

Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha dari Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*) Selama Fermentasi

Chemical Characteristics and Antioxidant Activity of Water Lettuce (Pistia stratiotes) Leaves Kombucha during Fermentation

Desnilawati Hotmaria Simanjuntak, Herpandi^{*)}, Shanti Dwita Lestari

Jurusan Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30662 Sumatera Selatan
Telp./Fax. (0711) 580934

^{*)}Penulis untuk korespondensi: herpandinapis@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to utilize water lettuce (*Pistia stratiotes*) as raw material of kombucha drink and was to investigate the effects of fermentation time on chemical characteristics and antioxidant activity of water lettuce (*Pistia stratiotes*) leaves kombucha. This research used randomized block design (RBD) consisted of 1 factor treatment which was fermentation time (1,4,8 and 12 days) with 3 replications. The variables observed were total sugar content, pH, total acidity, alcohol, antioxidant activity use DPPH method and sensoric analysis on appearance, colour, flavor, and taste of the final product. The result showed that fermentation time gave significant effect on chemical analysis (total sugar content, pH, total acidity, alcohol), antioxidant activity and sensoric analysis (appearance, colour and taste), but no effect on flavor was observed.

Keywords: Characteristics, fermentation time, kombucha, water lettuce (*Pistia stratiotes*)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) sebagai bahan baku pembuatan kombucha serta untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan minuman kombucha dari tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*). Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 1 faktor perlakuan dengan 3 kali ulangan. Faktor perlakuan meliputi lama fermentasi 1, 4, 8, dan 12 hari. Parameter yang diamati meliputi analisis kimia (kadar gula, pH, asam total, kadar alkohol), aktivitas antioksidan, serta analisis sensoris (penampakan, warna, aroma, dan rasa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap analisis kimia (kadar gula total, pH, kadar asam total, alkohol), berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan, dan berpengaruh nyata terhadap analisis sensori (penampakan, warna, rasa) tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap aroma.

Kata kunci: Apu-apu (*Pistia stratiotes*), karakteristik, kombucha, lama fermentasi

PENDAHULUAN

Tren minuman fungsional sedang diminati oleh konsumen karena dipercaya berkhasiat bagi kesehatan. Beberapa contoh hasil kajian formulasi minuman fungsional tradisional yang terbukti memiliki khasiat bagi kesehatan antara lain: bir pletok (Dulimarta 2001), minuman secang (Hastuti 2014), dan kombucha teh (Silaban 2005).

Salah satu produk minuman hasil fermentasi yang berasal dari simbiosis bakteri

dan jamur yang memiliki sifat fungsional disebut kombucha. Kombucha merupakan produk minuman tradisional hasil fermentasi larutan teh dan gula oleh starter kultur kombucha yang disebut SCOBY yang memiliki cita rasa dan aroma yang khas, yaitu rasa asam-manis, yang mengandung sejumlah vitamin, mineral, dan asam organik. Simbiosis kultur kombucha antara lain *Acetobacter* yaitu *Acetobacter xylinum*, dan beberapa jenis khamir yaitu *Brettanomyces*,

Zygosaccharomyces, dan *Saccharomyces* (Mayser et al. 1995). Jenis tanaman lain yang bermanfaat bagi kesehatan untuk pembuatan kombucha selain dari teh adalah jenis dedaunan yang mengandung fenol sehingga dapat dimanfaatkan sebagai minuman fungsional. Dedaunan yang mengandung fenol sebagai antioksidan salah satunya adalah tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Tanaman apu-apu mengandung berbagai macam mineral Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn dan P. Daun dan batang tanaman apu-apu terdiri dari 92,9% H₂O, 1,4% protein, 0,3% lemak, 2,6% karbohidrat, 0,9% serat kasar dan 1,9% mineral (terutama kalium dan fosfor) (Arisandi, 2006). Daun kaya akan vitamin A dan C, stigmasterol, stigmasterl, stigmasterat dan asam palmitat (Khare, 2005). Ekstrak tumbuhan apu-apu mengandung komponen bioaktif diantaranya steroid, fenol, saponin, dan flavonoid. Ekstrak tanaman apu-apu mempunyai antioksidan yang tergolong sedang dengan IC₅₀ 147,58 ppm (Wasahla 2015).

Komponen mayor yang dihasilkan saat fermentasi kombucha adalah asam asetat, etanol, dan asam glukoronat, sedangkan komponen minor yang dihasilkan adalah asam laktat, asam fenolat, vitamin B, dan enzim (Blanc 1996). Kombucha juga mengandung senyawa-senyawa organik yang bermanfaat bagi tubuh yaitu vitamin B kompleks, asam organik, dan senyawa lain yang berfungsi sebagai antibiotik (Naland 2008).

