

THE EFFECT OF OLD FERMENTATION ON WHITE ALCOHOL LEVELS (*Oryza Sativa Glutinosa*) AS A MODULE DESIGN IN THE CONVENTIONAL BIOTECHNOLOGY CONCEPT OF GRADE XII HIGH SCHOOL

Handayani, Imam Mahadi, Irda Sayuti

Email: handayani@gmail.com, i_mahadi@yahoo.com, irdasuyuti63@gmail.com

Telfon: +6282382083393

*Study Program of Biology,
Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau*

Abstract: *This study aims to study fermentation with alcohol content of tapai pulut putih (*Oryza sativa glutinosa*) based on conventional biotechnology concepts and fermentation time on alcohol content of tapai pulut putih (*oryza sativa glutinosa*) as a module designed on conventional biology class XII high school concepts. The research method consisted of two preparations, namely the making of Tapai Pulut Putih (*Oryza sativa glutinosa*) and the manufacture of a Biology High School module design. This research was conducted at the Laboratory of Biology Education Study Program FKIP University of Riau to produce white tapai pulut and measurements of alcohol content, temperature, and pH, starting in April to June 2018. This study used an experimental method with Completely Randomized Design (CRD) with 6 works and 3 results obtained 18 experimental planning. From the research conducted, it can be concluded that the duration of fermentation of white tapai pulut determines the alcohol content. The highest alcohol content at 42 hours fermentation time is equal to 0.75% while the duration of fermentation affects the decrease in the pH value of the substrate seen at 12 hours fermentation time, pH 4.80 and does not support changes in substrate temperature.*

Key Words: *White Fermented Tofu, Alcohol, Conventional Biotechnology*

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KADAR
ALKOHOL TAPAI PULUT PUTIH (*Oryza Sativa Glutinosa*)
SEBAGAI RANCANGAN MODUL PADA KONSEP
BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL KELAS XII SMA**

Handayani, Imam Mahadi, Irda Sayuti

Email: handayani@gmail.com, i_mahadi@yahoo.com, irdasuyuti63@gmail.com

Telfon: +6282382083393

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fermentasi serta kadar alkohol tapai pulut putih (*Oryza sativa glutinosa*) pada konsep bioteknologi konvensional dan pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol tapai pulut putih (*oryza sativa glutinosa*) sebagai rancangan modul pada konsep bioteknologi konvensional kelas XII SMA. Metode penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pembuatan Tapai Pulut Putih (*Oryza sativa glutinosa*) dan tahap perancangan modul Biologi SMA. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau untuk pembuatan tapai pulut putih dan pengukuran kadar alkohol, suhu, dan pH, dimulai dari bulan April sampai Juni 2018. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 18 rancangan percobaan. Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa lama waktu fermentasi tapai pulut putih berpengaruh nyata terhadap kadar alkohol. Kadar alkohol tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 42 jam yaitu sebanyak 0,75% sedangkan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap penurunan nilai pH substrat terlihat pada lama waktu fermentasi 12 jam yaitu pH 4,80 dan tidak berpengaruh terhadap perubahan suhu substrat.

Kata Kunci: Fermentasi Tapai Pulut Putih, Alkohol, Bioteknologi Konvensional

PENDAHULUAN

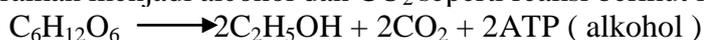
Indonesia sebagai Negara agraris mempunyai banyak sumber bahan baku, salah satunya adalah beras pulut putih (*Oryza sativa* L. Var *glutinosa*) atau pulut putih dalam bahasa Melayu. Beras pulut merupakan tanaman yang berasal dari asia yang kini sudah tersebar luas ke seluruh dunia, termasuk Indonesia. Dibeberapa Negara seperti Laos dan Thailand beras pulut digunakan sebagai makanan pokok, dikarenakan kandungan karbohidratnya yang tinggi (Haryadi dalam Rustriningsih, 2017). Menurut sumber dari Direktorat Gizi, dalam Haryadi (2013) beras pulut putih (*Oryza sativa* L. Var *glutinosa*) merupakan bahan yang mempunyai kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 79,40 gram dalam 100 gram bahan.

