

LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP SIFAT FISIKO-KIMIA TEH KOMBUCHA DARI DAUN KELOR

Fermentation Time on Physicochemical Properties of Kombucha Tea From Moringa Leaf

Fadillah Zahra¹, Noviar Harun², Faizah Hamzah²,

¹Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Email: fadillah.zahra4853@student.unri.ac.id

ABSTRACT

A popular product made from Moringa leaves is tea. Infusion of Moringa leaves will have more nutrition if it is fermented into kombucha, because kombucha drinks have high antioxidant activity when compared to drinks that have not been made kombucha. This study aims to determine the optimal length of fermentation time for the physicochemical properties of kombucha tea produced from Moringa leaf. The study used a completely randomized design with five treatments and 4 replications. In this study, kombucha tea was made with variations in the length of fermentation, time namely L₁ (6 days fermentation), L₂ (7 days fermentation), L₃ (8 days fermentation), L₄ (9 days fermentation) and L₅ (fermentation time 10 days). The parameters observed included the degree of acidity (pH), vitamin C, antioxidant activity and overall hedonic test. The treatment chosen was L₁ (6 days fermentation time) with a value of 3.29 degrees of acidity, 22.88 mg/100ml of vitamin C, antioxidant activity with an IC₅₀ value of 1.25 g/ml and an overall hedonic test of 2.75 (somewhat like).

Keywords: fermentation time, kombucha tea, moringa leaf

PENDAHULUAN

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tanaman perdu dengan ketinggian sampai 10 m, berbatang lunak dan rapuh dengan daun yang sebesar ujung jari berbentuk bulat telur dan tersusun majemuk. Tanaman kelor mengandung lebih dari 90 jenis nutrisi berupa vitamin esensial, mineral, asam amino, anti penuaan, dan antiinflamasi (Shintia *et al.*, 2014). Bagian yang banyak dimanfaatkan adalah daunnya (Isnan, 2017).

Daun kelor mengandung senyawa fitokimia berupa tanin,

flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, antrakuinon dan terpenoid yang dapat menjadi sumber antioksidan alami dan antiinflamasi (Rohyani *et al.*, 2015). Daun kelor telah dibuktikan melalui berbagai penelitian memiliki kandungan antioksidan yang tinggi diantaranya Indriyani (2015) daun kelor kering per 100 gram mengandung air 0,075%, kalori 2,05%, karbohidrat 0,382%, protein 0,271%, lemak 0,023%, serat 0,192%, kalsium 20,03%, magnesium 3,68%, fosfor 2,04%, tembaga 0,006%, besi 0,282%, sulfur 8,7%, protasium 13,24% dan flavonoid 10%. Menurut Krisnadi (2015) juga menyatakan bahwa daun kelor

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

mengandung senyawa yang bersifat sebagai antioksidan seperti vitamin A, Vitamin C, dan betakaroten yang dapat membantu melindungi tubuh dari kerusakan sel akibat radikal bebas. Oleh karena itu daun kelor dapat menjadi alternatif dalam pembuatan teh.

Teh merupakan salah satu minuman penyegar yang bisa menjadi alternatif pengganti kopi. Teh banyak dikonsumsi oleh hampir seluruh lapisan masyarakat mulai dari kalangan muda hingga kalangan tua. Alasan masyarakat menyukai teh yaitu karena memiliki banyak manfaat, seperti dapat mencegah kanker, meningkatkan daya tahan tubuh serta mengandung vitamin C (Effendi *et al.*, 2010). Saat ini minuman teh banyak dijadikan sebagai minuman kombucha karena memiliki rasa yang lebih segar dan tinggi akan kandungan nutrisi (Velicanski *et al.*, 2007).

Kombucha merupakan minuman hasil fermentasi cairan teh dan gula dengan menambahkan starter mikrobial kombucha yaitu bakteri *Acetobacter xylinum* dan khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces ludwigii*, *Saccharomyces bisporus*, *Zygosaccharomyces* sp (Susilowati, 2013). Kombucha merupakan minuman fungsional yang memiliki banyak manfaat yang sangat berguna bagi tubuh manusia. Manfaat utama teh kombucha adalah dapat mendetoksifikasi dan memperbaiki hati pada hati karena mengandung asam glukoronat (Adiwati, 2003). Selain itu kombucha juga bermanfaat sebagai antioksidan, antibakteri, memperbaiki mikroflora usus, meningkatkan ketahanan tubuh dan menurunkan tekanan darah (Suhardini dan Elok, 2016).

