

THE EFFECT OF VARIATION OF TEA (*Camellia sinensis L* Kuntze) PROCESSING AND SUGAR CONCENTRATION TO KOMBUCHA FERMENTATION AS SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS BIOLOGY WORKSHEET

Irma Habibah¹, Imam Mahadi², dan Irdasayuti³

e-mail: irmahabibah28@yahoo.co.id, +6289652988645, i_mahadi@yahoo.com, irdasayuti63@gmail.com

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

Abstract: This study aims to determine the effect of variations in the type of processing of tea (*Camellia sinensis L. Kuntze*) and the concentration of sugar to ferment kombucha and draft Worksheet Students (LKPD) High School Biology. This study consisted of two phases. The first phase is making kombucha tea using the experimental method completely randomized design (CRD) consisting of 8 treatments and 3 replications. Parameters measured were reducing sugar, total acid concentration, pH and organoleptic levels. The results obtained were analyzed by ANOVA and a further test DMRT at 5% level. The second phase is the phase Design (draft) LKPD sourced from the research phase I. LKPD design consists of two stages, namely Analysis and Design LKPD. The results showed that variations in the type of processing tea and sugar concentration provides significant effect on reducing sugar, total acid concentration, pH and organoleptic levels. The greater the concentration of sugar, the greater the reduction sugar and total acid content of kombucha tea, and increasingly lace pH of the solution. As for organoleptic color, aroma, and taste the best there is on the treatment T_1G_3 (black tea, sugar 120 grams). The results of the study can be used as a draft Worksheet Students (LKPD) on the material of conventional biotechnology.

Key words : Kombucha tea, Tea Processing Type Variation, Concentration Sugar, draft LKPD

PENGARUH VARIASI JENIS PENGOLAHAN TEH (*Camellia sinensis* L Kuntze) DAN KONSENTRASI GULA TERHADAP FERMENTASI KOMBUCHA SEBAGAI RANCANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BIOLOGI SMA

Irma Habibah¹, Imam Mahadi², dan Irdi Sayuti³

e-mail: irmahabibah28@yahoo.co.id, +6289652988645, i_mahadi@yahoo.com, irdasayuti63@gmail.com

Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis pengolahan teh (*Camellia sinensis* L. Kuntze) dan konsentrasi gula terhadap fermentasi kombucha dan membuat rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Biologi SMA. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap. Penelitian tahap I yaitu pembuatan teh kombucha menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 8 perlakuan dan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah kadar gula reduksi, kadar total asam, kadar pH dan uji organoleptik. Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis dengan ANAVA dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Penelitian tahap II merupakan tahapan *Design* (rancangan) LKPD yang bersumber dari hasil penelitian tahap I. Rancangan LKPD ini terdiri dari dua tahapan yaitu *Analysis* dan *Design* LKPD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi jenis pengolahan teh dan konsentrasi gula memberikan pengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi, kadar total asam, kadar pH dan uji organoleptik. Semakin besar konsentrasi gula maka semakin besar pula kadar gula reduksi dan kadar total asam teh kombucha, serta semakin renda pH larutan tersebut. Sedangkan untuk organoleptik warna, aroma, dan rasa terbaik terdapat pada perlakuan T₁G₃ (teh hitam, gula 120 gram). Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi bioteknologi konvensional.

Kata kunci: Teh Kombucha, Variasi Jenis Pengolahan Teh, Konsentrasi Gula, Rancangan LKPD

PENDAHULUAN

Teh adalah salah satu produk minuman yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia maupun masyarakat dunia. Teh mempunyai rasa dan aroma yang khas. Selain berguna untuk menyegarkan tubuh, teh juga dapat digunakan untuk mencegah penyakit kanker, mempertinggi daya tahan tubuh dari serangan bakteri, kaya akan vitamin C, dan vitamin B (Nazaruddin dan Paimin, 1993).

Untuk memenuhi kebutuhan pangan dan kesehatan masyarakat, perlu adanya usaha-usaha pemanfaatan sumber daya pangan secara optimal. Salah satu cara untuk meningkatkan keanekaragaman hasil olahan teh adalah dengan membuat minuman teh secara fermentasi yang dikenal dengan nama "Kombucha".

Kombucha merupakan minuman fungsional yang menempati posisi antara minuman konvensional dan obat yang dirancang khusus dengan memanfaatkan senyawa bioaktif tertentu, sehingga dapat digunakan dalam pencegahan suatu penyakit, seperti mencegah penyakit kanker (Hartoyo, 2003). Selain itu kombucha juga bermanfaat dalam menstabilkan metabolisme tubuh, menurunkan berat badan, menormalkan fungsi-fungsi tubuh, serta meningkatkan daya tahan tubuh (Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, 2012). Produk minuman fungsional ini menggunakan starter mikroba kombucha. Minuman ini memerlukan waktu fermentasi selama 8-12 hari (Paimin, 2001).