Beras pulut putih sering digunakan untuk membuat tapai atau yang di kenal dengan tapai pulut putih. Kuliner tapai pulut putih merupakan makanan yang digunakan oleh masyarakat melayu pada perayaan adat istiadat terutama pada hari hari besar seperti pesta pernikahan, lebaran dan acara hari-hari besar lainnya. Pada zaman dahulu tapai pulut putih dijadikan sebagai sajian para raja. Menurut Hidayat (2006), menyatakan bahwa pada dasarnya ada dua tipe tapai, yaitu tapai pulut dan tapai singkong. Tapai memiliki rasa manis dan sedikit mengandung alcohol , memiliki aroma, bertekstur lunak dan berair.

Pulut putih merupakan salah satu produk hasil fermentasi yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan Tapai. Bahan-bahan tersebut dikukus hingga matang, dihamparkan ditempah dan setelah dingin dibubuhi ragi, kemudian campuran itu ditaruh dalam belangga, ditutup dengan daun pisang dan disimpan dalam tempat sejuk. Tak lama kemudian dikhamirkan karna daya kerja organisme – organisme yang terdapat dalam ragi.

Bahan bahan yang mengandung monosakarida ($C_6H_{12}O_6$ Sebagai glukosa) dapat langsung di fermentasi, tetapi disakarida, pati ataupun karbohidrat kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang lebih sederhana yaitu monosakarida. Oleh karna itu agar tahap-tahap fermentasi menjadi optimal, bahan bahan tersebut harus mengalami perlakuan terlebih dahulu sebelum masuk dalam proses fermentasi.

Fermentasi yang terjadi pada pembuatan Tapai pulut putih ini adalah fermentasi alcohol, dimana terjadi penguraian gula menjadi etil alcohol dan CO_2 . Pada suhu dan kondisi yang cocok fermentasi akan terus berjalan sampai semua komponen gula habis di uraikan menjadi alcohol dan CO_2 seperti reaksi berikut ini:



Lama fermentasi memberikan pengaruh dalam kualitas suatu produk. Produk fermentasi adalah produk yang dapat diterima baik secara kenampakan, aroma serta nutrisi yang dihasilkan. Fermentasi dibantu oleh mikroorganisme yang memiliki fase hidu logaritmik. Menurut Wahab (2013), untuk mendapatkan produk fermentasi yang terbaik harus mengetahui fase pertumbuhan optimal dari mikroorganisme yang dimanfaatkan tersebut. Untuk memperoleh hasil fermentasi yang optimum, persyaratan untuk pertumbuhan ragi harus diperhatikan, yaitu: pH dan kadar karbohidrat dari substrat, temperatur selama fermentasi, dan kosentrasi dari ragi itu sendiri.

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Weni Andriani (2016) pembuatan tapai pulut hitam dilakukan dengan waktu fermentasi lama fermentasi yang

berbeda yaitu 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, 120 jam dengan 500 gram pulut hitam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi Tapai pulut hitam yang terbaik untuk dikonsumsi adalah pada perlakuan lama fermentasi 72 jam atau 3 hari yang memiliki rerata kadar alkohol 1.03%, rerata suhu 32.16⁰ C, rerata nilai pH 4.03 dan menghasilkan organoleptik yang disukai oleh konsumen. Karena penelitian tapai pulut hitam dengan lama fermentasi berbeda telah dilakukan, maka peneliti tertarik untuk mengetahui bagaimanakah hasil pembuatan tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi sesuai dengan saran peneliti sebelumnya yang menyarankan sebaiknya pada pembuatan tapai pulut putih, waktu yang digunakan jangan terlalu lama.

