

***THE EFFECT OF FERMENTATION TIME OF PISANG TANDUK
(Musa corniculata J. De Leureiro) AS THE STUDENT WORKSHEET ON
LEARNING BIOLOGY HIGH SCHOOL***

Rita Astat¹, Imam Mahadi², Darmawati³

rita_astati@yahoo.com +6285265452980, i_mahadi@yahoo.com, darmawati_msi@yahoo.com

Study Program of Biology Education
Faculty of Teacher Training and Education
Universitas of Riau

Abstract : *The purpose of this research is to know the influence of fermentation time toward the result of fermented of pisang tanduk (Musa corniculata J. De Leureiro) this research was conducted in December 2016. The result of this research is used for LKS design on conventional biotechnology concept of class XII Senior High School. This research was conducted with 2 phases; those are the stage of making fermented of pisang tanduk by using experiment research and planning phase of LKS. The experimental research was conducted by using Completely Randomized Design (RAL) which consisted of 6 treatments and 3 replications so that 18 experimental designs were obtained. If there are any differences between treatments then continued test Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% level. Parameters observed included alcohol (%), moisture (%), pH and organoleptic levels (color, flavor, texture, and taste). The results showed that fermentation time had significant effect on alcohol content, moisture content, pH, and organoleptic (color, flavor, texture, and taste) the fermented of pisang tanduk (Musa corniculata J. De Leureiro). The best time of fermentation is 42 hours with average alcohol content 0,77%, moisture content 51,27%, pH 3,29 and produces organoleptik favored by panelist. The result of this research has potential as LKS design on conventional biotechnology concept in Biology class XII high school.*

Keyword : *Fermented of pisang tanduk, Fermentation time, Student Worksheet (LKS)*

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TAPAI PISANG TANDUK
(*Musa corniculata* J. De Leureiro) SEBAGAI RANCANGAN
LEMBAR KERJA SISWA (LKS) PADA
PEMBELAJARAN BIOLOGI**

Rita Astaty¹, Imam Mahadi², Darmawati³

rita_astati@yahoo.com +6285265452980, i_mahadi@yahoo.com, darmawati_msi@yahoo.com

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak : Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap hasil tapai pisang tanduk (*Musa corniculata* J. De Leureiro) yang dilaksanakan pada bulan Desember 2016. Hasil penelitian dimanfaatkan untuk perancangan LKS pada konsep bioteknologi konvensional kelas XII SMA. Penelitian ini dilaksanakan dengan 2 tahap yaitu tahap pembuatan tapai dengan menggunakan penelitian eksperimen dan tahap perencanaan LKS. Penelitian eksperimen dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 18 rancangan percobaan. Jika terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Parameter yang diamati meliputi kadar alkohol (%), kadar air (%), pH dan organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar alkohol, kadar air, pH, dan organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa) tapai pisang tanduk (*Musa corniculata* J. De. Leureiro). Lama waktu fermentasi yang terbaik yaitu 42 jam yang memiliki rerata kadar alkohol 0,77%, kadar air 51,27%, pH 3,29 dan menghasilkan organoleptik yang disukai panelis. Hasil penelitian ini berpotensi sebagai rancangan LKS pada konsep bioteknologi konvensional pada mata pelajaran Biologi kelas XII SMA.

Kata kunci : *Tapai pisang tanduk, lama fermentasi, LKS*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah yang beriklim tropis yang subur bagi pertumbuhan banyak jenis tanaman. Salah satu tanaman yang dapat tumbuh dengan subur adalah buah pisang. Jenis tanaman ini sangat mudah ditemukan diberbagai tempat dan juga dengan hasil panen yang tinggi. Salah satunya adalah daerah Kepulauan Riau yang masuk kedalam provinsi penghasil pisang dengan jumlah produksi 7.446 ton pada tahun 2014. Sedangkan untuk kabupaten/kota yang ada di Provinsi Kepulauan Riau, Kabupaten Bintan merupakan produsen pisang terbanyak dengan jumlah produksi 4.324 ton pada tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2016). Pisang mempunyai kandungan gizi yang baik, antara lain menyediakan energi yang cukup tinggi dibandingkan dengan buah-buahan yang lain. Pisang mengandung karbohidrat yang tinggi yaitu sebesar 32 gr/100 gr buah pisang, pisang kaya akan mineral seperti kalium, magnesium, besi, fosfor, dan kalsium (Suyanti dan Ahmad Supriyadi, 2010:15). Dengan kandungan karbohidrat yang terdapat didalam pisang tanduk, maka pisang tanduk dapat dijadikan bahan dasar pembuatan tapai.