Teh di Indonesia berdasarkan pengolahannya dapat dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya teh hitam dan teh hijau (Nazaruddin, 1993). Teh hitam dan teh hijau memiliki kandungan yang berbeda. Perlakuan jenis pengolahan teh yang berbeda diduga akan memiliki pengaruh pada hasil fermentasi kombucha yang berbeda pula. Selain variasi jenis pengolahan teh, glukosa yang berasal dari gulapun diperlukan dalam fermentasi kombucha. Glukosa berfungsi sebagai substrat oleh mikroba untuk tumbuh dan melakukan metabolisme.

Berdasarkan analisis silabus dan Kompetensi Dasar (KD) salah satu materi yang terdapat pada mata pelajaran Biologi kelas XII SMA adalah bioteknologi. Materi bioteknologi dapat dibedakan menjadi bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Aplikasi dari konsep bioteknologi konvensional dalam bentuk praktikum di sekolah pada umumnya diterapkan pada bidang pangan, namun jarang mempraktikkan dalam bidang kesehatan dan pengobatan. Agar pembelajaran pada materi bioteknologi konvensional ini lebih inovatif dan bervariasi, maka perlu dilakukan pembuatan produk bioteknologi konvensional pada bidang kesehatan dan pengobatan, salah satu contohnya yaitu fermentasi kombucha.

Hasil penelitian ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai rancangan sumber belajar di SMA dalam bentuk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi jenis pengolahan teh (*Camellia sinensis* L. Kuntze) dan konsentrasi gula terhadap fermentasi kombucha sebagai rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Biologi SMA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP UR untuk pembuatan teh kombucha. Pengujian karakteristik yang meliputi kadar gula reduksi,

kadar total asam, dan pH dilakukan di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau. Waktu Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Mei 2016. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 24 perlakuan. Objek yang diteliti adalah adalah teh hasil fermentasi dengan bantuan mikroorganisme *Acetobacter xylinum* dan *Saccharomyces cerevisie*.

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah gelas ukur plastik, gelas ukur pyrex, saringan, cerek, sendok plastik, toples kaca, kain penutup, karet gelang, pemanas air, kompor gas, erlenmeyer, pipet tetes, statif, buret, labu ukur, pH meter, neraca analitik digital, timbangan, dan tabung reaksi. Sedangkan Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sukrosa, air, aquades, larutan luff schoorl, NaOH 0,1 N, fenolftalin 1%, teh hijau dan teh hitam (merk Prendjak), dan starter kombucha (merk Jinde Kombucha).

Adapun prosedur pembuatan teh kombucha yaitu; (1) Air sebanyak 400 ml dimasak pada panci *stainless stell* hingga mendidih, (2) Teh celup (teh hijau, teh hitam) dimasukkan ke dalam air yang sudah mendidih. Diamkan selama 3 menit. Kemudian kantung teh celup dipisahkan dari airnya, (3) Sukrosa (0 gram, 40 gram, 80 gram, 120 gram) dimasukkan ke dalam air teh diaduk hingga larut, (4) Larutan teh didiamkan hingga larutan teh tersebut menyamai temperatur ruangan, karena starter kombucha akan mati bila berada dalam suhu yang tinggi, (5) Kemudian starter kombucha dimasukkan ke dalam toples kaca, (6) Toples ditutup dengan kain penutup dan mulut toples diikat dengan karet gelang. Agar debu dan polutan lainnya tidak masuk dan di atasnya ditambah kertas koran, (7) Kemudian difermentasi hingga 8 hari. Pada saat proses fermentasi sebaiknya dalam keadaan gelap serta kondisi udara yang tidak lembab, karena koloni starter kombucha akan terhambat pertumbuhannya jika terkena sinar matahari.