Pemda Bengkalis saat ini sedang menggalakan program pemanfaatan potensi lokal meliputi kuliner khas daerah, adat istiadat ataupun kebudayaan lokal melalui sektor pendidikan dan pariwisata. Disamping itu, Pemda Bengkalis juga sedang memperkenalkan kuliner khas daerah melalui pendidikan di sekolah agar dapat menumbuhkan minat siswa terhadap kecintaan terhadap kelestarian makanan tradisional khas daerah, disamping itu juga berpotensi sebagai jalur peluang usaha home industri atau usaha rumahan bagi masyarakat.

Dengan memperkenalkan makanan khas daerah ini kepada siswa melalui kegiatan belajar akan memotivasi siswa untuk mencintai dan mengembangkan potensi-potensi kuliner khas daerahnya, sehingga diharapkan melalui kegiatan belajar dapat melestarikan kearifan lokal berupa kuliner khas daerah melayu salah satunya Tapai pulut putih ini (Dinas Pariwisata Kab. Bengkalis, 2016)

Berdasarkan hasil wawancara beberapa sekolah di wilayah kecamatan Mandau yaitu SMA 1 Pinggir dan SMA 2 Mandau bahwa teridentifikasi permasalahan yaitu belum adanya modul bioteknologi pangan yang memanfaatkan potensi daerah sebagai bahan utama dalam praktikum pembuatan tapai pada materi bioteknologi konvensional. Selama ini modul yang digunakan hanya berpatokan kepada teori yang ada dalam buku ajar yang hanya berisi uraian materi dan kumpulan soal-soal. Selain itu, dalam praktikum pembuatan tapai pada materi bioteknologi konvensional yang ada di sekolah biasanya hanya menggunakan bahan dasar dari ubi kayu (*Manihot utilisima*). Padahal pembuatan tapai juga dapat menggunakan bahan pangan lain yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi misalnya : beras pulut putih (Pulut putih yang banyak di kecamatan Mandau yang dijadikan sebagai tapai pulut putih sebagai kuliner khas melayu). Oleh karenanya, hasil penelitian ini berpotensi untuk dijadikan sumber belajar pada proses pembelajaran Biologi SMA pada materi bioteknologi konvensional. Potensi yang dimaksud berupa rancangan dalam bentuk Modul yang mampu mengembangkan kreativitas siswa dalam pelajaran biologi khususnya pada konsep bioteknologi pangan.

Tapai pulut putih adalah kuliner khas masyarakat melayu yang sudah menjadi kearifan lokal yang perlu dilestarikan . Oleh karena itu perlu diperkenalkan kepada generasi penerus salah satunya kepada peserta didik di sekolah.

Dengan demikian, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tapai Pulut Putih (*Oryza Sativa Glutinosa*) Sebagai Rancangan Modul pada Konsep Bioteknologi Konvensional Kelas XII SMA”

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pembuatan Tapai Pulut Putih (*Oryza sativa glutinosa*) dan tahap perancangan modul Biologi SMA. Secara rinci diuraikan sebagai berikut :

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau untuk pembuatan tapai pulut putih dan pengukuran kadar alkohol, suhu, dan pH, dimulai dari bulan April sampai Juni 2018.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari erlenmeyer 250 ml, labu ukur 100 ml, pipet volum 25 ml, pipet volum 1 ml, pipet ukur 5 ml, timbangan analitik, gelas ukur, gelas arloji, mortar, wadah masak (panci), wadah fermentasi, alat destilasi, alat penyaring, gelas ukur 1 liter, labu ukur, alkohol meter, pH meter, alat tulis menulis, kompor, dandang, loyang, sendok, plastik dan ember. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Tapai Pulut Putih (*Oryza sativa glutinosa*) yang berasal dari kecamatan Mandau, ragi Tapai *Saccharomyces cerevisiae*, *Fenolftalein* (PP), daun pisang, aquades, kertas label, lakban bening dan plastik bening

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 18 rancangan percobaan.