Menurut penelitian beberapa ahli, kombucha memiliki efek bagi kesehatan diantaranya dapat mengobati pembengkakan dubur, rematik dan encok pada persendian (Dufreshne et al. 2000), memperbaiki fungsi hati (Loncar et al. 2006), menyembuhkan kanker (Frank, 1995), mengobati sembelit, menurunkan tekanan darah, dan pusing kepala (Naland 2004) selain itu kombucha juga berkhasiat sebagai antibiotik, melancarkan pencernaan, antioksidan, dan antibakteri (Chen dan Chu 2006).

Waktu fermentasi kombucha adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk fermentasi dengan starter kombucha. Waktu yang dibutuhkan

adalah sekitar 4 hingga 14 hari (Hidayat et al. 2006). Lama fermentasi dalam pembuatan kombucha diduga berpengaruh terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha dari tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha dari bahan baku tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) sebagai bahan baku pembuatan kombucha serta menentukan pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan minuman kombucha dari tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah apu-apu (*Pistia stratiotes*), kultur kombucha, gula pasir, air mineral, akuades, NaOH, fenolptalein, larutan DPPH, etanol, alkohol, methanol, dan bibit kombucha.

Alat-alat yang digunakan adalah panci *steinless steal*, sendok/magnet stirer, stoples kaca, *aluminium foil*, gelas beaker, pH meter, termometer, kompor/bunsen, saringan, pipet tetes, gelas ukur, timbangan analitik, labu titrasi, kertas saring, *colour checker*, reagen asam asetat, refraktometer, dan piknometer.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 1 faktor perlakuan dengan 5 taraf perlakuan, yaitu waktu fermentasi dengan 3 kali ulangan. Adapun taraf perlakuan adalah sebagai berikut:

K₀ = Kontrol air rebusan apu-apu

K₁ = Fermentasi 1 hari

K₂ = Fermentasi 4 hari

K₃ = Fermentasi 8 hari

K₄ = Fermentasi 12 hari

Cara Kerja

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan kegiatan, yaitu sebagai berikut:

Preparasi Sampel (*Pistia stratiotes*)

Tumbuhan apu-apu diperoleh dari perairan rawa, Kelurahan Tegal Binangun, Kecamatan Plaju, Palembang. Apu-apu dibersihkan dengan air tawar hingga bersih dari kotoran yang menempel lalu dijemur kurang lebih 1-2 jam dibawah terik matahari hingga layu.

Cara kerja pembuatan kombucha Apu-apu (*Pistia stratiotes*) modifikasi (Suhardini *et al.* 2016)

Langkah mengerjakan berdasarkan penelitian modifikasi Suhardini *et al.* (2016) ini adalah disediakan stoples kaca sebanyak 15 buah dan telah disterilkan terlebih dahulu dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit dan diberi label pada masing-masing perlakuan. Tumbuhan apu-apu kering 40 gram diiris dan dimasak dengan air 500 mL. Setelah mendidih larutan disaring dan didinginkan sampai suhu ruang di dalam stoples kaca yang telah disterilkan sebanyak 300 mL. Kemudian setiap sampel diberi gula 20% (b/v). Lalu diberi starter kombucha 20% (b/v) pada setiap sampel. Setelah itu toples kaca ditutup dengan kain putih bersih dan diikat dengan karet lalu difermentasi selama 1, 4, 8, dan 12 hari pada suhu ruang.

Parameter

Parameter yang akan diamati pada penelitian ini yaitu parameter kimia yang meliputi kadar gula (Sudarmadji *et al.* 1997), pH, asam total (Nainggolan 2009), kadar alkohol (Skoog 1985), uji aktivitas antioksidan (Wulandari 2014) dan analisis sensori meliputi penampakan, warna, aroma, dan rasa.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam untuk pengaruh perlakuan. Apabila berpengaruh nyata, maka dilakukan uji beda nyata pada taraf uji 5%.

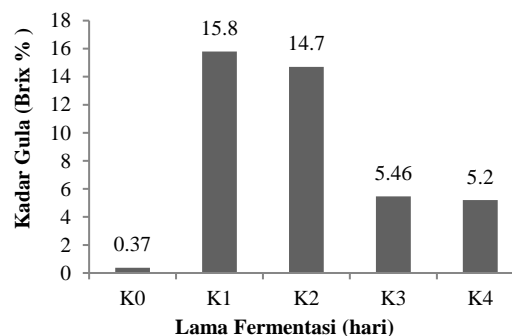
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kimia

Analisa kimia pada kombucha apu-apu meliputi kadar gula total, pH, total asam, kadar alkohol, dan antioksidan.