Pembuatan kombucha yang paling penting adalah gula, karena gula adalah sumber makanan bagi mikrobial kultur kombucha. Jenis gula sebagai sumber karbon yang sering digunakan adalah gula pasir (Susilowati, 2013). Hasil penelitian Marwati, dkk (2013) tentang pengaruh konsentrasi gula dan starter kombucha terhadap mutu teh kombucha didapatkan teh kombucha dengan kualitas rasa terbaik diperoleh dari perlakuan kombinasi antara konsentrasi gula 20% dengan konsentrasi starter kombucha 20%.

Proses fermentasi juga tidak kalah penting dalam pembuatan kombucha. Fermentasi pada kombucha dilakukan oleh kultur kombucha dengan mengubah glukosa menjadi alkohol dan CO₂ kemudian bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (Widyasari dan Aminah, 2016). Alkohol akan teroksidasi menjadi asam asetat. Asam glukonat terbentuk dari oksidasi glukosa oleh bakteri dari genus *Acetobacter*. Kultur dalam waktu bersamaan akan menghasilkan asam-asam organik lainnya (Suhardini dan Elok, 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan lama waktu fermentasi yang optimal terhadap sifat fisiko-kimia teh kombucha yang dihasilkan dari teh daun kelor.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun kelor yang berwarna hijau tua yang bebas dari serangan hama dan penyakit tanaman dari kota Dumai, gula pasir, starter kombucha yang dibeli di toko online *smile baby rainbow* di Pekanbaru, air mineral, aquades, *Diphenyl picryl hydrazyl* (DPPH), methanol,

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

indikator amilum 1%, dan larutan iodium 0,01N.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah toples kaca, timbangan digital, termometer, spatula, kompor, panci, penyaring, baskom, pisau, tissue, oven, tabung reaksi, erlenmeyer, pH meter, *spectrophotometer* UV-VIS, vortex, mikropipet, alumunium foil, labu ukur, refraktometer, bilik pengujian, alat tulis, dan kertas label.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima taraf perlakuan yaitu lama fermentasi dan empat kali ulangan sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan penelitian mengacu pada penelitian (Putra dan Wulansari, 2013). Perlakuan penelitian menggunakan waktu fermentasi selama 6, 7, 8, 9 dan 10 hari. Adapun perlakuan dalam penelitian ini sebagai berikut

Lama Fermentasi :

- L₁ : Lama fermentasi 6 hari
- L₂ : Lama fermentasi 7 hari
- L₃ : Lama fermentasi 8 hari
- L₄ : Lama fermentasi 9 hari
- L₅ : Lama fermentasi 10 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat keasaman (pH)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan variasi lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pH teh kombucha dari daun kelor, Rata-rata pH teh kombucha daun kelor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pH teh kombucha dari daun kelor yang diperoleh penelitian berkisar antara 3,29-2,99. Nilai pH pada L₁, L₂ dan L₃ berbeda tidak nyata, tetapi berbeda

nyata terhadap L₄ dan L₅. Nilai pH pada L₂, L₃ dan L₄ berbeda tidak nyata, tetapi berbeda nyata terhadap L₅. pH teh kombucha dari daun kelor mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Penurunan pH pada teh kombucha dari daun kelor selama proses fermentasi dipengaruhi oleh substrat gula yang berubah menjadi produk berupa alkohol dan asam organik dimana semakin tinggi jumlah asam-asam organik maka pH larutan semakin rendah. Menurut Junior *et al.* (2009) menyatakan penurunan pH selama proses fermentasi disebabkan oleh bakteri asetat yang mengubah sukrosa menjadi asam organik. Menurut Mahadi *et al.* (2016) menyatakan terbentuknya asam organik merupakan hasil metabolisme dari bakteri pembentuk asam, sehingga menurunkan pH medium fermentasi. Selain itu Nainggolan (2009) juga menyatakan semakin lama fermentasi berlangsung maka konsentrasi asam asetat akan semakin tinggi, hal ini menyebabkan nilai pH teh kombucha dari daun kelor cenderung mengalami penurunan.

