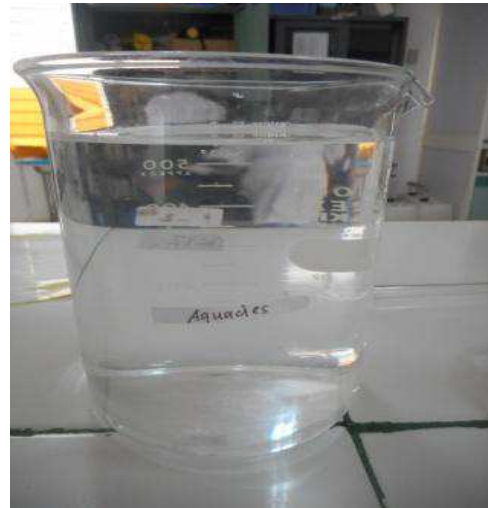
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

 Gelas Ukur 50 ml	 Gelas Beker 250 ml
 Alat titrasi (stip dan biuret)	 Erlenmeyer
 Neraca Ohaus	 Daun Pisang
 Mortar dan Alu	 Pipet tetes

Gambar 3. Alat-alat Penelitian



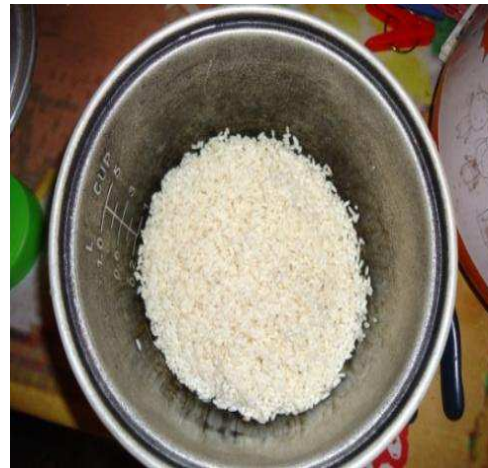
Phenolftalein 1%



Aquadest



Singkong



Ketan Putih



NaOH 0,1 N



Ragi

Gambar 4. Bahan-bahan Penelitian



1. Persiapan setelah pencucian ketan



2. Pemasakan Ketan Putih



3. Proses pendinginan



4. Persiapan daun pisang



5. Penimbangan ragi



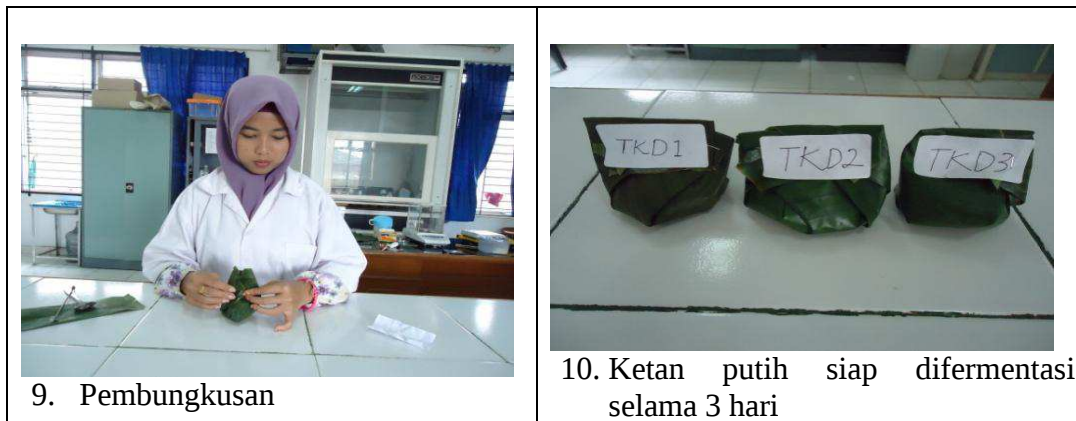
6. Penggerusan ragi



7. Penimbangan ketan putih



8. Penaburan ragi



Gambar 5. Proses Pembuatan Tapai Ketan Putih





7. Penggerusan ragi



8. Penimbangan singkong



9. Penaburan ragi

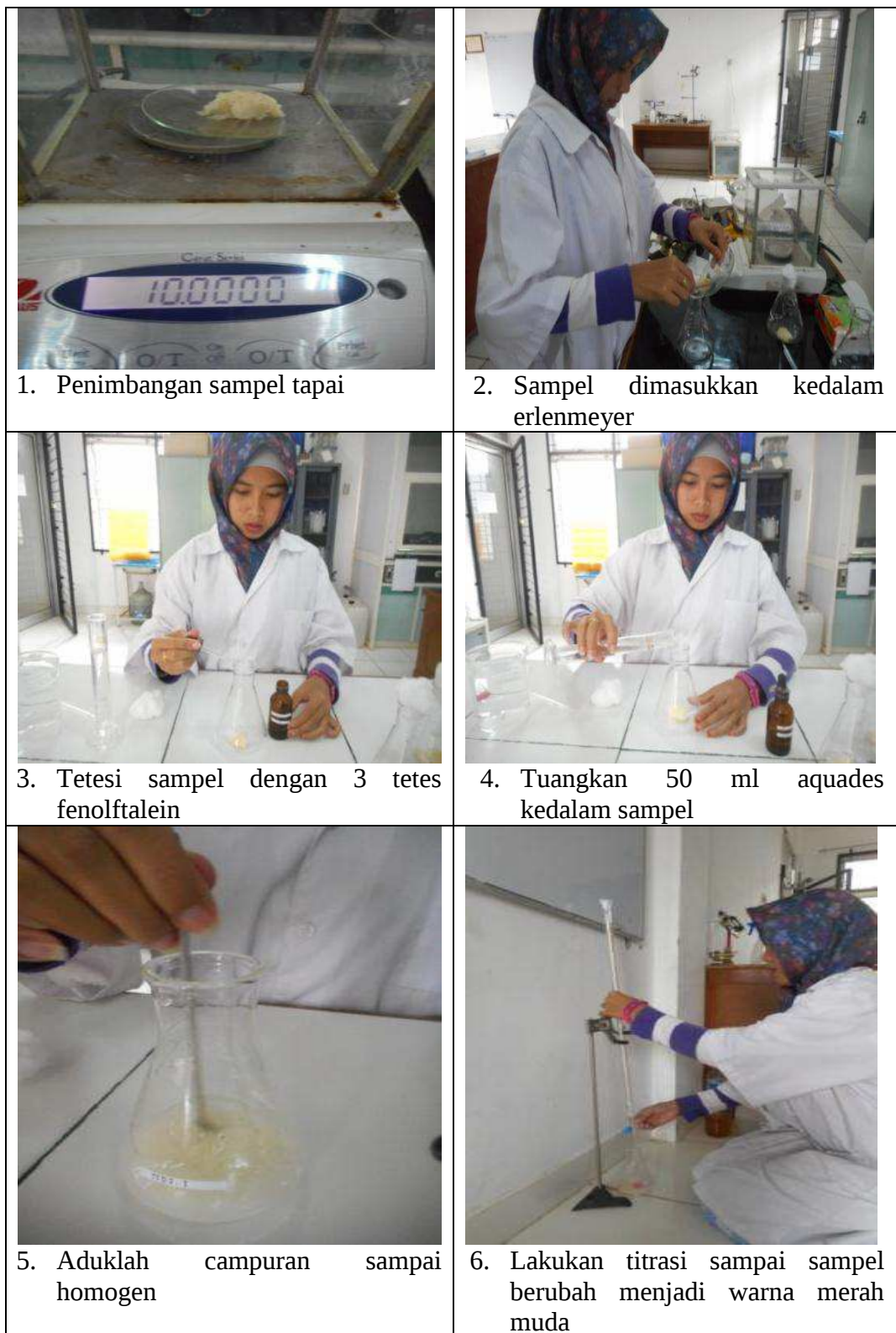


10. Pembungkusan



11. Singkong siap difermentasi selama 3 hari

Gambar 6. Proses Pembuatan Tapai Singkong



Gambar 7. Proses Pengukuran Kadar Alkohol



1. Tapai ketan putih (dosis ragi 0,5%)



Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Ulangan 4



2. Tapai ketan putih (dosis ragi 1%)



Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Ulangan 4



3. Tapai ketan putih (Dadar ragi 1,5%)



Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Ulangan 4



4. Tapai singkong (dosis ragi 0,5%)



Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Ulangan 4



5. Tapai singkong (dosis ragi 1%)



Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Ulangan 4



6. Tapai singkong (dosis ragi 1,5%)



Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



Ulangan 4

Gambar 8. Hasil Fermentasi dan Titrasi Tapai Ketan Putih dan Singkong

Lampiran 5. Perangkat Pembelajaran

Lampiran 5a. Silabus Pembelajaran

SILABUS PEMBELAJARAN	
Mata Pelajaran	: Biologi
Bidang	: Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)
Satuan Pendidikan	: SMA / MA
Kelas/Semester	: XII/2
Nama Guru	:
NIP/NIK	:
Sekolah	:
KURIKULUM TINGKAT SATUAN PENDIDIKAN (KTSP)	