Rancangan ini di modifikasi dari Alma Unika (2015) dengan masing-masing perlakuan dan kontrol sebagai berikut :

P0 = Beras pulut putih (200gr) + Ragi 1% (Lama fermentasi 12 jam)

P1 = Beras pulut putih (200gr) + Ragi 1% (Lama fermentasi 18 jam)

P2 = Beras pulut putih (200gr) + Ragi 1% (Lama fermentasi 24 jam)

P3 = Beras pulut putih (200gr) + Ragi 1% (Lama fermentasi 30 jam)

P4 = Beras pulut putih (200gr) + Ragi 1% (Lama fermentasi 36 jam)

P5 = Beras pulut putih (200gr) + Ragi 1% (Lama fermentasi 42 jam)

Adapun tahapan pembuatan tapai pulut putih yaitu : Timbang 1,5 Kg beras pulut putih dan ditampi untuk menghilangkan kotorannya dan dicuci dengan air sampai bersih. Beras pulut dimasukkan ke dalam dandang dan di tanak selama 60 menit. Setelah matang, diangkat atau ditiriskan dan didinginkan pada suhu ruangan selama \pm 1 jam. Setelah didinginkan, ditimbang masing-masing dengan berat 200 gram didalam wadah sebanyak 6 sampel. Proses fermentasi, Dari 6 sampel tersebut kemudian masing-masing sampel diberi ragi sebanyak 1 gram. Pulut putih yang sudah ditaburi ragi didalam wadah yang dilapisi daun pisang kemudian tutup rapat. Pengamatan fermentasi dilakukan dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu dengan melakukan pengamatan setiap 12 jam, 18 jam, 24 jam, 30 jam, 36 jam dan 42 jam.

Pada pembuatan tapai beras pulut putih data yang diperoleh akan dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis secara kuantitatif dilakukan terhadap pengukuran kadar alkohol dan pH Tapai pulut putih. Sedangkan analisis secara kualitatif dilakukan pada uji organoleptik (aroma, warna, rasa, dan tekstur) terhadap hasil fermentasi tapai beras pulut putih.

Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dilakukan analisis varian (ANOVA) dimana variabel bebas berupa lama fermentasi dan variabel terikat adalah parameter

yang akan diukur. Apabila terdapat perbedaan antara perlakuan, maka dilakukan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses pembuatan tapai pulut putih, selanjutnya tahap pertama tapai pulut putih akan dianalisis untuk melihat ada tidaknya pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, suhu dan pH. Sedangkan untuk menilai mutu dari tapai pulut putih, dilakukan pengukuran organoleptik terhadap aspek aroma, warna, rasa, dan tekstur tapai. Tahap kedua adalah tahap perancangan Modul yang dikembangkan sesuai dengan hasil penelitian.

A. Kadar Alkohol Tapai Pulut Putih

Setelah dilakukan pengukuran kadar alkohol tapai pulut putih di laboratorium maka diperoleh data hasil penelitian, selanjutnya data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian. Analisis varian yang dilakukan terhadap data tersebut untuk melihat ada tidaknya pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol tapai pulut putih. Berdasarkan hasil analisis varian, lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar alkohol tapai pulut putih. Rata-rata kadar alkohol tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rata-rata Kadar Alkohol Tapai pulut putih Berdasarkan Lama Fermentasi

Lama Pelakuan (Jam)	Kadar alkohol
PO (12 Jam)	0,15 f
P1 (18 Jam)	0,26 e
P2 (24 Jam)	0,33 d
P3 (30 Jam)	0,41 c
P4 (36 Jam)	0,60 b
P5 (42 Jam)	0,75 a

Keterangan : Angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT pada taraf 5%.

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat beda nyata terhadap masing-masing perlakuan yang berupa lama fermentasi terhadap kadar alkohol tapai pulut putih. Tabel 1 menunjukkan bahwa semua hasil yang berbeda nyata, dimana perlakuan P5 dengan lama fermentasi 42 jam menghasilkan rerata kadar alkohol tapai pulut putih yang paling tinggi yaitu sebesar 0,75% dan untuk hasil rerata kadar alkohol tapai pulut putih yang paling rendah adalah pada perlakuan P0 dengan lama fermentasi 12 jam sebesar 0,15%. Dari hasil pengujian kadar alkohol tapai pulut putih lama fermentasi 42 jam merupakan waktu fermentasi yang menghasilkan rerata kadar alkohol paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lama fermentasi 12 jam, 18 jam, 24 jam, 30 jam, dan 36 jam.