Kadar Gula Total

Rata-rata kadar gula total pada kombucha apu-apu dengan perlakuan lama fermentasi berkisar antara 0,37% brix hingga 15,8% brix. Nilai kadar gula terendah dimiliki oleh K₀ yang merupakan kontrol perlakuan. Nilai kadar gula tertinggi terletak pada K₁ (lama fermentasi 1 hari) yaitu sebesar 15,8% brix. Nilai rata-rata kadar gula total dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar gula total kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Rata-rata kadar gula total pada Gambar 1 menunjukkan pengaruh pada masing-masing perlakuan. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap kadar gula total kombucha apu-apu. Berdasarkan hasil penelitian, semakin bertambahnya lama waktu fermentasi, maka kadar gula total mengalami penurunan. Hal ini diduga karena kemampuan kultur SCOBY dalam merombak gula pada pada setiap sampel kombucha (Suhardini *et al.* 2016). Proses fermentasi dimulai ketika kultur mengubah glukosa menjadi etanol dan CO₂, kemudian bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Glukosa berasal dari inversi sukrosa oleh khamir menghasilkan glukosa dan fruktosa. *Acetobacter* sebagai bakteri utama dalam kultur kombucha mengoksidasi etanol menjadi asetaldehida kemudian menjadi asam asetat. Afinitas biokimia yang kedua dari bakteri *Acetobacter* adalah pembentuk asam glukonat yang berasal dari oksidasi glukosa. Sukrosa dipecah menjadi glukosa dan fruktosa oleh khamir (Sutherland 1972). Kemudian glukosa dan fruktosa dipecah menjadi asam-asam organik dan alkohol secara terus-menerus sampai gula

yang terdapat pada larutan kombucha habis. Sehingga asam yang dihasilkan akan terus meningkat pada waktu fermentasi yang semakin lama (Aditiwati dan Kusnadi, 2003).

Hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pengaruh lama fermentasi terhadap kadar gula total dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Lanjut BNJ kadar gula total

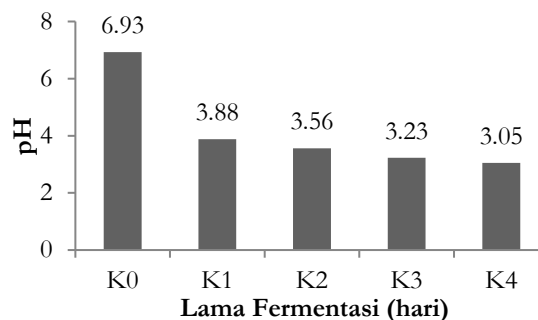
Perlakuan	Nilai Rerata	BNJ 5% (3,29)
K ₀	0,37	a
K ₄	5,2	b
K ₃	5,46	b
K ₂	14,7	c
K ₁	15,8	c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata.

Dari hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur pada Tabel 1. diperoleh perlakuan K₀ (tanpa perlakuan) berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. K₁ (lama fermentasi 1 hari dan K₂ (lama fermentasi 4 hari) tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya, hal ini diduga terjadi karena bakteri memerlukan waktu untuk fase adaptasi sampai hari ke-4, kemudian akan mengalami peningkatan pertumbuhan (fase logaritmik) pada hari ke-8 dan mengalami penurunan pada hari ke-12. Sesuai dengan penelitian (Nainggolan 2009) yang menyatakan bahwa bakteri memerlukan waktu adaptasi sampai hari ke-6, kemudian pertumbuhan meningkat (fase logaritmik) sampai pada hari ke-10 dan menurun mulai hari ke-10 karena pada fermentasi ini terjadi hubungan yang saling membutuhkan antara khamir dengan bakteri. Perlakuan K₃ (lama fermentasi 8 hari) dan K₄ (lama fermentasi 12 hari) tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan K₀, K₁, dan K₂.

Nilai pH

Rata-rata pH kombucha apu-apu dengan perlakuan lama fermentasi berkisar antara 3,05 hingga 6,93 seperti pada Gambar 2. Nilai kadar pH tertinggi dimiliki oleh K₀ yang merupakan kontrol perlakuan. Nilai kadar pH terendah terletak pada K₄ (lama fermentasi 12 hari) yaitu sebesar 3,05.



Gambar 2. Kadar gula total kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap pH kombucha apu-apu. Hal ini diduga terjadi karena selama pemeraman *Acetobacter xylinum* akan mensintesa gula menjadi selulosa dan terbentuknya asam asetat sehingga akan menurunkan sampai pH 3,0-2,0. Berdasarkan kisaran pH tersebut, bakteri ini tergolong acidofil yaitu kelompok mikroorganisme yang dapat tumbuh dengan baik pada pH 2,0-5,0. Menurut Tranggono (1986), pada umumnya semakin meningkatnya kandungan asam suatu bahan maka nilai pH akan semakin menurun. Penurunan pH minuman kombucha diduga disebabkan oleh peningkatan konsentrasi zat-zat asam selama proses fermentasi. Zat asam yang terlarut pada larutan akan melepaskan proton yang menyebabkan penurunan pH.