SILABUS PEMBELAJARAN

Nama Sekolah :

Mata Pelajaran : **Biologi**

Kelas / Semester : **XII (Duabelas) / II**

Alokasi Waktu : **8 × 45 Menit**

Standar Kompetensi : 4. Memahami Teori Evolusi Serta Implikasinya Pada Salingtemas

Kompetensi Dasar	Kompetensi Sebagai Hasil Belajar	Nilai Budaya Dan Karakter Bangsa	Kewirausahaan/ Ekonomi Kreatif	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
4.1 Menjelaskan teori, prinsip, dan mekanisme evolusi biologi	- Menemukan adanya gejala keanekaragaman - Menyusun hipotesis asal terbentuknya keanekaragaman hayati - Menggambarkan skema teori evolusi Darwin - Menghubungkan penemuan hukum hereditas,	Jujur Kerja keras Toleransi Rasa ingin tahu Komunikatif Menghargai prestasi Tanggung Jawab Peduli lingkungan	Percaya diri Berorientasi tugas dan hasil	- Hipotesis asal-usul kehidupan - Teori evolusi Darwin	- Membaca buku untuk menyusun peta konsep - Diskusi teori keanekaragaman makhluk hidup - Diskusi pertentangan teori Abiogenesis dan Biogenesis - Diskusi	- Mendeskripsikan berbagai pemikiran tentang asal-usul kehidupan - Mendeskripsikan teori evolusi menurut Darwin	- Jenis tagihan: 1.Uji kompetensi - Bentuk instrumen: 1.Soal uji kompetensi tertulis	2 X 45 menit	- Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis - Buku kerja siswa III B. Ign. Khristoyo no. Esis

4.2 Mengkomunikasikan hasil studi evolusi biologi	substansi genetika dan mutasi dengan teori evolusi Darwin • Menjelaskan mekanisme seleksi alam dengan menggunakan kasus <i>Beston betularia</i> • Menjelaskan berbagai bukti evolusi • Membuat skema percobaan untuk membuktikan evolusi biologi dan kimia	Jujur Kerja keras Toleransi Rasa ingin tahu Komunikatif Menghargai prestasi Tanggung Jawab Peduli lingkungan	Percaya diri Berorientasi tugas dan hasil	• Bukti-bukti yang mendukung evolusi Darwin • Teori evolusi biologi dan kimia • Hukum Hardy-Weinberg	memahami teori evolusi • Diskusi percobaan Harold Urey • Diskusi hukum Hardy-Weinberg • Menonton VCD tentang evolusi	• Menunjukkan bukti-bukti evolusi • Mendeskripsikan eksperimen yang mendasari munculnya teori evolusi biologi dan kimia • Menerapkan hukum Hardy-Weinberg	• Jenis tagihan: 1. Uji kompetensi • Bentuk instrumen: 1. Soal uji kompetensi tertulis	4 X 45 menit	• Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis • Buku kerja siswa IIIB. Ign. Khristoyo no. Esis • VCD tentang evolusi
4.3 Menjelaskan kecenderungan baru tentang teori evolusi	• Mengumpulkan informasi dari berbagai pandangan baru tentang teori evolusi	Jujur Kerja keras Toleransi Rasa ingin tahu Komunikatif Menghargai	Percaya diri Berorientasi tugas dan hasil	• Mutasi DNA dan dampaknya • Teori evolusi netral • Beberapa	• Diskusi pengaruh mutasi pada mekanisme seleksi alam • Diskusi teori evolusi, netral	• Mendeskripsikan peranan mutasi bagi proses evolusi • Menjelaskan teori evolusi	• Jenis tagihan Uji Kompetensi • Bentuk instrumen Soal tes tertulis	2 X 45 menit	• Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis • Buku kerja

		prestasi Tanggung Jawab Peduli lingkungan		pandangan baru tentang teori evolusi		netral			siswa IIIB. Ign. Khristoyo no. Esis
--	--	---	--	--	--	--------	--	--	--