Pemanfaatan pisang tanduk saat ini hanya dijadikan keripik dan pisang goreng saja, untuk mempelbagaikan olahan pisang, pemerintah menyarankan melalui diversifikasi pangan sebagai sumber karbohidrat. Salah satu usaha dalam diversifikasi pangan yaitu dengan cara pengolahan pisang tanduk menjadi tapai. Cara ini juga untuk meningkatkan daya guna bahan mentah pisang tanduk. Selain itu penggunaan pisang tanduk sebagai bahan utama pembuatan tapai adalah untuk memanfaatkan potensi daerah penghasil pisang. Salah satu upaya adalah dengan pembuatan tapai pisang tanduk.

Hasil data penelitian mencakup kadar alkohol, kadar air, pH dan organoleptik (warna, aroma, tekstur dan rasa) tapai pisang tanduk. Dari hasil penelitian ini nantinya dapat dimanfaatkan sebagai rancangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dalam pembelajaran Biologi di SMA kelas XII pada materi bioteknologi konvensional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2016 di Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau untuk pembuatan tapai pisang dan pengukuran kadar alkohol, kadar air, dan pH dilakukan di Laboratorium FAPERTA Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Riau. Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pembuatan tapai dengan menggunakan penelitian eksperimen dan tahap perencanaan LKS. Penelitian eksperimen dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 18 rancangan percobaan. Data hasil pengamatan untuk setiap parameter akan dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Jika terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Parameter yang diamati meliputi kadar alkohol (%), kadar air (%), pH dan organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa) tapai pisang tanduk. Data yang dihasilkan merupakan data primer yang diperoleh secara langsung dengan melakukan pengukuran di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Riau. Sementara uji organoleptik

dilakukan oleh 10 orang panelis yang merupakan mahasiswa dilingkungan FKIP UR. Rancangan LKS dilakukan setelah pembuatan tapai pisang tanduk. Hasil penelitian pembuatan tapai pisang tanduk dirancang menjadi salah satu sumber belajar berupa LKS eksperimen Biologi di SMA yang disesuaikan dengan Kompetensi Dasar (KD) yang berkaitan dengan hasil penelitian. Tahap perancangan LKS ini meliputi 2 tahap yaitu analisis dan desain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Alkohol

Nilai rata-rata kada alkohol tapai pisang tanduk berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Rata-rata Kadar Alkohol Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	Kadar Alkohol (%)
P1	12	0,18 ^f
P2	18	0,25 ^e
P3	24	0,31 ^d
P4	30	0,40 ^c
P5	36	0,58 ^b
P6	42	0,77 ^a

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

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa masing-masing perlakuan berupa lama fermentasi memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap kadar alkohol tapai pisang tanduk. Perlakuan P6 dengan lama fermentasi 42 jam menghasilkan rerata kadar alkohol tapai pisang tanduk yang paling tinggi yaitu sebesar 0,77% dan untuk hasil rerata kadar alkohol tapai pisang tanduk yang paling rendah adalah pada perlakuan P1 dengan lama fermentasi 12 jam sebesar 0,18%. Hasil rerata kadar alkohol tapai pisang tanduk tersebut menunjukkan kenaikan tiap perlakuannya, dimana semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi pula kadar alkohol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh adanya proses metabolisme dari khamir yang terdapat pada ragi. Khamir yang terdapat pada ragi pembuatan tapai pisang tanduk adalah dari spesies *Saccharomyces cerevisiae* dimana hasil metabolismenya berupa alkohol. *S.cerevisiae* memecahkan glukosa menjadi alkohol seiring dengan lamanya waktu fermentasi yang berlangsung. Semakin lama waktu fermentasi maka kadar alkohol yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan Setyohadi (2006) yang menyatakan bahwa semakin lama fermentasi maka semakin banyak glukosa yang dirombak menjadi alkohol, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi.

Berdasarkan standar SNI No. 01-4018-1996 batas presentase kadar alkohol yang diperbolehkan dalam bahan makanan dan minuman maksimalnya berada pada kisaran 8-20%. Sedangkan menurut keputusan Fatwa MUI nomor 4 tahun 2003 mengenai pedoman produk halal, komisi Fatwa MUI menetapkan batas maksimal kandungan alkohol yang diperbolehkan terdapat dalam produk pangan yaitu sebesar 1%. Berdasarkan hasil keputusan Fatwa MUI tersebut, maka makanan dan minuman yang mengandung alkohol tidak boleh lebih dari 1%. Hasil pengukuran kadar alkohol pada penelitian ini secara berturut dari yang terendah ke yang tertinggi adalah 0,18%, 0,25%, 0,31%, 0,40%, 0,58%, dan 0,77%. Maka hasil penelitian menunjukkan presentase kadar alkohol sesuai dengan yang ditetapkan oleh Standar SNI No. 01-4018-1996 yaitu sebesar 8-20% dan sesuai pula dengan ketetapan Fatwa MUI yaitu <1%.