B. Suhu Tapai Pulut putih

Berdasarkan hasil analisis varian dapat diketahui bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap suhu tapai pulut putih. Rata-rata hasil pengukuran suhu berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Rata-rata suhu tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi

Lama Pelakuan (Jam)	Suhu (°C)
P0 (12 Jam)	29
P1 (18 Jam)	30
P2 (24 Jam)	31
P3 (30 Jam)	31
P4 (36 Jam)	32
P5 (42 Jam)	33

Perlakuan P0, P1, P2, P3, P4, dan P5. Lama perlakuan P5 dengan lama fermentasi 42 jam menghasilkan rerata suhu tapai pulut putih yang paling tinggi yaitu sebesar 33°C dan untuk hasil rerata suhu tapai pulut putih yang paling rendah adalah pada perlakuan P0 dengan lama fermentasi 12 jam sebesar 29°C. Dari hasil pengujian suhu tapai pulut putih lama fermentasi 42 jam merupakan waktu fermentasi yang menghasilkan rerata suhu paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lama fermentasi 12 jam, 18 jam, 24 jam, 30 jam, dan 36 jam.

C. pH Tapai Pulut Putih

Ph merupakan faktor lain yang dapat mempengaruhi proses fermentasi. pH merupakan salah satu parameter untuk menunjukkan tingkat keasaman dari tapai yang dihasilkan. Setelah dilakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter data hasil pengukuran dianalisis menggunakan analisis varian. Rata-rata hasil pengukuran pH berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Rata-rata pH tapai pulut putih Berdasarkan Lama Fermentasi

Lama Pelakuan (Jam)	pH
P0 (12 Jam)	4,80
P1 (18 Jam)	4,65
P2 (24 Jam)	4,40
P3 (30 Jam)	4,20
P4 (36 Jam)	4,05
P5 (42 Jam)	3,89

Perlakuan P0 dengan lama fermentasi 12 jam menghasilkan rerata pH tapai pulut putih yang paling tinggi yaitu sebesar 4,80 dan untuk hasil rerata pH tapai pulut putih yang paling rendah adalah pada perlakuan P5 dengan lama fermentasi 42 jam sebesar 3,89. Dari hasil pengujian suhu tapai pulut putih lama fermentasi 12 jam merupakan waktu fermentasi yang menghasilkan rerata pH paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lama fermentasi 18 jam, 24 jam, 30 jam, 36 jam, dan 42 jam.

D. Organoleptik Tapai Pulut Putih

1. Uji Mutu Organoleptik Tapai Pulut Putih

Uji mutu organoleptik bertujuan untuk mengetahui karakteristik tapai pulut putih akibat perlakuan yang diuji terhadap tekstur, warna, aroma dan rasa dengan skala nilai 1-4. Hasil uji mutu hedonik tapai pulut putih dapat dilihat sebagai berikut :

a. Organoleptik Tekstur

Hasil rerata uji organoleptik tekstur tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Rerata hasil uji organoleptik tekstur tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi

Lama Perlakuan (Jam)	Tingkat kelunakan	
	Rerata	Kriteria
P0 (12 Jam)	2	Agak lunak, bekas tekanan tidak terlalu dalam.
P1 (18 Jam)	2.5	Agak lunak, bekas tekanan tidak terlalu dalam.
P2 (24 Jam)	3	Lunak, bekas tekanan dalam
P3 (30 Jam)	3.2	Lunak, bekas tekanan dalam
P4 (36 Jam)	3.5	Sangat lunak, bekas tekanan dalam dan lembek
P5 (42 Jam)	4	Sangat lunak, bekas tekanan dalam dan lembek