Parameter dalam penelitian ini adalah kadar gula reduksi, kadar total asam, pH, dan organoleptik teh kombucha yang terdiri dari warna, aroma, dan rasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Gula Reduksi

Berdasarkan hasil analisis varians, variasi jenis pengolahan teh dan konsentrasi gula pada umumnya berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi teh kombucha. Penyajian data kadar gula reduksi pada teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Gula Reduksi Teh Kombucha dengan Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Kadar Gula Reduksi (%)
T ₁ G ₀	26,143f
T ₁ G ₁	28,592e
T ₁ G ₂	29,462d
T ₁ G ₃	29,806c
T ₂ G ₀	29,933c
T ₂ G ₁	29,952c
T ₂ G ₂	36,876b
T ₂ G ₃	39,945a

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

Kadar gula reduksi yang paling besar adalah pada perlakuan T₂G₃ (teh hijau dan gula 120 gram), sedangkan yang terendah pada perlakuan T₁G₀ (teh hitam dan gula 0 gram). Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa semakin banyak kadar gula dalam suatu larutan maka semakin meningkat pula kadar gula yang tereduksi, dimana pada penelitian ini gula yang digunakan adalah sukrosa. Menurut Sen dalam Duwi dan Elok (2015), Sukrosa yang digunakan pada kombucha tidak berfungsi sebagai pemanis melainkan sebagai sumber energi bagi bakteri untuk tetap bertahan hidup melalui proses fermentasi dan respirasi. Kenaikan gula reduksi tersebut disebabkan oleh hidrolisis sukrosa menjadi glukosa oleh enzim invertase. Hidrolisis terjadi karena pH media sangat rendah dimana pada kondisi pH tersebut, sukrosa mudah dihidrolisis oleh enzim invertase (Apriyantono, *et al*, 1988). Selain itu menurut Rahayu dan Kuswanto (1987), kadar gula reduksi semakin menurun dikarenakan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) menguraikan glukosa menjadi alkohol sehingga kadar alkohol teh kombucha semakin meningkat. Penggunaan gula oleh khamir dapat melalui membran sel langsung atau dihidrolisis terlebih dahulu, kemudian hasil hidrolisis tersebut masuk kedalam sel.

Ditinjau berdasarkan jenis pengolahan teh, kombucha teh hijau memiliki kadar gula reduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar gula reduksi pada kombucha teh hitam. Dimana kadar gula reduksi tertinggi yaitu 39,945 mg/ml untuk kombucha teh hijau dan 29,806 mg/ml untuk kombucha teh hitam. Hal ini disebabkan oleh perbedaan cara pengolahan pada masing-masing daun teh. Teh hijau merupakan hasil olahan daun teh tanpa melalui proses fermentasi atau dikenal dengan *unfermented tea*. Fermentasi yang dimaksud disini bukanlah fermentasi yang menggunakan mikrobia sebagai sumber enzim, melainkan dengan menggunakan enzim polifenol oksidase yang terdapat pada daun teh tersebut. Untuk menghindari proses fermentasi ini maka dilakukan proses pelayuan dengan suhu yang tinggi (Setiawati dan Nasikun, 1991). Pelayuan dilakukan dengan memanaskan segera daun teh pada suhu 80°C-100°C, agar enzim-enzim berada dalam keadaan inaktif. Pelayuan pada suhu tinggi tersebut akan menyebabkan berkurangnya kandungan pati dan gum disertai dengan naiknya kandungan gula. Pati dan polisakarida yang lain mengalami hidrolisis menjadi gula, sehingga kombucha teh hijau memiliki kadar gula reduksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kombucha teh hitam. Sedangkan pada teh yang mengalami proses fermentasi yaitu teh hitam memiliki kadar gula yang rendah. Hal ini selaras dengan hasil riset Pusat Penelitian Teh dan Kina Bandung dalam *Indonesian Food and Beverage*, dalam 100 gr teh hitam mengandung gula 32,1 gr dan teh hijau 35,2 gr gula.

Kadar Total Asam

Total asam pada teh kombucha menentukan cita rasa teh kombucha. Kadar total asam teh kombucha berdasarkan hasil pengukuran di laboratorium serta hasil analisis varians dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Total Asam Teh Kombucha dengan Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Kadar Total Asam (%)
T ₁ G ₀	0,362e
T ₁ G ₁	0,405de
T ₁ G ₂	0,434d
T ₁ G ₃	0,450cd
T ₂ G ₀	0,494c
T ₂ G ₁	0,499c
T ₂ G ₂	0,874b
T ₂ G ₃	0,988a

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

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah gula yang terlarut maka semakin meningkat jumlah asam pada teh kombucha tersebut. Peningkatan total asam pada media karena terbentuknya senyawa-senyawa asam organik terutama asam asetat. Senyawa-senyawa asam tersebut terbentuk karena adanya aktivitas dari bakteri yang dapat mengubah senyawa glukosa menjadi senyawa asam organik (Jodoamidjojo *et al*, 1992).