Menurut Azizah, dkk (2012) semakin lama waktu fermentasi tapai dapat menyebabkan alkohol yang dihasilkan oleh *S. Cereviseae* akan dipecah oleh bakteri *Acetobacter* menjadi asam. Rasa asam yang dimiliki oleh tapai yang difermentasi dalam waktu yang lama, jika dikonsumsi akan menyebabkan ketidakseimbangan asam basa didalam tubuh yang akan menimbulkan gangguan metabolisme bagi kesehatan. Selain itu menurut Agus Santoso dan Cucut Prakoso (2010), mengkonsumsi tapai dalam jumlah yang berlebihan juga dapat menimbulkan infeksi pada darah dan gangguan pencernaan.

Kadar Air

Nilai rata-rata kada air tapai pisang tanduk berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Rata-rata Kadar air Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	Kadar Air (%)
P1	12	33,95 ^f
P2	18	38,44 ^e
P3	24	41,75 ^d
P4	30	44,07 ^c
P5	36	49,00 ^b
P6	42	51,27 ^a

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

Pada tabel 2 dapat dilihat kadar air tapai pisang tanduk berbeda nyata pada tiap perlakuannya. Dimana perlakuan 6 menghasilkan tapai pisang tanduk dengan kadar air paling tinggi yaitu sebesar 51,27% sedangkan perlakuan 1 menghasilkan tapai pisang tanduk dengan kadar air paling rendah yaitu sebesar 33,95%. Hasil rerata ini menunjukkan kenaikan pada tiap perlakuannya, dimana semakin lama fermentasi yang dilakukan semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan. Meningkatnya kadar air dalam tapai pisang tanduk berkaitan dengan pertumbuhan mikroba berdasarkan lama fermentasi yang digunakan, hal

ini sesuai dengan Desrosier (1988) bahwa proses fermentasi terjadi karena perombakan bahan-bahan yang mengandung karbohidrat (polisakarida atau disakarida) menjadi monodakarida, etanol, asam asetat, karbondioksida dan air dengan bantuan beberapa enzim yang terlibat didalamnya. Meningkatnya kadar air pada tapai pisang tanduk berkaitan dengan fase-fase pertumbuhan *S.cereviseae* yang diawali dari fase adaptasi (Lag phase), fase eksponensial (Log phase), fase stasioner (Stationer phase), dan fase kematian (Death phase). Tingginya kadar air pada Perlakuan 6 yang dihasilkan tapai pisang tanduk dikarenakan pada waktu 42 jam merupakan waktu puncak perombakan pati menjadi glukosa sehingga waktu ini selain menghasilkan alkohol yang tinggi juga meningkatkan kadar air menjadi lebih tinggi pula dari lama fermentasi sebelumnya. Hal ini dijelaskan oleh Srikandi Fardiaz (1992) bahwa perubahan sebagian gula menjadi alkohol dan asam organik (asam asetat) disertai pembentukan ester dan pelepasan air. Sehingga kandungan air dalam bahan semakin meningkat dan berakibat tekstur menjadi lebih lunak.

Menurut Winarno dan Fardiaz (1982) suhu juga mempengaruhi dalam proses fermentasi, karena semakin tinggi suhu lingkungan makareaksi enzimatis akan berlangsung lebih cepat, sehingga pati yang terpecah menjadi alkohol, asam asetat dan air semakin banyak pula. Selain itu kadar air sangat penting dalam bahan pangan karena berperan sebagai pelarut dan bahan pereaksi dari beberapa komponen. Kadar air dalam bahan pangan akan berubah sesuai dengan lingkungan dan pengolahannya, dalam hal ini sangat erat dengan daya awet bahan pangan tersebut (Purnomo, 1995).

pH

Nilai rata-rata pH tapai pisang tanduk berdasarkan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Rata-rata pH Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	pH
P1	12	5,32 ^a
P2	18	4,73 ^b
P3	24	4,22 ^c
P4	30	3,92 ^d
P5	36	3,60 ^e
P6	42	3,29 ^f