Standar Kompetensi

: 5. Memahami Prinsip-Prinsip Dasar Berteknologi Serta Implikasinya pada Salingtemas

Kompetensi Dasar	Kompetensi Sebagai Hasil Belajar	Nilai Budaya Dan Karakter Bangsa	Kewirausahaan/ Ekonomi Kreatif	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
5.1 Menjelaskan arti, prinsip, dasar, dan jenis-jenis bioteknologi	- Mengumpulkan berbagai informasi produk dan proses bioteknologi tradisional - Menjelaskan proses rekayasa genetika dalam bioteknologi	Jujur Kerja keras Toleransi Rasa ingin tahu Komunikatif Menghargai prestasi Tanggung Jawab Peduli lingkungan	Percaya diri Berorientasi tugas dan hasil	- Pengertian bioteknologi - Perbedaan bioteknologi tradisional dan modern - Rekayasa genetika	- Diskusi pengertian bioteknologi tradisional dan modern - Diskusi penerapan rekayasa genetika pada bioteknologi - Melakukan kegiatan membuat	- Menjelaskan pengertian bioteknologi - Membedakan bioteknologi tradisional dan modern - Menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan hasilnya - Membuat produk bioteknologi	- Jenis tagihan: - Laporan hasil kegiatan - Uji Kompetensi - Bentuk instrumen: - Lembar penilaian laporan - Soal uji kompetensi tertulis	6 X 45 menit	- Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis - Buku kerja siswa IIIB. Ign. Khristoyo no. Esis

5.2 Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada salingtemas	- Mengumpulkan berbagai metode bioteknologi modern dan produknya - Menganalisis berbagai produk bioteknologi dan dampaknya	Jujur Kerja keras Toleransi Rasa ingin tahu Komunikatif Menghargai prestasi Tanggung Jawab Peduli lingkungan	Percaya diri Berorientasi tugas dan hasil	Tanaman transgenik dan dampaknya	yogurt dan ekstroksi DNA - Diskusi Salingtemas - Membuat kliping	tradisional - Mengekstraksi DNA - Mengumpulkan informasi berbagai produk rekayasa genetika dan dampaknya - Membuat imajinasi tentang rekayasa genetika	- Jenis tagihan 1. Tugas fiksi ilmiah 2. Laporan diskusi salingtemas - Bentuk instrumen: 1. Lembar penilaian makalah	2 X 45 menit	- Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis - Buku kerja siswa IIIB. Ign. Khristoyo no. Esis
---	---	--	---	--	--	---	--	--------------	---

Mengetahui,
Kepala SMA

(.....)
NIP/NIK :

.....,.....**2015**
Guru Mapel Biologi

(.....)
NIP/NIK :

Lampiran 5b. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah	:
Mata Pelajaran	: IPA
Kelas/Semester	: XII/2
Topik	: Bioteknologi
Alokasi Waktu	: 2 JP (2 x 45 Menit)

A. Standar Kompetensi:

5. Memahami prinsip-prinsip dasar bioteknologi serta implikasinya pada salingtemas

B. Kompetensi Dasar

- 5.1 Menjelaskan arti, prinsip, dasar, dan jenis-jenis bioteknologi

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan pengertian bioteknologi
2. Menjelaskan perbedaan bioteknologi tradisional dan modern
3. Menghasilkan produk bioteknologi konvensional

D. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa diharapkan mampu pengertian bioteknologi
2. Melalui kegiatan diskusi, menjelaskan perbedaan bioteknologi tradisional dan modern
3. Melalui kegiatan praktikum, siswa diharapkan mampu menghasilkan produk bioteknologi konvensional.

E. Karakter Siswa yang diharapkan

Karakter siswa yang ingin dibentuk setelah mendapatkan materi Bioteknologi adalah jujur, kerja keras, toleransi, rasa ingin tahu, komunikatif, menghargai prestasi, tanggung jawab, dan peduli lingkungan.