Jenis teh yang berbeda pun mempengaruhi kadar total asam pada teh kombucha. Dimana pada akhir proses fermentasi kombucha teh hitam menghasilkan kadar total asam lebih rendah dari pada kombucha teh hijau. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 bahwa kadar total asam terendah adalah sebesar 0,362% pada kombucha teh hitam. Sedangkan kadar total asam tertinggi adalah sebesar 0,988% pada kombucha teh hijau. Hal ini terjadi karena teh hitam mengalami fermentasi sempurna, sehingga menyebabkan senyawa polifenol dan berbagai komponen senyawa lainnya (polisakarida, pati, protein) menjadi teroksidasi. Proses fermentasi tersebut dapat menyebabkan hilangnya komponen-komponen yang berguna bagi kesehatan (Nazaruddin, 1993). Sedangkan proses pengolahan teh hijau tidak mengalami tahap fermentasi, sehingga masih banyak zat-zat yang terkandung didalam teh hijau. Harler (1970) mengemukakan bahwa selama proses pelayuan teh hijau pada suhu tinggi menyebabkan enzim-enzim berada dalam keadaan inaktif, berkurangnya kandungan pati dan gum disertai dengan naiknya kandungan gula (glukosa). Kandungan gula yang tinggi tersebut menjadikan kadar gula reduksi juga tinggi sehingga memungkinkan kadar asam tertinggi terdapat pada teh yang tidak mengalami proses fermentasi. Meskipun pada teh hitam juga mengalami proses pelayuan, namun pelayuan pada teh hitam hanya dengan cara menghembuskan udara panas (<30°C) ke pucuk daun sehingga proses perubahan kimiawi dalam daun tidak terganggu. Fulder (2004) juga mengemukakan bahwa proses fermentasi menyebabkan teh hitam menjadi terasa pahit karena senyawa polifenol berubah menjadi theflavin dan thearubigin, dan diduga senyawa tersebut dapat menghambat aktivitas mikrobia. Karena teh hijau diolah tanpa melalui proses fermentasi sehingga diduga menjadi media yang lebih cocok untuk bakteri dapat bertahan hidup. Oleh karena itu,

pada akhir proses fermentasi teh kombucha hijau memiliki kadar asam yang lebih tinggi dari pada teh kombucha hitam.

Selain dapat merombak alkohol menjadi asam asetat, aktivitas dari bakteri asam asetat juga mengakibatkan pembentukan selulosa (nata) pada permukaan media. Bakteri asam asetat yaitu *Acetobacter xylinum* akan mengubah glukosa menjadi *precursor* pada membran sel yang kemudian disekresikan kebagian luar sel menjadi selulosa (Mulyani, 2003). Hal ini juga dikemukakan oleh Thiman dan Kenneth (1955) bahwa *Acetobacter xylinum* bila ditumbuhkan pada media yang mengandung gula akan merubah 19% dari gula yang tersedia menjadi selulosa. Dimana sifat yang spesifik dari bakteri tersebut adalah mampu untuk membentuk selaput tebal pada permukaan cairan yang merupakan komponen selulosa (Lapuz *et al*, 1967).

Potensial Hidroksida (pH)

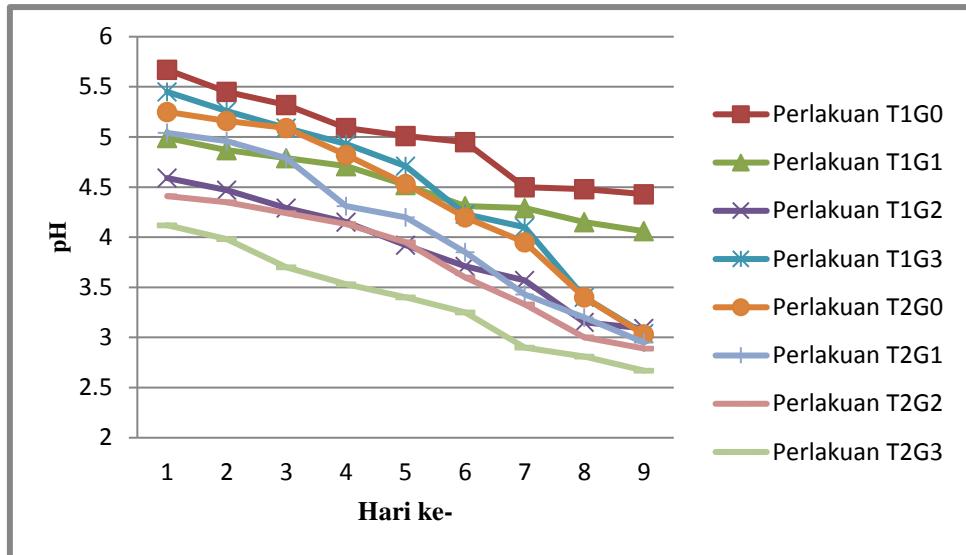
pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14 (Purba, 1995). Dalam fermentasi, kontrol pH penting sekali dilakukan karena pH yang optimum harus dipertahankan selama fermentasi. Perubahan pH dapat sering terjadi selama fermentasi. pH teh kombucha selama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. pH Teh Kombucha Selama Fermentasi