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

Pada tabel 3 dapat dilihat pH tapai pisang tanduk berbeda nyata pada tiap perlakuannya. Dimana nilai pH setiap lama fermentasi mengalami penurunan. Nilai pH terendah adalah 3,29 yang terdapat pada lama fermentasi 42 jam dan nilai pH tertinggi adalah 5,32 yang terdapat pada lama fermentasi 12 jam. Pada lama fermentasi 12 jam hingga 30 jam berlangsung menunjukkan bahwa sudah dihasilkannya asam laktat namun

masih dalam jumlah yang sedikit jika dibandingkan dengan lama fermentasi 36 jam dan 42 jam. Dari tabel dapat dilihat secara keseluruhan semakin lama fermentasi yang dilakukan maka pH yang dihasilkan oleh tapai pisang tanduk akan semakin menurun.

Menurut Buckle, et al dalam Karlina simbolon (2008) asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan pH lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Peranan utama mikroba penghasil asam laktat dalam fermentasi bahan pangan adalah mengoksidasi alkool dan karbohidrat lainnya menjadi asam asetat dengan semakin lama proses fermentasi, maka akan semakin banyak jumlah asam yang dihasilkan, sehingga pH lingkungan (tapai pisang tanduk) akan semakin menurun. Mikroba utama penghasil asam berasal dari golongan bakteri *Acetobacter* yang akan melakukan metabolisme yang bersifat aerobik.

Setyohadi (2006) menyatakan bahwa fermentasi diartikan untuk semua kegiatan yang menunjukkan pada berbagai aksi mikrobial yang tertentu dan jelas. Pada proses fermentasi karbohidrat terlebih dahulu dipecah menjadi glukosa, kemudian glukosa tersebut dipecah lagi menjadi alkohol, asam asetat, dan senyawa organik lainnya. Apabila proses fermentasi tapai terus berlanjut maka terbentuk asam asetat karena adanya mikroba *Acetobacter* yang 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. Asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan pH dan menimbulkan rasa asam. Sedangkan menurut Desrosier (1988) pada proses fermentasi akan dihasilkan asam-asam yang mudah menguap diantaranya asam laktat, asam asetat, asam formiat, asam butirat dan asam propionate. Dengan semakin tinggi jumlah asam yang dihasilkan dari proses fermentasi maka akan menyebabkan nilai pH dari tapai akan semakin menurun.

Organoleptik

Organoleptik merupakan suatu metode pengukuran yang digunakan untuk menilai mutu dari suatu produk menggunakan panca indera manusia, yang dalam hal ini berupa tapai pisang tanduk. uji organoleptik terbagi menjadi dua, yaitu uji mutu hedonik dan uji hedonik. Uji mutu hedonik meliputi uji tekstur, warna, aroma dan rasa. Sedangkan uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap tapai pisang tanduk secara keseluruhan. Hasil uji organoleptik dari 10 panelis didapatkan rata-rata penilaian uji organoleptik sebagai berikut:

Tabel 4. Rata-rata Hasil Uji Organoleptik Warna Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	Warna	
		Rerata	Kriteria
P1	12	1,1	Kuning Kecoklatan
P2	18	1,6	Kuning Pucat
P3	24	2,2	Kuning Pucat
P4	30	2,7	Kuning
P5	36	3,6	Kuning Keemasan
P6	42	3,9	Kuning Keemasan

Tabel 4 menunjukkan bahwa rerata warna tapai pisang tanduk yang tinggi adalah pada lama fermentasi 36 jam dengan rerata 3,6 dan lama fermentasi 42 jam dengan rerata 3,9 dimana pada perlakuan ini hasil tapai pisang tanduk menunjukkan warna kuning keemasan dan menurut panelis ini adalah tapai yang disukai. Pada lama fermentasi 12 jam menghasilkan tapai dengan warna kuning kecoklatan, lama fermentasi 18 jam dan 24 jam menghasilkan tapai pisang tanduk dengan warna kuning pucat dan lama fermentasi 30 jam menghasilkan warna tapai pisang tanduk kuning. Menurut Shofia Kusuma Dewi (2008) warna merupakan karakteristik yang menentukan penerimaan atau penolakan konsumen terhadap suatu produk. Penilaian mutu bahan makan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain cita rasa, warna, tekstur, dan nilai gizinya, tetapi sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan secara visual atau kasat mata faktor warna sangat menentukan mutu makanan. Suatu bahan yang dinilai bergizi, enak dan teksturnya sangat baik, tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna yang seharusnya.