F. Materi Pembelajaran

Materi pokok : Bioteknologi

Sub materi : Pengertian bioteknologi dan perbedaan bioteknologi tradisional dan modern

G. Pendekatan, Model dan Metode

Model : Kooperatif learning

Metode : Diskusi kelompok, eksperimen, presentasi, dan penugasan

H. Kegiatan Belajar Mengajar (KBM)

No	Kegiatan Pembelajaran	Keterangan	Alokasi Waktu
1.	Pendahuluan	a) Apersepsi : - Guru mengaitkan pelajaran pertemuan sebelumnya dengan menanyakan (Bagaimana hasil dari pembuatan tapai yang telah mereka kerjakan dirumah?) b) Motivasi : - Guru memberikan pertanyaan kepada siswa (Siapa yang pernah dan suka makan tapai? Apa yang membuat tapai memiliki aroma yang menyengat?)	10 menit
2.	Kegiatan Inti	a) Eksplorasi - Guru menjelaskan secara singkat materi mengenai pengertian bioteknologi. - Siswa menganalisa perbedaan bioteknologi	15 menit

		tradisional dan modern. • Guru membagi siswa menjadi enam kelompok yang telah dibagi pada pertemuan sebelumnya untuk praktikum uji kadar alkohol pada tapai ketan putih dan singkong. • Guru membimbing siswa dalam kegiatan praktikum. b) Elaborasi • Siswa diminta untuk menyiapkan alat dan bahan praktikum. • Setiap kelompok mengeluarkan tugas pertemuan sebelumnya yaitu hasil fermentasi tapai ketan putih dan singkong selama 3 hari yang dibuat dengan kadar ragi yang telah ditentukan pada masing-masing kelompok. • Siswa melakukan praktikum sesuai dengan petunjuk dalam LKS. • Guru memberi waktu diskusi pada setiap kelompok untuk hasil praktikum dan ditulis pada lembar kerja siswa • Guru menyuruh perwakilan dari masing-masing kelompok mempresentasikan hasil praktikum di depan kelas. c) Konfirmasi • Guru memperbaiki jawaban siswa yang masih kurang • Guru memberikan kesimpulan	45 menit 10 menit
3	Kegiatan penutup	• Guru bersama peserta didik mereview hasil pembelajaran hari ini.	10 menit

		• Guru memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik • Siswa diberi tugas untuk mempelajari materi selanjutnya.	
--	--	---	--

H. Alat, Bahan, dan Sumber Belajar

1. Sumber : buku paket dan LKS
2. Alat dan Bahan : alat dan bahan praktikum (terlampir)

I. Penilaian

1. Jenis dan bentuk instrumen

Jenis	Bentuk instrumen
Sikap	Lembar pengamatan sikap dan rubrik
Keterampilan	Tes unjuk kerja percobaan pembuatan tapai
Pengetahuan	Posttest

2. Contoh instrumen

a) Instrumen penilaian sikap

No	Nama Siswa	Kriteria Sikap	Jumlah Skor	Nilai
		Disiplin		
		Kerjasama		
		Kejujuran		
		Kepedulian		
		Tanggung jawab		
	Dst			

Ketentuan :

- 1 = jika peserta didik tidak konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator
- 2 = jika peserta didik belum konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator, tetapi belum konsisten
- 3 = jika peserta didik mulai konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator
- 4 = jika peserta didik sudah konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator

Format Penilaian

Jumlah skor x 4 =

Skor maksimal (21)

b) Instrumen Penilaian Keterampilan : Penilaian Eksperimen

Rubrik Penilaian Keterampilan

(1) Persiapan

Kriteria	Skor
Pemilihan alat dan bahan tepat	3
Pemilihan alat dan bahan kurang tepat	2
Pemilihan alat dan bahan tidak tepat	1

(2) Pelaksanaan

Kriteria	Skor
Rangkaian alat tepat dan rapi	3
Rangkaian alat kurang tepat dan kurang rapi	2
Rangkaian alat tidak tepat dan tidak rapi	1
Langkah kerja dan waktu pelaksanaan tepat	3
Langkah kerja dan waktu pelaksanaan kurang tepat	2
Langkah kerja dan waktu pelaksanaan tidak tepat	1
Memperhatikan keselamatan kerja dan kebersihan	3
Kurang Memperhatikan keselamatan kerja dan kebersihan	2
Tidak Memperhatikan keselamatan kerja dan kebersihan	1

(3) Hasil

Kriteria	Skor
Data akurat	3
Data kurang akurat	2
Data tidak akurat	1
Kesimpulan tepat	3
Kesimpulan kurang tepat	2
Kesimpulan tidak tepat	1

(4) Laporan

Kriteria	Skor
Tampilan menarik dan bahasa sesuai kaidah	3
Tampilan kurang menarik dan bahasa kurang sesuai kaidah	2
Tampilan tidak menarik dan bahasa tidak sesuai kaidah	1