Berdasarkan Tabel 4, kriteria nilai yang diberikan responden adalah 4, 3, 2 dan 1. Rata-rata untuk tekstur Tapai yang agak lunak panelis memilih lama fermentasi 12 jam hingga lama fermentasi 18 jam, alasan panelis memilih agak lunak karena apabila Tapai tersebut ditekan, akan terasa lembek dan mengeluarkan sedikit air. Untuk tekstur Tapai yang lunak, panelis memilih lama fermentasi 24 jam hingga lama fermentasi 36 jam, alasan panelis memilih lunak adalah karena apabila Tapai tersebut ditekan maka Tapai akan terasa lembek dan banyak mengeluarkan air, sedangkan untuk tekstur Tapai yang sangat lunak panelis memilih lama fermentasi 42 jam, alasan panelis memilih sangat lunak karena Tapai tersebut apabila diberikan tekanan, akan terasa lembek dan

mengeluarkan banyak air. Tekstur merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan kualitas Tapai, selama fermentasi akan terjadi perubahan struktur dari Tapai yang dipengaruhi oleh aktivitas mikroba dalam proses fermentasi.

b. Organoleptik aroma

Selain tekstur, aroma juga merupakan salah satu alasan orang memilih suatu makanan. Rerata hasil uji organoleptik aroma Tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 5. Rerata hasil uji organoleptik aroma Tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi

Perlakuan	Tingkat aroma khas Tapai	
	Rerata	Kriteria
P0 (12 Jam)	2.4	Khas Tapai mulai menyengat, memiliki aroma alkohol dan sedikit asam.
P1 (18 Jam)	3	Khas Tapai mulai menyengat, memiliki aroma alkohol yang asam
P2 (24 Jam)	3.6	Khas Tapai mulai menyengat, memiliki aroma alkohol yang asam
P3 (30 Jam)	3	Khas Tapai mulai menyengat, memiliki aroma alkohol yang asam
P4 (36 Jam)	2.7	Agak khas Tapai mulai menyengat, memiliki aroma alkohol dan yang asam.
P5 (42 Jam)	2	Agak khas Tapai mulai menyengat, , memiliki aroma alkohol dan sedikit asam.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa untuk aroma Tapai dengan kriteria khas Tapai, panelis memilih lama fermentasi 24 jam hingga 42 jam. Alasan panelis memilih khas Tapai karena Tapai tersebut sudah memiliki aroma alkohol yang asam yang disukai oleh panelis. Untuk aroma Tapai dengan kategori agak khas Tapai, panelis memilih lama fermentasi 12 jam dan 18 jam. Alasan panelis memilih agak khas Tapai karena Tapai tersebut memiliki aroma alkohol dan sedikit asam.

c. Organoleptik warna

Rerata hasil uji organoleptik warna Tapai pulut putih dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 6. Rerata hasil uji organoleptik warna Tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi

Lama Perlakuan (Jam)	Tingkat warna	
	Rerata	Kriteria
P0 (12 Jam)	2.3	Berwarna putih kekuningan
P1 (18 Jam)	2.5	Berwarna putih kekuningan
P2 (24 Jam)	3	Berwarna kuning
P3 (30 Jam)	3	Berwarna kuning
P4 (36 Jam)	3.7	Bewarna kuning pekat
P5 (42 Jam)	4	Bewarna kuning pekat

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa untuk warna Tapai dengan bewarna putih kekuningan panelis memilih lama fermentasi 12 jam dan 18 jam, alasan panelis memilih kriteria putih karena Tapai tersebut putih tetapi agak kekuningan. Untuk warna Tapai yang putih panelis memilih lama fermentasi 24 jam, 30 jam, 36 jam dan 42 jam. Alasan panelis memilih kriteria putih karena Tapai tersebut sudah berwarna putih seluruhnya dan tidak lagi ditemukan warna kekuningan pada Tapai, sehingga panelis mengambil kesimpulan bahwa warna Tapai tersebut adalah putih.

d. Organoleptik rasa

Selain tekstur, aroma dan warna, rasa dari suatu produk makanan sangat menentukan produk tersebut disukai oleh konsumen atau tidak. Rerata hasil uji organoleptik rasa dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7. Rerata hasil uji organoleptik rasa Tapai pulut putih berdasarkan lama fermentasi