Hasil uji organoleptik aroma tapai pisang tanduk berdasarkan lama fermentasi sebagai berikut :

Tabel 5. Rata-rata Hasil Uji Organoleptik Aroma Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	Aroma	
		Rerata	Kriteria
P1	12	1,1	Khas pisang rebus
P2	18	1,7	Khas pisang rebus
P3	24	2,6	Khas tapai mulai menyengat
P4	30	2,9	Khas tapai lebih menyengat
P5	36	3,2	Khas tapai lebih menyengat
P6	42	4	Khas tapai sangat menyengat

Berdasarkan hasil uji organoleptik aroma tapai pisang tanduk pada tabel 5 dapat dilihat bahwa aroma tapai dengan kriteria khas tapai sangat menyengat, panelis memilih lama fermentasi 42 jam. Untuk aroma tapai dengan kriteria khas tapai lebih menyengat panelis memilih lama fermentasi 30 jam dan 36 jam. Untuk aroma tapai dengan kriteria khas tapai mulai menyengat panelis memilih lama fermentasi 24 jam, sedangkan untuk

aroma dengan kriteria khas pisang rebus adalah pada lama fermentasi 12 jam dan 18 jam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi, maka aroma tapai pisang tanduk akan lebih keluar dengan kriteria beraroma khas tapai sangat menyengat.

Tapai memiliki aroma yang khas disebabkan oleh aktivitas mikroba yang terjadi selama proses fermentasi. Menurut Winarno dan Fardiaz (1990) pada proses fermentasi gula menjadi alkohol, terjadi pembentukan asam karena adanya bakteri *Acetobacter* yang sering terdapat pada ragi yang bersifat oksidatif. Alkohol 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 alkohol. Asam piruvat dapat diubah menjadi alkohol dan asam laktat, hal inilah yang menyebabkan tapai memiliki aroma alkohol dan asam.

Alkohol dan asam dapat bereaksi membentuk ester yang merupakan senyawa aromatik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Supriyantono (1995) yang menyatakan bahwa aroma tapai yang kuat disebabkan oleh sejumlah senyawa pembentuk aroma yang terdapat dalam jumlah besar. Senyawa-senyawa pembentuk aroma tersebut banyak terbentuk selama proses fermentasi berlangsung yaitu dari hasil hidrolisis glukosa dan oksidasi alkohol pada tapai dan mempunyai sifat yang volatile. Untuk aroma tapai sesungguhnya adalah berasal dari bahan volatile yang menguap dan dapat diterima indera sebagai hasil dari proses fermentasi tapai. Setyohadi (2006) menyatakan, semakin lama proses fermentasi, maka kadar alkohol dan keasamannya akan semakin tinggi yang membuat aroma tapai semakin menyengat.

Hasil uji organoleptik tekstur tapai pisang tanduk berdasarkan lama fermentasi sebagai berikut :

Tabel 6. Rata-rata Hasil Uji Organoleptik Tekstur Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	Tekstur	
		Rerata	Kriteria
P1	12	1,3	Tidak Lunak
P2	18	1,6	Agak Lunak
P3	24	2,2	Agak Lunak
P4	30	2,3	Agak Lunak
P5	36	2,9	Lunak
P6	42	3,9	Sangat Lunak

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat bahwa fermentasi yang berlangsung dalam waktu lama dapat mempengaruhi tekstur tapai pisang tanduk yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi, maka tekstur tapai pisang tanduk semakin lunak pula. Sebaliknya waktu fermentasi yang singkat, akan menghasilkan tekstur tapai pisang tanduk yang masih keras (tidak lunak). Tapai pisang pisang tanduk yang menghasilkan tekstur lunak terdapat pada perlakuan P5 dengan waktu 36 jam dan tapai yang menghasilkan tekstur sangat lunak adalah P6 dengan waktu 42 jam, dimana jika tapai pisang tanduk ditekan maka akan meninggalkan bekas tekanan yang dalam dan tahan lama. Tekstur tapai yang lunak ini dipengaruhi oleh lama fermentasi. Semakin lama fermentasi, maka asam-asam yang mudah

mebuat semakin banyak. Sehingga jumlah alkohol dan asam-asam organik, karbondioksida akan semakin tinggi, dimana kita ketahui senyawa-senyawa tersebut berbentuk cair dan gas, hal inilah yang menyebabkan tekstur tapai pisang tanduk yang dihasilkan akan semakin lunak (Amerinne, et.al dalam karlina simbolon, 2008).