Format Penilaian Keterampilan

No	Nama Siswa	Indikator	Jumlah skor	Nilai
		Alat dan bahan		
		Rangkaian alat		
		Langkah kerja		
		Keselamatan kerja		
		Data		
		Kesimpulan		
		Tampilan laporan		
	Dst			

Nilai :

Jumlah skor x 4 =

c) Instrument penilaian pengetahuan

Tes tertulis

Uraian/essay

1. Bagaimana syarat produk dapat dikatakan sebagai hasil bioteknologi? Mengapa?
2. Jelaskan perbedaan bioteknologi tradisional dan modern!
3. Tuliskan hasil praktikum yang telah dilakukan!
4. Jelaskan perbedaan hasil kadar alkohol dari kedua jenis tapai! Mengapa?
5. Jelaskan kesimpulan dari hasil praktikum!

Rubrik Penilaian Pengetahuan

Soal	Skor
1	20
2	20
3	20
4	30
5	10
Jumlah	100

Format Penilaian Pengetahuan

No	Nama Siswa	Soal	Jumlah Skor	Nilai
		1		
		2		
		3		
		4		
		5		
	dst			

Palembang,

Mengetahui,

Kepala Sekolah.....

Mahasiswa,

.....
NIP.....

Resti Ulandari
11222044

Lampiran 5c. Lembar Kerja Siswa (LKS)

LEMBAR KERJA SISWA

SK : 5. Memahami prinsip-prinsip dasar bioteknologi serta implikasinya pada Salingtemas

KD : 5.1 Menjelaskan arti, prinsip, dasar, dan jenis-jenis bioteknologi

Metode : Eksperimen

Judul : Uji Kadar Alkohol pada Tapai Ketan Putih dan Singkong

Materi : Bioteknologi

Kelas : XII SMA/MA

Tujuan : Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemberian dosis ragi yang berbeda terhadap kadar alkohol pada fermentasi tapai ketan putih dan singkong

A. Pendahuluan

1. Bioteknologi

Bioteknologi berasal dari istilah latin yaitu *bio* (hidup), *tekno* (teknologi = penerapan), dan *logos* (ilmu), yang secara harfiah berarti ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi. Sebenarnya, prinsip dasar bioteknologi telah diterapkan sejak ribuan tahun yang lalu. Namun, saat itu para leluhur manusia tidak mengenalnya sebagai bioteknologi. Istilah bioteknologi baru muncul sekitar 1970-an, yaitu setelah sekelompok ilmuwan berhasil melakukan rekayasa genetika terhadap makhluk hidup. Berdasarkan proses dan peralatan yang digunakan, bioteknologi dapat dibedakan atas bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.

a) Bioteknologi konvensional

Bioteknologi konvensional merupakan praktik bioteknologi yang digunakan dilakukan dengan cara dan peralatan sederhana. Praktik

bioteknologi yang demikian telah dilakukan sejak ribuan tahun yang lalu untuk menghasilkan berbagai produk (barang). Contohnya bir, wine, tuak, sake, yoghurt, roti, keju, kecap, tempe, tapai, dan oncom.

b) Bioteknologi modern

Bioteknologi modern merupakan praktik bioteknologi yang diperkaya dengan rekayasa genetika, yaitu suatu teknik manipulasi materi genetika. Contohnya, dihasilkannya tanaman tahan hama dan penyakit, buah-buahan berserat tahan lama, dan ternak yang mampu menghasilkan susu dalam jumlah yang lebih banyak.

2. Fermentasi

Istilah fermentasi berasal dari bahasa latin *fervare* yang berarti mendidih. Istilah ini digunakan untuk menggambarkan aksi ragi dalam ekstrak buah atau biji-bijian yang menghasilkan gelembung-gelembung gas karbondioksida sebagai akibat proses katabolisme anaerob dari gula yang terdapat dalam ekstrak. Ahli biokimia mengartikan fermentasi sebagai suatu proses pembentukan energi melalui katabolisme senyawa organik. Sedangkan kalangan mikrobiologi industri mengartikan fermentasi sebagai proses pemanfaatan mikroba untuk menghasilkan produk. Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang pada hakekatnya telah lama dilakukan oleh nenek moyang kita secara tradisional dengan produk-produknya yang sudah biasa dimakan orang sampai sekarang, seperti tempe, oncom, tapai, dan lain-lain.