Sreeramulu *et al.* (2000) menyatakan bahwa penurunan pH terjadi karena selama proses fermentasi khamir dan bakteri mensintesis sukrosa menjadi asam-asam organik seperti asam asetat dan asam glukonat dan beberapa asam organik lainnya, sehingga dengan peningkatan konsentrasi asam-asam organik tersebut mengakibatkan penurunan pH pada medium fermentasi (Afifah 2010). Hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur pengaruh lama fermentasi terhadap kadar gula total dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur diperoleh perlakuan K₀ (tanpa perlakuan) dan K₁ (lama fermentasi 1 hari) berbeda nyata. K₁ (lama fermentasi 1 hari) dan K₂ (lama fermentasi 4 hari) menunjukkan bahwa berbeda tidak nyata, K₃ berbeda tidak nyata terhadap K₄. Hal ini disebabkan semakin

lama waktu fermentasi, maka pH medium kombucha semakin menurun. Hal ini disebabkan adanya akumulasi zat asam dan peningkatan jumlah proton H⁺ sebagai hasil dari metabolisme bakteri dan khamir yang ada dalam medium (Afifah 2010).

Tabel 2. Uji Lanjut BNJ pH

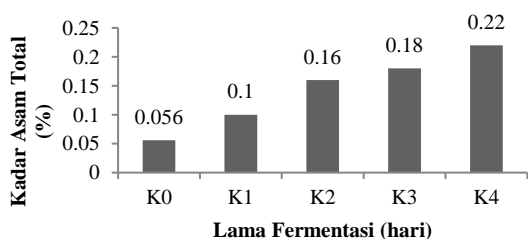
Perlakuan	Nilai Rerata	BNJ 5% (0,365)
K ₄	3,05	a
K ₃	3,23	ab
K ₂	3,56	bc
K ₁	3,88	c
K ₀	6,93	d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata.

Dari hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka pH kombucha apu-apu akan semakin menurun dan menimbulkan rasa yang semakin asam.

Kadar Asam Total

Rata-rata kadar asam total kombucha apu-apu dengan perlakuan lama fermentasi berkisar antara 0,056% hingga 0,22%. Nilai kadar asam total terendah dimiliki oleh K₀ yang merupakan kontrol perlakuan. Nilai kadar asam total tertinggi terletak pada hari ke-12 yaitu sebesar 0,22%. Rata-rata nilai kadar asam total kombucha apu-apu seperti yang disajikan pada Gambar 3. Kadar asam total kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*) adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Kadar asam total kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata pada taraf uji 5 % terhadap kadar asam total kombucha apu-apu, hal ini diduga karena semakin lama waktu fermentasi maka pH semakin menurun dan meningkatkan kadar

asam total. Hal ini diduga karena semakin lama waktu fermentasi maka gula yang terdapat dalam kombucha akan dirombak oleh bakteri dan khamir menjadi asam organik. Produk kombucha mengandung khamir dan bakteri yang melakukan metabolisme terhadap sukrosa sehingga menghasilkan asam-asam organik seperti asam asetat dan asam glukonat (Sreeramulu *et al.* 2000). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kadar asam total meningkat seiring lamanya waktu fermentasi pada kombucha rumput laut (Pratiwi 2012). Hasil uji lanjut BNJ pengaruh lama fermentasi terhadap kadar asam total kombucha apu-apu seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Lanjut BNJ pengaruh lama fermentasi terhadap kadar asam total kombucha apu-apu

Perlakuan	Nilai Rerata	BNJ 5% (0,08)
K ₀	0,05	a
K ₁	0,10	a b
K ₂	0,16	b c
K ₃	0,18	c
K ₄	0,22	c

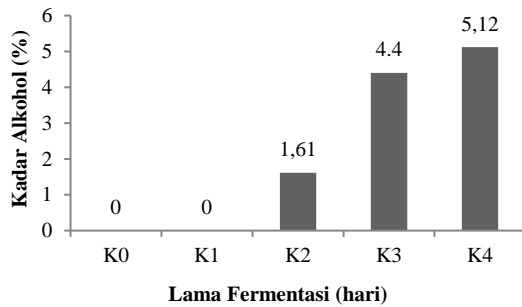
Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perlakuan berbeda nyata.

Hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur pada Tabel 3 diperoleh K₀ (tanpa perlakuan) berbeda tidak nyata terhadap perlakuan K₁ (lama fermentasi 1 hari). Perlakuan K₁ berbeda tidak nyata terhadap perlakuan K₂ (lama fermentasi 4 hari). Perlakuan K₂ (waktu fermentasi 4 hari) berbeda tidak nyata terhadap perlakuan K₃ (lama fermentasi 8 hari) hal ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroba pada setiap perlakuan tetap berlangsung seiring dengan pertambahan waktu, walaupun dengan aktivitas lambat namun tetap menghasilkan peningkatan total asam. Hal ini sesuai dengan penelitian Afifah (2010) yang menyatakan bahwa semakin lamanya waktu fermentasi, proses pemecahan gula semakin meningkat sehingga konsentrasi asam asetat menjadi semakin tinggi.