Hari ke-	Perlakuan							
	T ₁ G ₀	T ₁ G ₁	T ₁ G ₂	T ₁ G ₃	T ₂ G ₀	T ₂ G ₁	T ₂ G ₂	T ₂ G ₃
0	5,67	4,99	4,59	5,45	5,25	5,04	4,41	4,12
1	5,45	4,87	4,47	5,26	5,16	4,96	4,35	3,98
2	5,32	4,79	4,29	5,09	5,09	4,79	4,24	3,70
3	5,09	4,71	4,15	4,93	4,82	4,31	4,13	3,53
4	5,01	4,52	3,92	4,71	4,53	4,20	3,95	3,40
5	4,95	4,31	3,71	4,23	4,20	3,85	3,60	3,25
6	4,50	4,29	3,57	4,10	3,95	3,43	3,33	2,90
7	4,48	4,15	3,15	3,40	3,40	3,20	3,00	2,81
8	4,43	4,06	3,09	3,04	3,03	2,95	2,89	2,67

Sumber: Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat semakin lama proses fermentasi maka semakin menurun pH media tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. pH Teh Kombucha Selama Fermentasi (Sumber: Hasil Penelitian)

Tabel 3 merupakan data hasil pengukuran pH yang dilakukan dari hari ke-0 hingga hari ke-8 fermentasi. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut menunjukkan pH teh kombucha hitam maupun teh kombucha hijau cenderung menurun selama fermentasi berlangsung. Perubahan pH selama fermentasi dipengaruhi oleh substrat gula yang berubah menjadi produk berupa alkohol dan asam organik. Semakin tinggi jumlah asam-asam organik maka pH larutan semakin rendah. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Junior *et al.* (2009), dimana penurunan pH selama proses fermentasi disebabkan oleh bakteri dan *yeast* yang mengubah sukrosa menjadi asam organik. Terbentuknya asam organik merupakan hasil metabolisme dari bakteri pembentuk asam, sehingga menurunkan pH media. Konsentrasi substrat gula yang digunakan juga mempengaruhi pH pada masing-masing perlakuan. Semakin banyak jumlah gula yang terlarut maka semakin rendah pH teh kombucha tersebut. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Penfield dalam Murdiyani (2001) bahwa asam adalah substansi yang menyumbang ion hidrogen dan basa adalah substansi yang menyumbang ion hidroksida. Hal ini berarti semakin tinggi kandungan asamnya maka semakin rendah angka derajat keasamannya.

pH awal teh kombucha hijau lebih tinggi dari pada teh kombucha hitam. Hal ini disebabkan karena perbedaan jumlah senyawa polifenol dan katekin pada teh yang menyebabkan rasa pahit dan sepat. Komposisi katekin dan polifenol pada teh hitam lebih sedikit dari pada teh hijau, sehingga mempengaruhi aktivitas bakteri dan khamir dalam menguraikan sukrosa menjadi monosakarida yang nanti akan diubah menjadi karbodioksida dan etanol. Etanol tersebut dioksidasi sehingga membentuk asam.

Organoleptik

Warna

Salah satu parameter fisik pada suatu bahan makanan yang penting adalah warna. Kesukaan konsumen terhadap produk pangan juga ditentukan oleh warna pangan

tersebut. Winarno dalam Oryza (2006) mengatakan bahwa penilaian mutu bahan makanan yang umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor antara lain cita rasa, warna, tekstur dan nilai gizinya. Hasil uji organoleptik warna pada teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 4.