3. Alkohol

Alkohol berasal dari bahasa Arab yakni *al-kuhl* (*al-kohl*), artinya senyawa yang mudah menguap. Bahan kimia organik ini adalah salah satu senyawa kimia tertua yang telah dikenal umat manusia. Alkohol berupa larutan jernih tak berwarna, beraroma khas yang dapat diterima, berfasa cair pada temperatur kamar, dan mudah terbakar. Alkohol adalah senyawa hidrokarbon berupa gugus *hydroxyl* (-OH) dengan 2 atom karbon (C). Spesies alkohol yang banyak digunakan adalah $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ yang disebut metil alkohol (*metanol*), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ yang diberi nama etil alkohol (*etanol*), dan $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ yang disebut *iso propil* alkohol (IPA) atau *propano-2*. Dalam

dunia perdagangan yang disebut alkohol adalah etanol atau etil alkohol atau metil karbinol dengan rumus kimia C_2H_5OH . Berat jenisnya pada $15^{\circ}C$ adalah sebesar 0,7939 dan titik didihnya $78,32^{\circ}C$ pada tekanan 76 mmHg. Sifatnya yang lain adalah larut dalam air dan eter dan mempunyai panas pembakaran 328 Kkal.

4. Tapai

Tapai (sering dieja sebagai tape) atau *uli* (bahasa Betawi) adalah salah satu makanan tradisional Indonesia yang dihasilkan dari proses peragian (fermentasi) bahan pangan berkarbohidrat atau sumber pati, seperti singkong atau ubi kayu dan beras ketan yang melibatkan ragi didalam proses pembuatannya.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian erlenmeyer, nampan, daun pisang, kukusan, baskom, pisau, kompor/alat pemasak, timbangan, neraca ohaus, dan panci.

2. Bahan

Ketan putih, Singkong, ragi, larutan indikator phenolphtalien 1 % dan larutan NaOH 0,1 M, aquades, air.

C. Cara Kerja

1. Pembuatan Tapai Ketan Putih

- g) Ketan putih sebanyak 0,5 kg dibersihkan/dicuci
- h) Kemudian dimasak dengan panci atau bisa menggunakan magic com
- i) Setelah masak kemudian didinginkan di wadah.
- j) Kemudian timbang ketan putih dibagi menjadi 3 bagian masing-masing seberat 100 g untuk 3 perlakuan ragi
- k) Selanjutnya taburkan serbuk ragi masing-masing sebanyak 0,5%, 1 %, dan 1,5% b/b selanjutnya diaduk sampai rata. Langkah selanjutnya dimasukkan kedalam wadah yaitu dari daun pisang ditutup rapat.
- l) Difermentasi selama 3 hari pada suhu kamar

2. Pembuatan Tapai Singkong

- Singkong sebanyak 0,5 kg dibersihkan/dicuci
- Kemudian dimasak/direbus dengan panci atau bisa menggunakan magic com
- Setelah masak kemudian didinginkan di wadah
- Kemudian timbang singkong dibagi menjadi 3 bagian masing-masing seberat 100 g untuk 3 perlakuan ragi
- Selanjutnya taburkan serbuk ragi masing-masing sebanyak 0,5%, 1 %, dan 1,5% b/b selanjutnya diaduk sampai rata. Langkah selanjutnya dimasukkan kedalam wadah yaitu dari daun pisang ditutup rapat.
- Difermentasi selama 3 hari pada suhu kamar

3. Penghitungan Kadar Alkohol

Massa bahan ditimbang sebanyak 10 gram, dimasukkan dalam erlenmeyer ditambah larutan pp 3 tetes dan aquades 50 cc. Setelah diaduk dititrasi dengan larutan NaOH sampai larutan tapai berubah warna menjadi merah muda. Setelah berubah warna titrasi dihentikan kemudian dilihat volume larutan NaOH yang digunakan yang selanjutnya jumlah tersebut digunakan untuk menghitung kasar kadar alkohol yang terkandung dalam tapai (Yulianti, 2014).

$$[\text{Kadar Alkohol}] = \frac{a \times M \times \text{Mr}_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \times \text{pengenceran}}{\text{berat contoh} \times 100} \times 100\%$$

Keterangan: a = rata-rata hasil titrasi (ml)

M = molaritas NaOH (0,1M)

Mr = masaa relatif $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ = 46

D. Tulis Hasil Pengamatan ke dalam Tabel

Tabel 1. Pengukuran Kadar Alkohol dari Hasil Praktikum

Bahan	Kadar Ragi yang digunakan (%)		
	0,5%	1%	1,5%
Tapai Singkong			
Ketan Putih			

E. Bahan Diskusi

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

1. Bagaimana keadaan tapai singkong setelah difermentasi dengan menggunakan ragi?

.....
.....