Kadar Alkohol

Rata-rata kadar alkohol kombucha apu-apu dengan perlakuan lama fermentasi berkisar antara 0,% hingga 5,12 %. Nilai rata-

rata kadar alkohol pada sampel K₀ (tanpa perlakuan) dan K₁ (lama fermentasi 1 hari) berkisar 0%. Sedangkan nilai kadar alkohol tertinggi terdapat pada perlakuan K₄ (lama fermentasi 12 hari). Rata-rata nilai kadar alkohol pada kombucha apu-apu telah disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar alkohol kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap kadar alkohol kombucha apu-apu. Semakin lama waktu fermentasi, rerata kadar alkohol akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh khamir mempunyai kemampuan untuk memecah pangan karbohidrat menjadi alkohol dan karbondioksida. Proses ini diketahui sebagai fermentasi alkohol yaitu proses anaerob (Hasanah *et al.* (2012)). Hasil uji lanjut BNJ pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji lanjut BNJ pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol kombucha apu-apu

Perlakuan	Nilai Rerata	BNJ 5% (4,28)
K ₀	0	a
K ₁	0	a
K ₂	1,61	a b
K ₃	4,40	b
K ₄	5,12	b

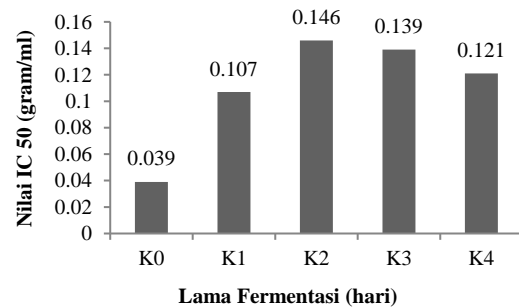
Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata.

Dari hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur diperoleh K₀ (tanpa perlakuan), K₁ (lama fermentasi 1 hari) dan K₂ (lama fermentasi 4 hari) berbeda tidak nyata antar perlakuan. Perlakuan K₃ (lama fermentasi 8 hari) dan K₄

(lama fermentasi 12 hari) berbeda tidak nyata. Hal ini diduga terjadi akibat perombakan gula oleh simbiosis bakteri dan khamir yang merombak gula pada kombucha apu-apu menjadi etanol dan senyawa lain seiring bertambahnya waktu fermentasi.

Antioksidan

Rata-rata aktivitas antioksidan IC₅₀ pada kombucha apu-apu dengan perlakuan lama fermentasi berkisar antara 0,039 g/mL hingga 0,148 g/mL. Nilai rata-rata antioksidan pada sampel K₀ (tanpa perlakuan) 0,03 g/mL, K₁ (lama fermentasi 1 hari) sekitar 0,107 g/mL, K₂ (lama fermentasi 4 hari) sekitar 0,146 g/mL, K₃ (lama fermentasi 8 hari) sekitar 0,139 g/mL, dan K₄ (lama fermentasi 12 hari) sekitar 0,121 g/mL. Rata-rata nilai aktivitas antioksidan pada kombucha apu-apu disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kandungan Antioksidan Kombucha Apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata pada taraf uji 5% terhadap antioksidan kombucha apu-apu. Rata-rata nilai IC₅₀ mengalami kenaikan sampai hari ke-4 dan mengalami penurunan pada hari ke-8, kemudian mengalami kenaikan kembali pada hari ke-12.

Menurut Hanani *et al.* (2005) suatu bahan dapat dikatakan sebagai antioksidan yang kuat jika memiliki nilai IC₅₀ kurang dari 200 ppm. Dari hasil penelitian, diperoleh antioksidan yang sangat rendah dan mengalami penurunan diduga disebabkan oleh pemanasan pada proses pengolahan minuman. Pemanasan dapat mempercepat oksidasi antioksidan yang terkandung pada suatu bahan. Oksidasi mengakibatkan

menurunnya aktivitas antioksidan dengan tingkat berbeda yang dipengaruhi oleh jenis komponen antioksidan dalam bahan tersebut (Hastuti 2014).

Pemanasan dengan suhu yang tinggi mengakibatkan kerusakan komponen yang tidak tahan terhadap panas termasuk senyawa fenol. Seperti penelitian sebelumnya Kettawan *et al.* (2011) mengatakan bahwa proses perebusan selama 2 menit pada suhu 100°C menurunkan total fenol dan aktivitas antioksidan sebesar 45-60% pada jamur *Agrocybe cylindracea*. Komponen yang berperan sebagai antioksidan dalam bahan minuman kombucha apu-apu tersebut berasal dari senyawa fenol, sehingga mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan minuman yang dihasilkan.

Hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Lanjut BNJ Antioksidan

Perlakuan	Nilai Rerata	BNJ 5% (0,01)
K ₀	0,030	a
K ₁	0,100	b
K ₄	0,121	c
K ₃	0,139	c
K ₂	0,145	c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata.

Hasil uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada Tabel 5. diperoleh perlakuan K₀ (tanpa perlakuan) berbeda nyata terhadap K₁ (lama fermentasi 1 hari). Perlakuan K₁ berbeda nyata terhadap perlakuan K₂ (lama fermentasi 4 hari) dan dengan perlakuan lainnya

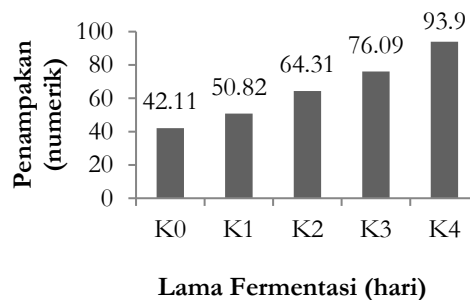
Uji Sensoris

Analisis pengujian organoleptik pada kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*) menggunakan uji sensoris mutu hedonik. Pengujian sensoris mutu hedonik kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*) menggunakan 25 panelis. Parameter yang diamati meliputi penampakan, warna, aroma, dan rasa.

Penampakan

Hasil pengukuran organoleptik penampakan pada kombucha apu-apu

berkisar antara 42,11 hingga 93,9. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat penerimaan panelis terhadap penampakan memiliki nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan K₄ (lama fermentasi 12 hari) dengan spesifikasi warna kombucha sangat keruh dan terdapat gumpalan nata dibagian dasar sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada sampel K₀ (tanpa perlakuan) sebesar 42,11 dengan spesifikasi warna hijau dan jernih.



Gambar 6. Skor penampakan kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap penampakan kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*). Adanya nata pada bagian dasar kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*) merupakan salah satu indikator adanya pertumbuhan mikroba (Wistiana *et al.*, 2015). Hasil uji lanjut perbandingan *multiple comparison* pengaruh perlakuan lama fermentasi terhadap penampakan kombucha apu-apu seperti yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji lanjut perbandingan *multiple comparison* pengaruh lama fermentasi terhadap penampakan kombucha apu-apu

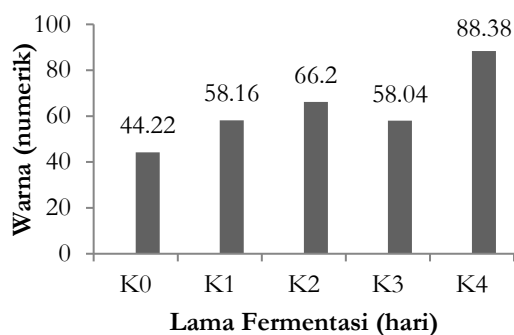
Perlakuan	Rata-Rata Rangking	Nilai pembandingan	Ket.
K ₀	42,1072		a
K ₁	50,8216		a b
K ₂	64,3152	30	a b c
K ₃	76,0960		b c
K ₄	93,9000		c

Dari hasil uji lanjut *multiple comparison* diperoleh perlakuan K₀ (tanpa perlakuan) dan K₁ (lama fermentasi 1 hari) serta K₂ (lama fermentasi 4 hari) berbeda tidak nyata, tetapi berbeda terhadap perlakuan lainnya. K₃ (lama fermentasi 8 hari) berbeda nyata terhadap K₄ (lama fermentasi 12 hari). Dari hasil uji lanjut

multiple comparison dapat disimpulkan bahwa lama fermentasi berbeda nyata terhadap penampakan kombucha apu-apu.

Warna

Hasil pengukuran organoleptik warna pada kombucha apu-apu berkisar antara 44,22 hingga 88,38. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat penerimaan panelis terhadap penampakan memiliki nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan K₄ (lama fermentasi 12 hari) dengan spesifikasi warna kuning dan terendah K₀ (tanpa perlakuan) sebesar 48,8 dengan spesifikasi warna hijau.



Gambar 7. Skor warna kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa dengan lama fermentasi menunjukkan pengaruh beda nyata terhadap warna kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*) diduga karena adanya degradasi warna yang dihasilkan oleh bakteri. Adanya kemampuan konsorsium mikroba mendegradasi warna (Pandey et al., 2007) Hal ini sesuai dengan penelitian Nainggolan (2009) bahwa proses degradasi warna kombucha rosella terlihat menurun seiring pertambahan waktu. Hasil uji lanjut perbandingan *multiple comparison* pengaruh lama fermentasi terhadap warna kombucha apu-apu seperti disajikan pada Tabel 7.