Nilai pH teh kombucha dari daun kelor yang dihasilkan pada penelitian ini masih dalam batas aman untuk dikonsumsi dan dapat diterima oleh tubuh. Menurut Nurhayati *et al.* (2020) nilai pH kombucha dari daun kelor yang aman dikonsumsi yaitu tidak boleh < 3 , karena apabila nilai pH < 3 maka minuman kombucha dari daun kelor perlu diencerkan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Derajat keasaman (pH) teh kombucha pada penelitian ini sejalan dengan nilai pH hasil penelitian Puspitasari *et al.* (2017) tentang analisis kandungan vitamin C teh kombucha berdasarkan lama fermentasi sebagai alternatif minuman untuk antioksidan

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

menghasilkan data yaitu nilai pH mengalami penurunan dari hari ke-1 sampai hari ke-11 yaitu dari pH 5,93

menurun sampai pH 3,65, hal ini menyebabkan rasa teh kombucha semakin asam.

Tabel 1. Rata-rata pH teh kombucha dari daun kelor

Perlakuan	Derajat keasaman
L ₁ (lama fermentasi 6 hari)	3,29 ^c
L ₂ (lama fermentasi 7 hari)	3,23 ^{bc}
L ₃ (lama fermentasi 8 hari)	3,21 ^{bc}
L ₄ (lama fermentasi 9 hari)	3,13 ^b
L ₅ (lama fermentasi 10 hari)	2,99 ^a

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Vitamin C

Hasil sidik ragam ragam menunjukkan bahwa perlakuan variasi lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap

vitamin C teh kombucha dari daun kelor. Rata-rata vitamin C teh kombucha dari daun kelor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata vitamin C teh kombucha dari daun kelor

Perlakuan	Vitamin C (mg/100 ml)
L ₁ (lama fermentasi 6 hari)	22,88 ^b
L ₂ (lama fermentasi 7 hari)	22,00 ^b
L ₃ (lama fermentasi 8 hari)	15,84 ^a
L ₄ (lama fermentasi 9 hari)	14,96 ^a
L ₅ (lama fermentasi 10 hari)	14,08 ^a

Ket: angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa vitamin C teh kombucha dari daun kelor yang diperoleh penelitian berkisar antara 22,88-14,08 mg/100 ml. Vitamin C pada L₁ berbeda tidak nyata terhadap L₂, tetapi berbeda nyata terhadap L₃, L₄ dan L₅. Vitamin C teh kombucha dari daun kelor mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini disebabkan karena semakin lama fermentasi maka menyebabkan kandungan vitamin C menurun karena aktivitas mikroba untuk bertahan hidup.

Menurut Pratiwi *et al.* (2012) menyatakan bahwa semakin lama proses fermentasi maka vitamin C

dimanfaatkan oleh mikroba pada medium pada proses metabolisme sehingga kadar vitamin C menurun. Menurut Sinjal (2014) penurunan kadar vitamin C terjadi karena adanya aktivitas dari bakteri yang mampu menghasilkan enzim L-gulonolakton oksidase yang berperan dalam mengkonversi L-gulonolakton oksidase ke bentuk 2-keto-L-gulonolakton sebagai tahap akhir dalam sintesis vitamin C. Vitamin C teh kombucha dari daun kelor pada penelitian ini sejalan dengan vitamin C hasil penelitian Winandari *et al.* (2022) tentang potensi vitamin C dan total asam sebagai antioksidan rosella kombucha dengan waktu fermentasi

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

yang berbeda menghasilkan data yaitu vitamin C mengalami penurunan dari hari ke-6 sampai hari ke-12 yaitu dari vitamin C 5,28 mg/100 ml menurun sampai vitamin C 3,25 mg/100 ml.

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah, menangkap dan memperbaiki sel yang rusak diakibatkan radikal bebas. Menurut Kosasih *et al.* (2004)

antioksidan adalah zat yang dapat menetralkan radikal bebas sehingga atom dengan elektron yang tidak berpasangan mendapat pasangan elektron sehingga tidak reaktif lagi. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap rata-rata aktivitas antioksidan teh kombucha dari daun kelor yang dihasilkan. Rata-rata aktivitas antioksidan teh kombucha daun kelor dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai aktivitas antioksidan teh kombucha dari daun kelor

Perlakuan	Aktivitas antioksidan IC ₅₀ (µg/ml)
L ₁ (lama fermentasi 6 hari)	1,25
L ₂ (lama fermentasi 7 hari)	2,48
L ₃ (lama fermentasi 8 hari)	2,94
L ₄ (lama fermentasi 9 hari)	6,37
L ₅ (lama fermentasi 10 hari)	8,43