Perubahan tekstur tapai pisang tanduk ini juga berkaitan dengan kandungan air yang terdapat dalam tapai, yang pada penelitian ini kandungan air tapai pisang tanduk tertinggi adalah 51,27% yang terdapat pada perlakuan P6 dengan lama fermentasi 42 jam. Pada lama fermentasi 12 jam menghasilkan tapai dengan tekstur yang tidak lunak, yang berkaitan dengan kandungan air pada tapai hanya berjumlah 33,95%, sedangkan untuk lama fermentasi 18 jam, 24 jam dan 30 jam menghasilkan tapai dengan tekstur agak lunak. Hal ini sesuai dengan Hidayat dan Suhartini (2006) yang menyatakan semakin banyaknya air yang dihasilkan oleh tapai membuat tekstur tapai menjadi semakin lunak. Menurut Winarno (1992), kadar air suatu bahan pangan sangat berpengaruh terhadap tekstur, bila kadar air pada bahan tinggi maka tekstur semakin lunak dan jika kadar air pada bahan menurut maka tekstur akan mengeras.

Hasil uji organoleptik rasa tapai pisang tanduk berdasarkan lama fermentasi sebagai berikut:

Tabel 7. Rata-rata Hasil Uji Organoleptik Rasa Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	Rasa	
		Rerata	Kriteria
P1	12	1,2	Tidak manis
P2	18	1,4	Tidak manis
P3	24	2,4	Agak manis
P4	30	2,5	Sedikit manis dan sedikit asam
P5	36	3,7	Manis dan sedikit asam
P6	42	4	Manis dan sedikit asam

Berdasarkan hasil uji organoleptik rasa pada tabel 7 dapat dilihat bahwa tapai dengan kriteria manis dan sedikit asam merupakan hasil fermentasi dengan lama 36 jam dan 42 jam. Hal ini dikarenakan pada waktu ini merupakan puncak perombakan pati menjadi glukosa sebelum diubah menjadi alkohol sehingga pada waktu fermentasi ini menimbulkan rasa yang manis, kemudian alkohol yang dihasilkan dari penguraian glukosa oleh khamir akan dipecah menjadi asam asetat, yang kemudian menimbulkan rasa asam. Rasa yang dihasilkan oleh tapai tersebut berkaitan dengan produk yang dihasilkan oleh mikroba dalam mengkonversi substrat menjadi alkohol dan gula. Sedangkan untuk rasa tapai yang tidak manis adalah hasil fermentasi dengan lama 12 jam dan 18 jam. Hal ini disebabkan karena pada waktu ini belum terjadinya proses fermentasi dan khamir masih berada pada fase lag (fase adaptasi) dimana khamir mengalami proses membelah dengan kecepatan masih rendah karena baru selesai tahap menyesuaikan diri, fase ini disebut fase pertumbuhan awal.

Menurut Winarno dan Fardiaz (1990), dalam proses fermentasi gula menjadi alkohol, akan terjadi pembentukan ester. Pembentukan ester terjadi saat 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.

Rasa khas yang dihasilkan tapai disebabkan oleh proses fermentasi gula menjadi alkohol dan pembentukan asam pada kondisi aerobik. Selain memiliki rasa yang khas, tapai juga memiliki rasa yang manis. Rasa manis yang dihasilkan oleh tapai disebabkan selama proses pematangan, kandungan pati berubah menjadi gula-gula pereduksi yang akan menimbulkan rasa manis. Hal ini didukung menurut Shofia Kusuma Dewi (2008) menjelaskan faktor yang sangat penting dalam menentukan keputusan konsumen dalam menerima atau menolak suatu produk makanan adalah parameter rasa. Rasa dimulai melalui tanggapan rangsangan kimiawi oleh indera pencicip atau pengecap (lidah), hingga akhirnya terjadi keseluruhan interaksi antara sifat-sifat aroma, rasa, dan tekstur sebagai keseluruhan rasa makanan.

Selain uji organoleptik yang meliputi warna, aroma, tekstur dan rasa. Selanjutnya adalah melakukan uji hedonik. Uji hedonik bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap tape talas secara keseluruhan.

Tabel 8. Rata-rata Hasil Uji Hedonik Tapai Pisang Tanduk Berdasarkan Lama Fermentasi

Perlakuan	Lama Fermentasi (Jam)	Rerata	Kriteria
P1	12	1,2	Tidak suka
P2	18	1,6	Agak suka
P3	24	2,4	Agak Suka
P4	30	2,6	Suka
P5	36	3,4	Suka
P6	42	3,9	Sangat suka