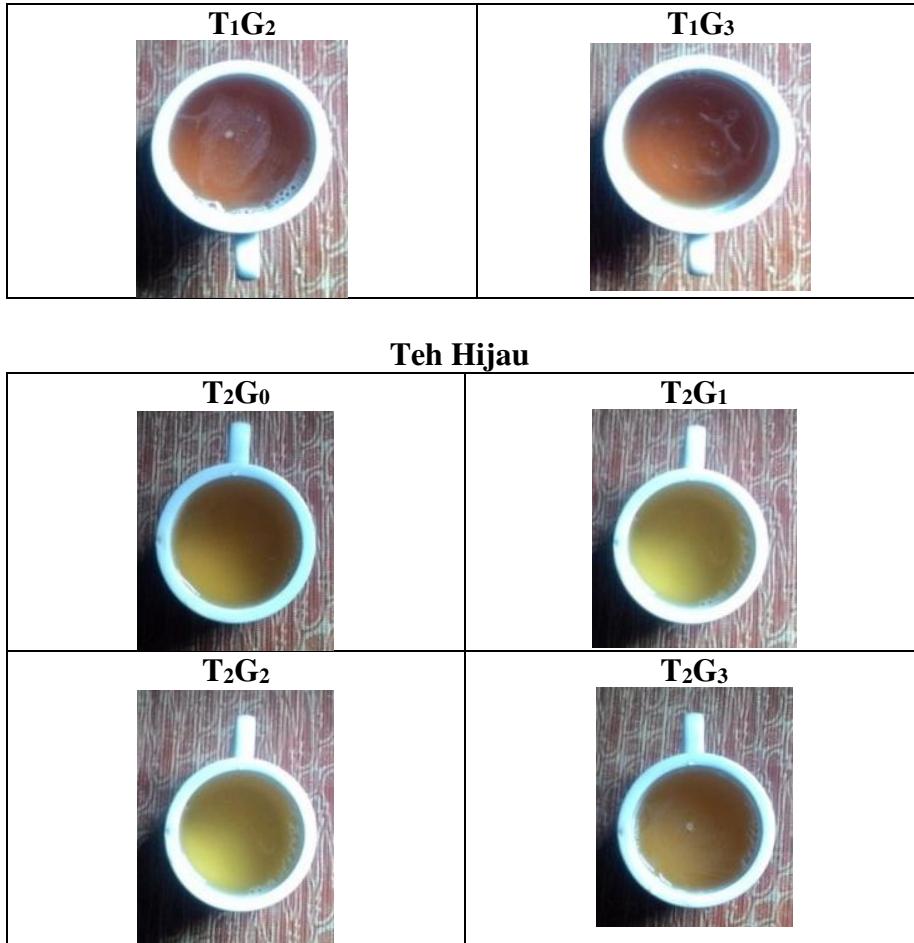
Tabel 4. Rerata hasil uji organoleptik terhadap warna teh kombucha

Perlakuan	Rerata Warna	Kriteria
T ₁ G ₀	1,50	Kuning kemerahan
T ₁ G ₁	1,40	Kuning kemerahan
T ₁ G ₂	1,30	Kuning kemerahan
T ₁ G ₃	1,30	Kuning kemerahan
T ₂ G ₀	3,00	Kuning cerah
T ₂ G ₁	3,00	Kuning cerah
T ₂ G ₂	3,00	Kuning cerah
T ₂ G ₃	3,00	Kuning cerah

Berdasarkan uji organoleptik warna terhadap teh kombucha yang dipengaruhi oleh jenis teh dan konsentrasi gula yang berbeda-beda ternyata tidak memberi pengaruh warna pada teh itu sendiri. Teh kombucha memiliki warna sesuai dengan warna khas teh masing-masing. Dimana teh hijau memiliki warna khas teh hijau yaitu kuning cerah dan jernih. Sedangkan teh kombucha hitam berwarna khas dari teh hitam yang memiliki warna lebih pekat dibandingkan teh hijau yaitu kuning kemerahan. Hal ini terjadi karena terdapat perbedaan pada saat proses pengolahan pucuk teh tersebut. Teh hitam mengalami tahap fermentasi. Dalam hal ini fermentasi tidak menggunakan mikrobia sebagai sumber enzim, melainkan dilakukan oleh enzim polifenol oksidase yang terdapat di dalam daun teh itu sendiri. Kemudian terjadi perubahan biokimiawi yang akan membentuk sepasang senyawa turunan yang dikenal sebagai theaflavin dan thearubigin. Theaflavin dan thearubigin merupakan hasil oksidasi polifenol yang mempengaruhi warna dan kecerahan air seduhan, kekuatan rasa, dan kesegaran air teh. Theaflavin memiliki warna merah kekuningan dan bersifat agak asam. Sedangkan pada teh hijau tidak terdapat senyawa tersebut, sehingga warna teh hijau lebih jernih dan terang. Warna teh kombucha baik teh hitam maupun teh hijau tidak berubah dari awal hingga akhir fermentasi. Warna teh tetap sesuai dengan jenis teh masing-masing. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan oleh peneliti tidak berpengaruh terhadap hasil fermentasi teh kombucha. Adapun warna daripada teh kombucha pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Teh Hitam





Gambar 2. Hasil Fermentasi Teh Kombucha pada Setiap Perlakuan

Aroma

Aroma merupakan salah satu faktor penentu mutu suatu bahan pangan. Hasil uji organoleptik aroma pada teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata hasil uji organoleptik terhadap aroma teh kombucha