2. Bagaimana keadaan tapai ketan putih setelah difermentasi dengan menggunakan ragi?

.....
.....

3. Bagaimana kadar alkohol yang dihasilkan dengan perlakuan ragi yang berbeda pada kedua tapai? Jelaskan!

.....
.....

4. Diantara kedua jenis tapai tersebut mana yang memiliki kadar alkohol yang tinggi. Jelaskan mengapa!

.....
.....
.....

5. Tuliskan kesimpulan dari praktikum tersebut!

.....
.....
.....

Lampiran 6. Lembar Validasi Pakar

Lampiran 6a. Lembar Validasi Pakar tentang Kevalidan LKS Praktikum

LEMBAR VALIDASI PAKAR TENTANG KEVALIDAN LKS PRAKTIKUM

Nama Validator :

Petunjuk

Silahkan beri tanda (√) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas LKS.

No	ASPEK YANG DIMINTA	Penilaian			
		1	2	3	4
	Format				
1	LKS memuat: Judul LKS, Tujuan Pembelajaran yang akan dicapai, Materi Pembelajaran, Petunjuk Pelaksanaan Praktikum, Pertanyaan Diskusi dan tempat kosong untuk menulis jawaban.				
2	Keserasian tulisan dan tabel pada LKS				
	Isi				
3	Kebenaran materi				
4	Kesesuaian antara pokok bahasan bioteknologi dengan kegiatan pada LKS				
5	Kesesuaian antara permasalahan yang disajikan dengan sub pokok bahasan dampak pemanfaatan bioteknologi				
6	Peran LKS untuk mendorong siswa mencari sendiri jawaban lain dari materi yang dipelajari				
	Bahasa				
7	Kemudahan siswa dalam memahami bahasa yang digunakan				

8	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				
9	Tugas-tugas dalam LKS tidak menimbulkan makna ganda/ambigu				
10	Pengorganisasiannya sistematis				

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang,2015

Validator

()

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN LKS PRAKTIKUM

Mata Pelajaran : Biologi
Materi : Bioteknologi
Kelas/Semester : XII/2 (SMA/MA)
Nama Validator :

Hari/Tanggal	Revisi/Saran/Komentar	Tanda Tangan

Lampiran 6c. Lembar Validasi Pakar Tentang Kevalidan RPP Penelitian

**LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN RPP PENELITIAN**

Nama Validator :

Petunjuk : Silahkan beri tanda ($\sqrt{\quad}$) pada kolom yang sesuai.
Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas dari RPP penelitian.

NO.	ASPEK	INDIKATOR	SKOR			
			1	2	3	4
1.	Isi(Content)	1. Kebenaran isi/materi				
		2. Pengelompokkan dalam bagian-bagian yang logis				
		3. Kesesuaian dengan kurikulum KTSP				
		4. Kesesuaian dengan prinsip <i>Open-Ended</i>				
		5. Kelayakan sebagai kelengkapan pembelajaran				
		6. Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				
2.	Struktur dan Navigasi (Construct)	1. Kejelasan pembagian materi				
		2. Pengaturan ruang/tata letak				
		3. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai				
3.	Bahasa	1. Kebenaran tata bahasa				
		2. Kesederhanaan struktur kalimat				
		3. Kejelasan struktur kalimat				
		4. Sifat komunikatif bahasa yang digunakan				

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, September 2015

Validator

()

RIWAYAT HIDUP



Nama saya Resti Ulandari. Saya lahir di desa Tebedak Kec. Payaraman Kab. Ogan Ilir Kota Palembang, tepatnya pada hari Sabtu, 9 Oktober 1993. Saya anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ahmad Sayadi dan Ibu Muryani. Pendidikan dasar saya diselesaikan pada tahun 2005 di SD Negeri 01 Tebedak, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama saya diselesaikan pada tahun 2008 di SMP PGRI Tebedak, pada tahun 2011, saya menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 01 Tanjung Batu. Pada tahun itu juga, saya melanjutkan kuliah pada program studi pendidikan Biologi di Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang yang saya selesaikan pada tahun 2015.