Ket: IC₅₀ adalah *Inhibitions concentration* 50%

Tabel 3 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan teh kombucha dari daun kelor yang diperoleh penelitian berkisar antara 1,25-8,43 µg/ml. Nilai aktivitas antioksidan berbeda pada setiap perlakuan. Nilai tertinggi diperoleh L₁ yaitu 1,25 µg/ml dan nilai terendah diperoleh L₅ yaitu 8,43 µg/ml. Semakin lama fermentasi, nilai IC₅₀ semakin meningkat yang berarti bahwa kemampuan aktivitas antioksidan yang semakin menurun. Menurut Adawiyah dan Rizki (2018) semakin kecil nilai IC₅₀, maka semakin besar aktivitas antioksidan. Selain itu Amanda (2009) juga menyatakan bahwa semakin rendah nilai IC₅₀ maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Menurut Molyneux (2004) suatu senyawa dikatakan mempunyai antioksidan sangat kuat jika nilai IC₅₀ kurang dari 50 µg/ml, kuat jika IC₅₀ bernilai 50 µg/ml sampai 100 µg/ml, sedang jika IC₅₀ bernilai 100 µg/ml sampai 150

µg/ml, lemah jika IC₅₀ 151 µg/ml sampai 200 µg/ml.

Penurunan aktivitas antioksidan akibat proses fermentasi disebabkan karena adanya perubahan nilai pH. Semakin lama proses fermentasi nilai pH teh kombucha dari daun kelor akan semakin rendah. Hal ini akan berdampak pada terjadinya kerusakan fenol yang berperan sebagai antioksidan. Menurut Mudanifah (2005) senyawa fenol mengalami kerusakan karena panas, kerja enzim dan penurunan pH. Antioksidan tidak stabil pada suasana asam, hal ini disebabkan adanya senyawa-senyawa yang memiliki gugus aktif yaitu gugus hidroksil yang dapat bersifat sebagai anti radikal bebas dengan cara mendonorkan elektron yang tidak berpasangan pada senyawa radikal sehingga radikal bebas menjadi stabil. Selain itu Gulcin (2006) juga menyatakan bahwa senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

alami yaitu senyawa-senyawa fenolik, salah satu golongannya yaitu senyawa flavonoid. Aktivitas antioksidan pada penelitian ini sejalan dengan aktivitas antioksidan hasil penelitian Pratama *et al.* (2015) pada kajian pembuatan teh kombucha dari kulit buah manggis menghasilkan data yaitu aktivitas antioksidan mengalami penurunan dari hari-6 sampai hari ke-14 dimana hasil pengujian memberikan nilai IC₅₀ sebesar 38,61-92,43 µg/ml.

Uji hedonik secara keseluruhan warna, aroma dan rasa

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan variasi lama fermentasi memberikan pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap rata-rata uji hedonik secara keseluruhan yang dihasilkan. Rata-rata uji hedonik secara keseluruhan terhadap teh kombucha dari daun kelor dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata nilai uji hedonik secara keseluruhan terhadap teh kombucha dari daun kelor

Perlakuan	Uji hedonik secara keseluruhan
L ₁ (lama fermentasi 6 hari)	2,75
L ₂ (lama fermentasi 7 hari)	2,70
L ₃ (lama fermentasi 8 hari)	2,69
L ₄ (lama fermentasi 9 hari)	2,62
L ₅ (lama fermentasi 10 hari)	2,57

Ket: Skor hedonik: 1. Sangat tidak suka, 2. Tidak suka, 3. Agak suka, 4. Suka, 5. Sangat suka

Tabel 4 menunjukkan bahwa uji hedonik teh kombucha dari daun kelor yang diperoleh penelitian berkisar antara 2,75-2,57. Uji hedonik secara keseluruhan yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil berbeda tidak nyata antar perlakuan. Penilaian hedonik teh kombucha dari daun kelor menunjukkan hasil penilaian agak suka baik itu dari segi warna, aroma dan rasa.