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan K₀ tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₁ (lama fermentasi 1 hari), K₂ (lama fermentasi 4 hari), K₃ (lama fermentasi 8 hari) dan K₄ (lama fermentasi 12 hari). Semakin lama waktu fermentasi maka warna kombucha apu-apu yang dihasilkan akan semakin kecoklatan.

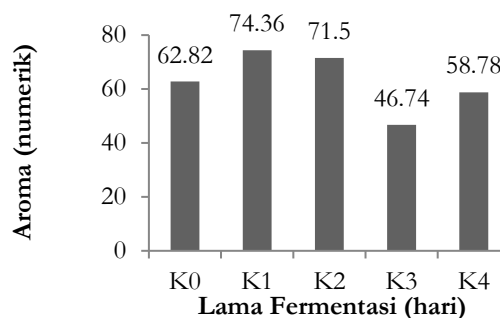
Tabel 7. Uji lanjut *multiple comparison* warna

Perlakuan	Rata-Rata Rangking	Nilai perbandingan	Keterangan
K ₀	44,22		a
K ₃	58,04		a
K ₁	58,16	30	a
K ₂	66,2		a b
K ₄	88,38		b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata.

Aroma

Hasil pengukuran organoleptik aroma pada kombucha apu-apu berkisar antara 46,74 hingga 74,36. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat penerimaan panelis terhadap penampakan memiliki nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan K₁ (lama fermentasi 1 hari) dengan spesifikasi aroma khas kombucha dan terendah K₃ (lama fermentasi 8 hari) sebesar 46,74 dengan spesifikasi tidak khas kombucha.



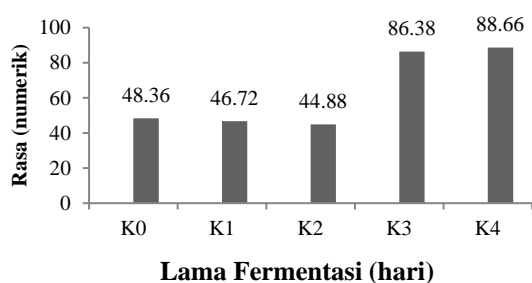
Gambar 8. Skor aroma kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa dengan lama fermentasi menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap aroma kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*). Perlakuan K₁ (lama fermentasi 1 hari) dengan nilai tertinggi menunjukkan bahwa perlakuan K₁ memiliki aroma khas kombucha. Semakin lama fermentasi maka aroma yang dihasilkan 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 kombucha disebabkan oleh senyawa-senyawa *volatile* yang terbentuk sehingga menimbulkan aroma asam yang khas. Asam laktat dan

asetaldehid yang dihasilkan menyebabkan penurunan pH media fermentasi atau meningkatkan keasaman dan menimbulkan aroma khas (Anugrah 2005).

Rasa

Hasil pengukuran organoleptik aroma pada kombucha apu-apu berkisar antara 44,88 hingga 88,66. Hasil yang diperoleh menunjukkan tingkat penerimaan panelis terhadap penampakan memiliki nilai rata-rata tertinggi pada perlakuan K₄ (lama fermentasi 12 hari) dengan spesifikasi rasa sangat asam dan terendah K₂ (lama fermentasi 4 hari) sebesar 44,88 dengan spesifikasi rasa asam.



Gambar 9. Skor rasa kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*)

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa dengan lama fermentasi menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap rasa kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*). Hasil uji lanjut *multiple comparison* pengaruh lama fermentasi terhadap fermentasi disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji lanjut *multiple comparison*

Perlakuan	Rata-Rata	Nilai	Keterangan
n	Rangking	pembanding	
K ₂	44,88		a
K ₁	46,72		a
K ₀	48,36	30	a
K ₃	86,38		b
K ₄	88,66		b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan bahwa perlakuan berbeda nyata.

Hasil uji lanjut *multiple comparison* menunjukkan bahwa perlakuan K₀ (tanpa perlakuan), K₁ (lama fermentasi 1 hari) dan K₂ (lama fermentasi 4 hari) menunjukkan tidak berbeda nyata. Perlakuan K₃ (lama

fermentasi 8 hari) tidak berbeda nyata dengan K₄ (lama fermentasi 12 hari), namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Semakin lama waktu fermentasi, maka pH yang dihasilkan akan semakin rendah sehingga rasa yang dihasilkan 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 (Anugrah 2005).

KESIMPULAN

Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia (kadar gula total, pH, kadar asam total, alkohol). Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*) Lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap sensoris (penampakan, warna dan rasa) pada kombucha apu-apu (*Pistia stratiotes*).

DAFTAR PUSTAKA

Adiwati dan Kusnadi. 2003. Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang berperan dalam Fermentasi Tea Cider. *Jurnal Sains dan Teknologi ITB* 35A(2): 147-162.

Afifah N. 2010. Analisis kondisi dan potensi lama fermentasi medium kombucha (teh, kopi, rosella) dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (*Vibrio cholera* dan *Bacillus cereus*). [Skripsi]. Malang: Universitas Islam Negeri.