Berdasarkan tabel 8 diatas, hasil uji hedonik tapai pisang tanduk yang memperoleh rerata tertinggi yaitu pada perlakuan P6 lama fermentasi 42 jam dengan skor rata-rata 3,9 memperoleh kriteria sangat suka. Sedangkan pada perlakuan lainnya yaitu P1, P2, P3, P4, P5 memperoleh skor rerata lebih rendah dari perlakuan P6. Perlakuan P1 memperoleh skor rerata 1,2 dengan kriteria tidak suka, perlakuan P2 dan P3 memperoleh skor rerata 1,6 dan 2,4 dengan kriteria agak suka. Sedangkan untuk perlakuan P4 dan P5 memperoleh skor rerata 3,6 dan 3,4 dengan kriteria suka. Dari rerata skor uji hedonik yang telah dilakukan oleh para panelis, didapat hasil bahwa lama fermentasi 42 jam (P6) merupakan perlakuan yang terbaik dalam pembuatan tapai pisang tanduk dengan hasil pengujian kadar alkohol dengan jumlah 0,77% dimana hasil ini masih dalam batas yang diperbolehkan untuk dikonsumsi menurut MUI dengan kandungan alkohol <1%, kadar air yang dihasilkan berjumlah 51.27% dimana dengan kadar air yang tinggi menghasilkan tapai pisang tanduk yang lunak dan juga dengan nilai pH sebesar 3,29. Untuk pengujian organoleptik, lama fermentasi 42 jam (P6) menghasilkan aroma khas tapai yang sangat menyengat seperti aroma tapai pada umumnya. Tapai pisang tanduk yang telah jadi dengan lama fermentasi

42 jam (P6) menghasilkan warna keemasan dengan tekstur yang sangat lunak dan rasa manis dengan sedikit asam.

Hal ini sesuai dengan Astawan dan Mita (1991) yang menyatakan bahwa waktu yang dibutuhkan dalam proses fermentasi adalah 2-3 hari. Waktu yang sesuai akan didapatkan rasa tapai yang manis dengan sedikit asam serta adanya aroma alkohol dan tekstur lunak. Menurut Winarno, dkk (dalam Lailatul Fitriyanah, 2007), suatu bahan disebut tapai apabila bahan yang diragikan pada beberapa waktu tertentu berubah menjadi lebih lunak, rasa manis keasam-asaman dan berbau alkohol.

Agus Santosa dan Cucut Prakosa (2010) mengatakan bahwa rasa tapai merupakan kontribusi dari rasa asam organik, manis dari gula dan alkoholik sebagai hasil proses fermentasi sukun (karbohidrat pada umumnya) dari mikrobial ragi yang digunakan. Secara normal rasa tapai sedikit manis, asam dan beraroma khas tapai yaitu alkoholik. Sedangkan menurut Kapti Rahayu dan Slamet Sudarmadji (dalam Agus Santosa dan Cucut Prakosa, 2010) 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. Dengan adanya potensi pisang tanduk ini yang dapat dijadikan sebagai bahan utama pembuatan tapai, maka pisang berpotensi menjadi salah satu upaya diversifikasi pangan khususnya makanan tradisional Indonesia.

Hasil dari penelitian pembuatan tapai pisang tanduk ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber belajar yang rancangan LKS pembelajaran pada mata pelajaran Biologi materi bioteknologi konvensional kelas XII SMA. Perancangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dari hasil penelitian meliputi 2 tahapan, yaitu tahap analisis dan desain.

1. Analisis (*Analyze*)

Pada tahap ini, peneliti melakukan *needs assessment* (analisis kebutuhan) yang mencakup analisis kurikulum yang saat ini digunakan oleh sebagian Sekolah Menengah Atas (SMA) yaitu Kurikulum 2013. Tujuan dari menganalisis kurikulum tersebut yaitu untuk menentukan rancangan Lembar Kerja Siswa (LKS) sebagai bahan ajar siswa di SMA dari hasil penelitian. Dalam menganalisis kurikulum meliputi Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), materi pembelajaran dan juga menganalisis silabus yang dikeluarkan oleh Kemendikbud 2013. Hal ini bertujuan untuk memperoleh KD yang dapat dikembangkan menjadi rancangan LKS sesuai dengan hasil penelitian. Berdasarkan analisis terhadap KD yang sesuai dengan hasil penelitian dapat dijadikan sebagai bahan, data dan informasi dalam pembuatan Lembar Kerja Siswa (LKS).