Perlakuan	Rerata Aroma	Kriteria
T ₁ G ₀	4,40	Agak masam
T ₁ G ₁	3,90	Agak masam
T ₁ G ₂	3,50	Masam
T ₁ G ₃	2,90	Masam
T ₂ G ₀	2,70	Masam
T ₂ G ₁	2,60	Masam
T ₂ G ₂	2,30	Sangat masam
T ₂ G ₃	2,20	Sangat masam

Tabel 5 menunjukkan hasil uji organoleptik terhadap aroma teh kombucha. Aroma yang terdapat pada teh kombucha disebabkan karena adanya asam-asam organik

dan aroma yang ditimbulkan pada daun teh itu sendiri. Semakin lama fermentasi maka rasa dan aroma yang dihasilkan teh kombucha akan semakin asam. Hal ini disebabkan khamir dan bakteri melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukoronat, dan asam glukonat. Aroma pada teh kombucha juga disebabkan oleh senyawa-senyawa volatile yang terbentuk sehingga menimbulkan aroma asam yang khas. Asam laktat dan asetildehid yang dihasilkan menyebabkan penurunan pH media fermentasi atau meningkatnya keasaman dan menimbulkan aroma yang khas mulut (Anugrah, 2005).

Rasa

Rasa merupakan salah satu sifat sensori yang penting dalam penerimaan suatu produk pangan. Meskipun warna, aroma dan sifat sensori lainnya baik tetapi bila rasanya tidak enak maka konsumen akan menolak makanan tersebut. Rasa dinilai dengan indera pengecap yaitu lidah, yang merupakan kesatuan interaksi antara sifat sensori aroma, rasa dan tekstur yang merupakan keseluruhan rasa makanan yang dinilai (Winarno dalam Anugrah, 2005). Rasa yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat dipengaruhi oleh jenis teh berdasarkan pengolahannya serta kadar gulanya. Hasil uji organoleptik terhadap rasa teh kombucha dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Hasil Uji Organoleptik terhadap Rasa Teh Kombucha

Perlakuan	Rerata Rasa	Kriteria
T ₁ G ₀	3,20	Sedikit asam
T ₁ G ₁	2,20	Asam
T ₁ G ₂	2,10	Asam
T ₁ G ₃	1,70	Asam
T ₂ G ₀	1,93	Asam
T ₂ G ₁	1,90	Asam
T ₂ G ₂	1,40	Sangat asam
T ₂ G ₃	1,20	Sangat asam

Panelis dapat mengidentifikasi rasa asam pada teh kombucha dengan kadar asam yang berbeda-beda. Pada perlakuan T₂G₃ dan T₂G₂ dikategorikan “sangat asam”. Hal ini sebanding dengan nilai pH serta kadar total asam yang dimiliki oleh perlakuan tersebut. Meningkatnya jumlah asam-asam organik, akibat dari aktivitas mikroba dalam proses fermentasi dapat menurunkan pH media.

Selain itu juga terdapat teh kombucha pada kategori “asam” yaitu pada perlakuan T₁G₁ hingga perlakuan T₂G₁ berturut-turut. Dan kategori “sedikit asam” yaitu pada perlakuan T₁G₀. Sedangkan kategori rasa “khas teh” tidak ditemukan pada setiap perlakuan, karena proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri dan khamir mengubah teh tersebut menjadi teh yang memproduksi asam-asam organik, sehingga menghasilkan minuman yang bercitarasa asam.

Selain uji mutu hedonik juga telah dilakukan uji hedonik terhadap teh kombucha. Uji hedonik atau uji kesukaan merupakan salah satu uji dimana panelis diminta untuk mengungkapkan tanggapannya tentang kesukaan dan ketidaksesuaian terhadap suatu produk. Berdasarkan uji hedonik penilaian tertinggi yaitu pada perlakuan T₁G₃ dengan

rerata 3,90 hal tersebut dikarenakan pada perlakuan tersebut rasa pada teh kombucha tidak terlalu asam dan aromanya pun khas dari pada teh kombucha, tidak terlalu masam menyengat dan tidak busuk. Selain itu berdasarkan identifikasi panelis perlakuan T₁G₃ juga mendapat kategori “suka”, dengan rerata 3,60.

Rancangan LKPD

Hasil penelitian mengenai pembuatan teh kombucha dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar berupa Rancangan LKPD pada mata pelajaran Biologi materi bioteknologi kelas XII SMA. Perancangan LKPD dilakukan melalui 2 tahapan yaitu tahapan yaitu analisis potensi dan desain LKS.