Semakin lama fermentasi menyebabkan intensitas warna cenderung tetap pada teh kombucha dari daun kelor. Warna pada teh kombucha dari daun kelor ini disebabkan oleh pigmen pada daun kelor yang berikatan dengan antosianin. Produksi asam hasil fermentasi yang berbeda tidak mempengaruhi kestabilan antosianin, sebab antosianin bersifat stabil pada pH 1 sampai 4. Menurut Satyatama (2008) antosianin dalam medium cair

berada dalam keseimbangan antara empat bentuk utama antosianin yang masing-masing berbeda struktur dan penampakan warnanya pada larutan yang ditandai dengan penurunan pH. Menurut Pratama *et al.* (2015) bentuk kation (ion flavilium) yang berwarna merah hingga kuning adalah bentuk yang paling stabil dan dominan pada pH rendah.

Lama fermentasi dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aroma teh kombucha dari daun kelor yang dihasilkan. Aroma yang dihasilkan yaitu khas fermentasi (asam). Aroma yang terdapat pada teh kombucha dari daun kelor disebabkan karena adanya asam-asam organik. Menurut Anugrah (2005) starter kombucha memiliki peranan besar dalam menghasilkan komponen aroma pada teh kombucha seperti asam non volatil, senyawa karbonil, dan

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

berbagai komponen lainnya. Menurut Pratama *et al.* (2015) aroma asam pada kombucha disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri dan khamir dalam metabolisme gula, hasil metabolisme berupa asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukoronat dan asam glukonat serta alkohol yang memberikan aroma yang khas.

Lama fermentasi dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rasa yang dihasilkan oleh teh kombucha dari daun kelor. Semakin lama fermentasi teh kombucha dari daun kelor yang dihasilkan maka rasa akan semakin asam, hal ini dikarenakan khamir dan bakteri melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukoronat dan asam glukonat (Anugrah, 2005). Menurut Pratama *et al.* (2015) selama proses fermentasi, gula akan diurai oleh bakteri dan berubah menjadi gas (CO₂). Peningkatan asam-asam organik ini menyebabkan nilai pH semakin menurun sebagai hasil dari pembentukan asam oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Perbedaan rasa suka ataupun tidak suka oleh panelis tergantung dari kesukaan panelis terhadap masing-masing perlakuan, sebab tingkat kesukaan terhadap suatu produk adalah relatif. Penilaian secara keseluruhan dapat dikatakan sebagai gabungan dari aroma, warna dan produk.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai lama waktu fermentasi terhadap sifat fisiko-kimia teh kombucha dari daun kelor dapat disimpulkan Variasi lama fermentasi teh kombucha dari daun kelor berpengaruh nyata terhadap derajat

keasaman, vitamin C dan aktivitas antioksidan dan berpengaruh tidak nyata terhadap uji hedonik secara keseluruhan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh perlakuan terbaik yaitu pada L₁ (fermentasi selama 6 hari) dengan derajat keasaman 3,29, vitamin C 22,88 mg/100ml, aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ 1,25 µg/ml dan uji hedonik secara keseluruhan 2,75 (agak suka).

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang peningkatan mutu teh kombucha baik dari segi warna, rasa, dan aroma agar dapat disukai seluruh atributnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. dan M.I. Rizki. 2018. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol akar kalakai (*Stenochlaena palustris* Bedd) asal Kalimantan Tengah. *Jurnal Pharmascience*. 5(1): 71-77.
- Aditiwati. 2003. Kultur campuran dan faktor lingkungan mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi tea cider. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 1(3): 18-20.
- Amanda, A. 2009. Aktivitas antioksidan dan karakteristik organoleptic minuman fungsional teh hijau (*Camelia sinensis*) rempah instant. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aminah, S. T. Ramadhan dan M. Yanis. 2015. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*. 5(2): 35-44.