Anugrah ST. 2005. Pengembangan produk kombucha probiotik berbahan baku teh hitam (*Camelia sinensis*). [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Arisandi DJ. 2006. Pengaruh keberadaan kayu apu pada pertumbuhan dan hasil tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.). [Skripsi]. Malang: Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Blanc PJ. 1996. Characterization of the tea fungus metabolites. <http://www.kombuchapower.com>. [4 Februari 2016].

- Chen dan Chu SC. 2006. Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chemistry* 98: 502-507.
- Dufresne C dan E Farnword. 2000. Tea, Kombucha and Health: a Review. *Food Research International* 33: 409-421.
- Dulimarta HS. 2000. Kajian stabilitas beberapa formulasi bir pletok (minuman khas betawi) dan pengaruhnya selama penyimpanan. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Frank GW. 1995. *Kombucha-Healthy Beverage and Natural Remedy from The Far East 8th Ed.* Austria: Publishing House Ennsthaler.
- Hanani E, Abdul M, Ryany S. 2005. Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons *Callispongia* sp. dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian* (2): 127-133.
- Hasanah H, Akyunul J, Ghanaim F. 2012. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol tape singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). *Jurnal ALCHEMY*. 2(1).
- Hastuti AM. 2014. Pengaruh penambahan kayu manis terhadap aktivitas antioksidan dan kadar gula total minuman fungsional secang dan daun stevia sebagai alternatif minuman bagi penderita Diabetes Melitus Tipe 2. [Skripsi]. Semarang: Fakultas Kedokteran. Universitas Diponegoro.
- Hidayat N, Padaga MC, dan Suharsini S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Jayabalan R, Marimuthu S, Swaminathan K. 2007. Changes in content of organic acids and tea polyphenol during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry* 102: 392-398.
- Kettawan A, Kunlaya C, Ratchanee K, dan Rin C. 2011. Effects of cookong on antioxidant activities and polyphenol content of edible mushrooms commonly consumed in Thailand. *Pakistan Journal of Nutrition* 10(11): 1094-1103.
- Khare CP. 2005. *Ensiklopedia tanaman obat India*. Berlin Heidelberg, Jerman: Springer-Verlag.
- Loncar E, Djuric M, Malbasa M, LJ Kolarov dan Klasnja M. 2006. Influence of working condition upon kombucha conducted fermentation of black tea. *Food and Bioproduct Processing* 84 (C3): 186-192.
- Mayser P, Stephanie F, Grunder K. 1995. The Yeast Spectrum of Tea Fungus Kombucha. *Mycoses*.
- Nainggolan J. 2009. Kajian pertumbuhan bakteri *Acetobacter* sp. dalam kombucha-rosela merah (*Hibiscus Sabdariffa*) pada kadar gula dan lama fermentasi yang berbeda. [Tesis]. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Naland H. 2004. *Kombucha Teh Ajaib Pencegah dan Penyembuh Aneka Penyakit*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Naland H. 2008. *Kombucha Teh dengan Seribu Khasiat*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Pratiwi A, Elfita, Riris A. 2012. Pengaruh waktu fermentasi terhadap sifat fisik dan kimia pada pembuatan minuman kombucha dari rumput laut *Sargassum* sp. Universitas Sriwijaya 4(1): 131-136.
- Rahayu T dan Rahayu T. 2007. *Optimasi fermentasi cairan kopi dengan inokulum kultur kombucha (Kombucha coffee)*. *Sains dan Teknologi* 8(1): 15-27.
- Samsudin. 2008. *Azadirachtin Metabolit Sekunder dari Tanaman Mimba Sebagai Bahan Insektisida Botani*. Lembaga Pertanian Sehat.
- Screeramulu G, Zhu Y, dan Knol W. 2000. Kombucha fermentation and it's antimicrobial activity. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 886: 65-73.
- Silaban M. 2005. *Pengaruh jenis teh dan lama fermentasi pada proses pembuatan teh kombucha*. [Skripsi]. Medan: Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Suhardini PS dan Elok Z. 2016. Studi aktivitas antioksidan kombucha dari berbagai jenis daun selama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 4(1): 221-229.
- Skoog DA. 1985. *Principles of Instrumental Analysis*. Japan: Saunder College Publishing.

- Suprpti ML. 2003. *Teb Jamsi dan Manisan Nata*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sutherland IW. 1972. Bacterial Exopolysaccharides, Rose, A.H., Tempest, D.W.(ed). *Advanced in Microbial Physiology Vol 8*. New York: Academic Press.
- Wasahla. 2015. Analisis senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*). [Skripsi]. Indralaya: Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- Wulandari A. 2014. Aktivitas antioksidan kombucha daun kopi (*Coffea arabica*) dengan variasi lama waktu fermentasi dan konsentrasi ekstrak. [Skripsi]. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.