Analysis (Analisis)

Pada tahapan ini, peneliti melakukan analisis terhadap kurikulum. Dimana analisis yang dilakukan terhadap silabus mata pelajaran biologi yakni dengan menganalisis instruksional Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum pada silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Biologi SMA. Berdasarkan hasil analisis tersebut, pengembangan LKPD disesuaikan dengan Kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang sesuai dengan hasil penelitian. Hasil penelitian ini berpotensi untuk menghasilkan rancangan LKPD pada materi pokokbioteknologi, pada sub materi bioteknologi konvensional. Rancangan LKPD ini didukung oleh data-data hasil penelitian untuk menunjang media pembelajaran yang lebih bervariasi.

Design (Desain)

Setelah melakukan analisis maka selanjutnya peneliti membuat rancangan LKPD dengan berbasis pendekatan *Project Based Learning* (PjBL). Selain itu juga dilakukan perancangan perangkat pembelajaran yang meliputi silabus, RPP dan instrumen penilaian. LKPD ini akan digunakan pada pertemuan ketiga dengan alokasi waktu 2x45 menit. LKPD yang dirancang oleh peneliti mengacu kepada format yang disediakan oleh Depdiknas (2008) dengan berdasarkan kepada pendekatan *Scientifik*. Adapun Format LKPD yang dirancang peneliti terdiri dari judul, identitas, tujuan, informasi pendukung, sumber belajar, alat dan bahan, langkah kerja, latihan, dan kesimpulan.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

1. Variasi pengolahan teh dan konsentrasi gula berpengaruh terhadap peningkatan kadar gula reduksi, kadar total asam, penurunan pH, serta organoleptik teh kombucha.
2. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan T₁G₃ (teh hitam, gula 120 gram) dengan kadar gula reduksi 29,806%, kadar total asam 0,450%, pH 3,04, dan rata-rata tingkat kesukaan panelis terhadap warna 1,30 (kuning kemerahan), aroma 2,90 (masam), dan rasa 1,7 (asam).

3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan LKPD pada materi bioteknologi, sub materi bioteknologi konvensional, mata pelajaran biologi sehingga dapat dipergunakan pada praktikum fermentasi.

Rekomendasi

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih menjaga alat dan bahan tetap steril agar teh kombucha yang dihasilkan tidak terkontaminasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap Developmment, Implementasi dan Evaluasi sesuai dengan model pengembangan pembelajaran ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

DAFTAR PUSTAKA

Anugrah, S.T. 2005. Pengembangan Produk Kombucha Probiotik Berbahan Baku Teh Hitam (*Camellia sinensis*). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.

Apriyantono, *et al*. 1988. *Analisis Pangan*. IPB Press. Bogor.

Fulder, S. 2004. *Khasiat Teh Hijau*. Penerjemah : T.R. Wilujeng. Prestasi Pustaka Publisher, Jakarta.

Harler, C. R. 1963. *Tea Manufacture*. London Oxford University Press.

Hartoyo, Arif. 2003. *Teh dan Khasiatnya Bagi Kesehatan : Sebuah Tinjauan Ilmiah*. Kanisius. Yogyakarta

Jodoamidjojo M, Abdul AD, Endang GS. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Pers, Jakarta.

Junior RJS, Batista RA, Rodrigues SA, Filho LX, Lima AS. 2009. Antimicrobial Activity Of Broth Fermented With Kombucha Colonies. *Journal Microbiol Biochem Techno* 1(1): 72-78.

Lapaz, M. M, Galorda E. G, and M. A. Pale. 1967. Teh Nata Organism Cultural Requirement Characteristic and Identify. *Teh Philipine Journal of Science* Vol 96. Philipines.

Nazaruddin. 1993. *Komoditi Ekspor Pertanian*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Nazaruddin dan Paimin. 1993. *Teh, Pembudidayaan dan Pengolahan*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Oryza Sativa Daroini. 2006. Kajian Proses Pembuatan Teh Herbal Dari Campuran Teh Hijau (*Camellia sinensis*), Rimpang Bangle (*Zingiber cassumunar*, Roxb), dan Daun Ceremai (*Phyllanthus acidus* (L) Skeels). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.

Paimin, Fendy, R. 2001. *Jamur Dipo Harus Tepat Dosis*. Tribus hal 53. Jakarta.

Purba, Michael. 1995. *Ilmu Kimia*. Erlangga. Jakarta.

Rahayu, E.S dan Kuswanto, K. R. 1987. *Teknologi Pengolahan Minuman Beralkohol*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Setiawati dan Nasikun, 1991. *Teh: Kajian Sosial-Ekonomi*. Aditya Media. Yogyakarta.

Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri. 2012. *Teh Kombucha sebagai Minuman Fungsional untuk Meningkatkan Daya Tahan Tubuh*. 18 (2).