2. Desain (*Design*)

Pada tahap desain ini, peneliti membuat perancangan terhadap perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan mulai dari silabus, RPP dan LKS. Perancangan awal diawali dengan merekonstruksi silabus yang dikeluarkan oleh Kemendikbud 2013, dimana terdapat beberapa aspek yang akan direkonstruksi berupa materi pokok pada silabus yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Selanjutnya merancang LKS yang mengacu Permendikbud 2013 yang telah dimodifikasi dengan model pembelajaran *Discovery*

Learning (DL). Adapun masing-masing komponen perancangan perangkat pembelajaran dijabarkan sebagai berikut:

a. Silabus

Perancangan diawali dengan merekonstruksi silabus yang telah dikeluarkan oleh Kemendikbud 2013. Silabus merupakan pedoman awal yang digunakan oleh guru untuk menyusun perangkat pembelajaran yang lainnya.

b. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP dirancang sesuai dengan kebutuhan kurikulum, yaitu merancang RPP yang mengacu pada Kurikulum 2013 dengan menerapkan pendekatan Saintifik dengan menggunakan model pembelajaran menemukan atau *Discovery Learning* (DL).

c. Lembar Kerja Siswa (LKS)

Tahap selanjutnya adalah peneliti merancang LKS yang sesuai dengan data hasil penelitian. LKS merupakan suatu bahan ajar cetak berupa lembaran berisi tugas yang didalamnya berisi petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. LKS yang dirancang merupakan LKS eksperimen. Rancangan LKS eksperimen yang dirancang memiliki struktur yaitu judul LKS, mata pelajaran, kelas, kelompok, alokasi waktu, kompetensi dasar, mata pelajaran, tujuan, wacana, sumber belajar, alat dan bahan, kegiatan, latihan dan kesimpulan.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar alkohol, kadar air, pH dan organoleptik tapai pisang tanduk. Hasil dari penelitian ini, lama fermentasi terbaik tapai pisang tanduk (*Musa corniculata*) yaitu 42 jam (P6) dengan kadar alkohol 0,77%, kadar air 51,27% dan pH 3,29 dan menghasilkan organoleptik yang disukai oleh konsumen karena beraroma khas tapai sangat menyengat, berwarna kuning keemasan, dengan tekstur tapai yang sangat lunak serta memiliki rasa manis dan sedikit asam. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai Lembar Kerja Siswa (LKS) pada konsep bioteknologi konvensional mata pelajaran Biologi kelas XII SMA.

Rekomendasi

Direkomendasikan untuk melakukan penelitian yang serupa tetapi dengan perlakuan berupa lama perebusan atau pengukusan dalam pembuatan tapai pisang tanduk dan melakukan pengujian terhadap kadar reduksi gula, protein, vitamin dan total asam yang terkandung dalam tapai pisang tanduk untuk mengetahui nilai gizi yang lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Santosa dan Cucut Prakosa. 2010. Katakteristik Tape Buah Sukun Hasil Fermentasi Penggunaan Konsentrasi Ragi Yang Berbeda. *Magistra.73(1)* : 48-55. Fakultas Teknologi Pertanian Unwidha Klaten. Jawa Tengah.
- Astawan, M dan W. Mita. 1991. *Teknologi Pengolahan Nabati Tepat Guna*. CV.Akademika Pressindo. Bogor.
- Azizah, Al Baarri, S. Mulyani. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, Ph Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Subtitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi teknologi Pangan* 1(2): 72-77. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Semarang.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran tahun 2014 menurut Jenis Kepulauan Riau 2016 (Online). <http://kepri.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/56>
- Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Hidayat dan Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi. Yogyakarta.
- Karlina Simbolon. 2008. Pengaruh Konsentasi Ragi Tape dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tape Ubi Jalar. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Lailatul Fitriyanah. 2007. Pengaruh Pemberian Inokulum Murni *Saccharomyces cereviceae* dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Kimia dan Organoleptik Tape Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Skripsi* tidak dipublikasikan. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. Malang.
- Purnomo, H. 1995. *Aktivitas Air dan Penerapannya Dalam Pengawetan Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Setyohadi. 2006. *Proses Mikrobiologi Pangan (Proses Kerusakan dan Pengolahan)*. USU-Press. Medan.

- Shofia Kusuma Dewi. 2008. Pembuatan Produk Nasi Singkong Instan Berbasis *Fermented Cassava Flour* Sebagai Bahan Pangan Pokok Alternatif. *Skripsi* tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- SNI No. 01-4018-1996. 1996. *Batas Maksimum Alkohol dalam Makanan dan Minuman*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Srikandi Fardiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Supriyantono. 1995. Mikroorganisme Dalam Ragi Untuk Fermentasi Tape. *Prosiding Biomassa BPPT*. Jakarta.
- Suyanti dan Ahmad Supriyadi. 2008. *Pisang Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Winarno dan Fardiaz. 1990. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.