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

- Anantaboga, J. 2012. Tangkal Seabrek Penyakit dengan Teh Hijau. Diva Press. Jogjakarta.
- Anugrah, S.T. 2005. Pengembangan produk kombucha probiotik berbahan baku teh hitam (*Camelia sinensis*). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Apriani, I. 2017. Pengaruh proses fermentasi kombucha daun sirsak (*Annona muricata L*) terhadap kadar vitamin c. *Jurnal Biota*. 3(2): 90-95.
- Ardheniati, Minang. 2008. Kinetika Fermentasi pada Kombucha dengan Variasi Jenis Teh Berdasarkan Pengolahannya. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Chakravorty, S., B. Semantee, C. Antonis, C. Writachit, B. Debanjana dan G. Ratan. 2016. Kombucha tea fermentation: microbial and biochemical dynamics. *IntJ Food Microbiol*. 220: 63-72.
- Dillard, C.J. dan J.B. German. 2000. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(12): 1744-1756.
- Dufresne, C dan E. Farnword. 2000. Tea kombucha and health: a review. *Food Research International*. 33: 409-421.
- Dufrense, E. F. 2000. Tea, Kombucha and Health: a Review. Food Research and Development Centre. Canada: Agriculture and Agri-Food.
- Frank, Gunther W. 1994. Kombucha Healty Beverage and Natural Remedy from The Far East. Publishing House W. Ennsthaler. Austria.
- Gulcin, I. 2006. Antioxidant and antiradical activities of L-Carnitine. *Life Science*. 78: 803-811.
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K. and Kumar, D.S. 2016. *Moringa oleifera* A review on nutritive importance and its medicinal application. *Journal Food Science and Human Wellness*. 49-56.
- Hasruddin dan P. Nanda. 2015. Mikrobiologi Industri. Bandung : Alfabeta.
- Isnain, W. 2017. Ragam Manfaat Tanaman Kelor (*Moringa oleifera L*) Bagi Masyarakat. Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar, 14(1): 63-75.
- Jamilah, V. 2019. Pengaruh Variasi Konsentrasi Starter Terhadap Kualitas Teh Kombucha. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Lampung.
- Jayalaban, R., S. Marimuthu, dan K Swaminathan. 2008. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Jurnal Food Chemistry*. 102: 392-398.
- Junior, R.J.S., R.A. Batista, S.A. Rodrigues, L.X. Filho dan A.S. Lima. 2009. Antimicrobial activity of broth fermented with kombucha colonies. *Journal Microbial Biochem Technol*. 1(1): 72-78.
- Kasolo, J.N., G.S. Bimenya, L. Ojok, J. Ochieng dan J.W. Ogwal-Okeng. 2010. Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in urban dan rural communities. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(9): 753-757.

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

- Kosasih, E.N., S. Tony dan H. Hendro. 2004. Peran Antioksidan pada Lanjut Usia. Pusat Kajian Nasional Masalah Lanjut Usia: Jakarta.
- Krisnadi, D. 2015. Kelor super nutrisi. Morindo. Jakarta.
- Kumar, V dan V.K. Joshi. 2016. Kombucha technology microbiology production composition and therapeutic value. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 6(1): 13-24.
- Lapus M. N. F. G. Gullardo and M. A. Paolo. 1967. The nata organism cultural requirements characteristic and identify. *The Philipines Journal Of Sciens*. 9(2).
- Laureys, D., Britton, S. J., & de Clippeleer, J. 2020. Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 78(3):165–174.
- Mahadi, I., I. Sayuti dan I. Habibah. 2016. Pengaruh variasi jenis pengolahan teh (*Camellia sinensis* L Kuntze) dan konsentrasi gula terhadap fermentasi kombucha sebagai rancangan lembar kerja peserta didik (LKPD) biologi SMA. *Jurnal Biogenesis*. 13(1): 93-102.
- Markov, S.L, D.D. Cvetković dan A.S. Velićanski. 2012. The availability of a lactose medium for tea fungus culture and kombucha fermentation. *Arch Biol*. 64(4): 1439-1447.
- Maspolim, Y., Y. Zhou, C. Guo, K. Xiao dan W.J. Ng. 2015. The effect of ph on solubilization of organic matter and microbial community structures in sludge fermentation. *Bioresource Technology*. 190: 289-298.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal Songklanakarin J Sci Technol*. 26: 211-219.
- Mudanifah. 2005. Proses pembuatan kombucha murbei (*Morus alba L.*) terhadap jenis gula dan lama fermentasi. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Muhialdin, B.J., F.A. Osman, R. Muhamad, C.W.N. Sapawi, A. Anzian, W.W.Y. Voon dan A.S.M. Hussin. 2019. Effects of sugar sources and fermentation time on the properties of tea fungus (kombucha) beverage. *International Food Research Journal*. 26(2): 481-487.
- Nainggolan J. 2009. Kajian Pertumbuhan Bakteri *Acetobacter Sp* dalam Kombucha pada Kadar Gula dan Lama Fermentasi yang Berbeda. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Naland, H. 2008. Kombucha Teh Ajaib Pencegah dan Penyembuh Aneka Penyakit. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Napitupulu, M O W. 2014. Pembuatan Kopi Kombucha Berbahan Baku Kopi Sidikalang. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nurhayati, N., S. Yuwanti dan A. Urbahillah. 2020. Karakteristik fisikokimia dan sensori kombucha *Cascara* (kulit kopi ranum). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. 31(1): 38-49.