Lama Perlakuan (Jam)	Tingkat warna	
	Rerata	Kriteria
P0 (12 Jam)	1	Tidak manis, tidak memiliki rasa khas tapai
P1 (18 Jam)	1,8	Agak manis, memiliki rasa khas tapai
P2 (24 Jam)	3,5	Manis dan sedikit asam, memiliki rasa khas tapai
P3 (30 Jam)	3,7	Sangat manis dan sedikit asam, memiliki rasa khas tapai
P4 (36 Jam)	3.8	Sangat manis dan sedikit asam, memiliki rasa khas tapai
P5 (42 Jam)	4	Sangat manis dan sedikit asam, memiliki rasa khas tapai

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa untuk rasa Tapai dengan kategori suka, panelis memilih lama fermentasi 24 jam, 30 Jam, 36 Jam dan 42 Jam. Alasan panelis memilih suka karena Tapai tersebut memiliki rasa yang enak dan terasa manis. Rasa yang dihasilkan tersebut disebabkan oleh 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.

e. Rancangan Modul Pembelajaran

Tahap selanjutnya yaitu membuat rancangan modul pembelajaran. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka sumber belajar yang dirancang peneliti berupa modul yang kontekstual sesuai dengan hasil penelitian.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan: Hasil penelitian ini melalui uji Anava pada taraf 5% dapat disimpulkan bahwa lama waktu fermentasi tapai pulut putih berpengaruh nyata terhadap kadar alkohol. Kadar alkohol tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 42 jam yaitu sebanyak 0,75% sedangkan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap penurunan nilai pH substrat terlihat pada lama waktu fermentasi 12 jam yaitu pH 4,80 dan tidak berpengaruh terhadap perubahan suhu substrat. Berdasarkan analisis kurikulum dan analisis bahan ajar pada KD 3.10 dan 4.10 hasil penelitian dapat dijadikan sebagai rancangan modul pembelajaran pada konsep Bioteknologi Konvensional materi fermentasi di SMA. Modul dari hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan ajar dalam mendukung proses pembelajaran pada mata pelajaran Biologi pada konsep Bioteknologi Konvensional materi fermentasi di SMA.

Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Disarankan kepada masyarakat untuk dapat melestarikan tapai pulut putih sebagai makanan tradisional.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan guna menganalisis kualitas alkohol yang dihasilkan meliputi analisis densitas, viskositas dan nilai kalor.

DAFTAR PUSTAKA

Dinas Pariwisata Kab. Bengkalis, 2016

Haryadi. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Prenada Media Group. Jakarta.

Hidayat dan Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi. Yogyakarta

Rustringsih, T. 2007. Pengaruh penambahan ammonium sulfat terhadap produksi etanol pada fermentasi pulut putih dengan inokulum *saccharomyces cerevisiae*. Universitas muhamadiyah surakarta

Sediaoetama. 2015. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Bina Ilmu.. Surabaya

Soemartono, dkk. 1980. *Bercocok Tanam Padi*.

Steenis. 2015. *Metode Perancangan Percobaan*. CV. Armico. Bandung

Suliantati dan rahayu. 2014. *Proses Mikrobiologi Pangan (proses kerusakan dan pengolahan)*. USU Press. Medan

Syamsudin. 2005. *Pengembangan Instrument Penilaian Alat Evaluasi Pembelajaran Fisika*. Skripsi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.

Wahab Hadada. 2013. Pembuatan Tapai. (online), <http://wahabhadada.blogspot.com/2018/02/pembuatanTapai.html?m=1> (diakses 18 februari 2018)

Weni andriani. 2015. Kajian lama fermentasi Terhadap kadar alcohol Tapai pulut hitam sebagai pengembangan lembar kerja siswa pada konsep bioteknologi konvensional kelas XII SMA. Skripsi Pendidikan Biologi. FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.

Wikipedia. 2018. Tanaman beras pulut putih. (online). <http://wikipedia.blogspot.com/2018/02/tanamanberaspulutputih.html?m=1> (diakses 20 maret 2018)

Yustina. 2010. *Modul Pembelajaran*. Pekanbaru: FKIP Universitas Riau.