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

- Nurjannah, A. 2021. Formulasi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Daun Sirsak (*Annona muricata*) pada Pembuatan Teh Herbal. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Pratama, N., U. Pato dan Yusmarini. 2015. Kajian pembuatan teh kombucha dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Jom Faperta*. 2(2):1-12.
- Pratiwi, A., Elfita dan R. Aryawati. 2012. Pengaruh waktu fermentasi terhadap sifat fisik dan kimia pada pembuatan minuman kombucha dari rumput laut *Sargassum* sp. *Maspari Journal*. 4(1): 131-136.
- Puspitasari, Y., R. Palupi dan M. Nurikasari. 2017. Analisis kandungan vitamin C teh kombucha berdasarkan lama fermentasi sebagai alternatif minuman untuk antioksidan. *Global Health Science*. 2(3): 245-253.
- Putra, A. dan D. Wulansari. 2013. Pengaruh proses fermentasi kombucha teh daun pedada terhadap sifat fisikokimia. *Jurnal Arwanda Putra*. 1-8.
- Rohyani, I.S., E. Ariyanti dan Suprpto. 2015. Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering Dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. 1(2): 388-391.
- Sari, N. 2014. Perbandingan Aktivitas Antioksidan Kombucha Teh Hijau dengan Teh Daun Mangga dipengaruhi oleh Lama Fermentasi. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Satyatama, D.I. 2008. Pengaruh kopigmentasi terhadap stabilitas warna antosianin buah duwet (*Syzygium cumini*). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Screeramulu G, Zhu Y, and Knol W. 2000. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 886: 65-73.
- Setyaningsih, D., A. Apriyantono dan M.P. Sari. 2010. Analisis Sensori Untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press. Bogor.
- Shintia, S.T., A. Jemmy dan W. Frenly. 2014. Aktivitas antioksidan dan kandungan total fenolik ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 3(4): 2302-2493.
- Simanjuntak, R. dan N. Siahaan. 2011. Pengaruh konsentrasi gula dan lama fermentasi terhadap mutu teh kombucha. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Tinggi*. 4(2): 81-92.
- Sinjal, H.J. 2014. Pengaruh vitamin C terhadap perkembangan gonad, daya tetas telur dan sintasan larva ikan lele dumbo (*Clarias* sp.). *Jurnal Budidaya Perairan*. 2(1): 22-29.
- Soto, S. A., Villarreal, S. Beaufort, J. Bouajila, J. P. Souchard dan P. Taillandier. 2018. Understanding kombucha tea fermentation. *Journal of Food Science*. 83(3): 580-588.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhadi. 1997. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

- Suhardini, P. N dan Z. Elok. 2016. Studi aktivitas antioksidan kombucha dari berbagai jenis daun selama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*.(1): 221-229
- Ulfah, S., A.H. Alimuddin dan M.A. Wibowo. 2018. Sintesis senyawa turunan antrakuinon menggunakan vanilil alkohol dan ftalat anhidrida. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 7(2), 25–32.
- Velicanski, A.S., D.D. Cvetkovic, S.L. Markov, V.T. Tumbas dan S.M. Savatovic. 2007. Antimicrobial and antioxidant activity of lemon balm kombucha. *APTEFF*. 38(1): 165-172.
- Vitas, J., R. Malbasa, J. Grahovac dan E. Loncar. 2013. The antioxidant activity of kombucha fermented milk products with stinging nettle and winter savory. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. 19(1):129-139.
- Widyasari, A. 2016. Kombucha Daun Kelor Dengan Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Daun Kelor Yang Berbeda. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Wilson, S. 2016. *Simply Kombucha*. Stacey Wilson. New Zealand.
- Winandari, O.P., N. Widiani, M. Kamelia dan E. P. Riski. 2022. Potensi vitamin C dan total asam sebagai antioksidan rosella kombucha dengan waktu fermentasi yang berbeda. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*. 8(1): 141-148.
- Wistiana, D. dan E. Zubaidah. 2015. Karakteristik kimiawi dan mikrobiologis kombucha dari berbagai daun tinggi fenol selama fermentasi. *J Pangan Agroindustri*. 3(4): 1446-1457.

¹ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau

² Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau