



“Review” Teh Kombucha Sebagai Minuman Fungsional dengan Berbagai Bahan Dasar Teh

“Review” Kombucha Tea As A Functional Beverage With Various Tea Bases

Safira Firdaus¹, Anissa Indah C.¹, Livia Isnaini¹, & Siti Aminah¹

¹Food Technology Department, University of Muhammadiyah Semarang

Email : saffiragustus@gmail.com; sitiaminah@gmail.com

Abstrak

Teh kombucha merupakan salah satu minuman fungsional yang menarik karena hasil fermentasi yang dilakukan oleh kultur simbiotik berupa jamur kombu, biasanya disebut SCOBY, jamur dipo atau jamur banteng. Tujuan dari artikel ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan hasil penelitian-penelitian terdahulu mengenai kombucha yang dibuat dengan berbagai macam bahan dasar daun teh. Bakteri yang berperan dalam pembuatan kombucha adalah bakteri asam laktat (BAL) yaitu *Lactobacillus* dan *Lactococcus* dan bakteri asam asetat (BAA) terdiri dari *Komagataeibacter*, *Glucanobacter*, dan *Acetobacter*. Komposisi kimia pada teh kombucha juga memiliki manfaat bagi kesehatan yaitu kandungan polifenol yang digunakan sebagai antioksidan. Beberapa hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa lama waktu fermentasi mempengaruhi adanya faktor yang berhubungan dengan hasil teh kombucha seperti mempengaruhi warna SCOBY, menurunkan total mikroba, mempengaruhi aktivitas antioksidan, dan meningkatkan kandungan kimia fenol dalam teh kombucha, dan lain sebagainya.

Kata kunci: Antioksidan, fungsional, kombucha, scoby, teh herbal

Abstract

Kombucha tea is an interesting functional drink because of the fermentation that is carried out by the symbiotic culture in the form of kombu mushrooms, usually called SCOBY, dipo mushrooms or bull mushrooms. The purpose of this article is to find out and compare the results of previous studies regarding kombucha made with various kinds of tea leaf ingredients. The bacteria that play a role in making kombucha are lactic acid bacteria (LAB), namely Lactobacillus, Lactococcus and acetic acid bacteria (BAA) consisting of Komagataeibacter, Glucanobacter, and Acetobacter. The chemical composition of kombucha tea also has health benefits, namely the content of polyphenols which are used as antioxidants. Several research results can be concluded that the length of fermentation time affects the existence of factors related to the yield of kombucha tea such as affecting the color of SCOBY, reducing total microbes, affecting antioxidant activity, and increasing the chemical content of phenol in kombucha tea, and so on.

Keywords: Antioxidants, functional, herbal tea, kombucha, scoby.

PENDAHULUAN

Pola pikir dan perilaku masyarakat telah berubah seiring dengan meningkatnya wawasan terhadap menjaga kesehatan. Perubahan perilaku tersebut bergeser menjadi upaya pencegahan dengan salah satu caranya adalah mengkonsumsi makanan dan minuman fungsional atau memiliki nilai tambah terhadap kesehatan. Contoh dari minuman fungsional adalah teh herbal karena adanya senyawa-senyawa yang dapat bermanfaat bagi kesehatan.

Teh herbal secara umum bukanlah teh seperti biasanya yang terbuat dari daun *Camelia Sinensis* melainkan, terbuat dari berbagai bahan. Menurut *Zho et al* (2013), teh herbal merupakan minuman yang berasal dari berbagai jenis daun-daunan, buah-buahan, kulit kayu, biji-bijian, bunga, dan bagian botani lainnya sehingga, dapat memberikan manfaat bagi kesehatan. Terdapat berbagai manfaat dari mengkonsumsi teh herbal seperti, dapat menjaga



kesehatan jantung, dapat melepaskan stress, lebih tenang, meningkatkan sistem imun, dan masih banyak lagi (Ravikumar., 2014). Teh herbal memiliki berbagai jenis dan nama yang berbeda-beda. Salah satu jenis dari teh herbal adalah teh kombucha.

Definisi Kombucha

Teh kombucha merupakan salah satu minuman tradisional yang sangat menarik karena, teh ini merupakan hasil fermentasi yang dilakukan oleh kultur simbiotik (Filippis et al., 2018). Bahan utama kombucha yang sering kali digunakan adalah daun teh hitam, teh hijau atau teh oolong, namun dapat juga dibuat melalui infused water menggunakan buah-buahan, daun mint, bunga melati, dan sebagainya (Leal et al., 2018) Kultur simbiotik tersebut berupa jamur kombu dan di biasa disebut dengan jamur dipo atau jamur banteng (Khaerah & Akbar, 2019). Menurut Watawana et al. (2015), jamur kombu disebut pula SCOBY (Symbiotic Culture Of Bactery And Yeast).

Kultur kombucha berbentuk seperti pancake yang berwarna putih (pucat) dan bertekstur kenyal seperti karet dan menyerupai gel. Kultur yang disebut pelikel ini terbuat dari selulosa hasil metabolisme bakteri asam asetat. Kultur kombucha dapat terletak mengapung di permukaan cairan atau kadang dijumpai tenggelam di dalam cairan teh kombucha. Kultur kombucha mencerna gula menjadi asam-asam organik, vitamin B dan C, serta asam amino dan enzim. Kultur ini juga berperan sebagai mikroorganisme probiotik yang baik bagi kesehatan.

Dalam Jamur tersebut terdapat bakteri dan yeast yang merupakan yang merupakan komponen penting untuk melakukan fermentasi. Bakteri dan yeast dibungkus oleh selaput tipis membran permiabel (Gadela et al., 2016). Bakteri yang berperan dalam pembuatan kombucha ini adalah bakteri asam laktat (BAL) dan bakteri asam asetat (BAA). Beberapa contoh bakteri asam laktat yang berperan dalam pembuatan kombucha adalah *Lactobacillus* dan *Lactococcus* (Soto et al., 2018). Jenis bakteri asam asetat yang berperan adalah *Komagataeibacter*, *Glucanobacter*, dan *Acetobacter* (Roost & Vuyst., 2018).

Hasil fermentasi dari bakteri akan menyebabkan karakteristik rasa dari teh ini menjadi kecut atau asam (Soto et al., 2018). Kombucha memiliki banyak komponen yang dapat menyehatkan tubuh oleh sebab itu, sekarang ini banyak sekali penelitian yang tertarik untuk meneliti kandungan serta sifat fungsional dari teh kombucha. Review ini dilakukan untuk mengetahui serta membandingkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu, mengenai kandungan serta komponen teh kombucha dari beberapa jenis daun yang berbeda.

Pembuatan Kombucha

Dalam pembuatan teh kombucha diperlukan beberapa bahan seperti, dedaunan kering baik yang berasal dari jenis teh maupun tidak. Bahan yang dibutuhkan selanjutnya adalah air, gula, dan kultur kombucha untuk membantu jalannya fermentasi (Hashmy et al., 2017).

Tahapan dalam pembuatan teh kombucha menurut Christensen (2013) yaitu, perebusan air hingga 90oC, lalu air ditambahkan gula sampai tingkat brix mencapai 7.5° brix, dan juga memasukkan daun yang akan digunakan dan diamankan selama 5 menit hingga mendidih. Tahapan selanjutnya adalah memindahkan larutan teh ke dalam wadah dan menambahkan kultur simbiotik kombu di atas larutan teh. Fermentasi baiknya dilakukan dalam wadah kaca



apabila ingin mendapatkan hasil yang optimal (Siregar., 2003). Menutup mulut wadah fermentasi menggunakan kain dan diamkan 7-10 hari.

Terdapat dua tahapan yang terjadi selama proses fermentasi berlangsung yaitu, pembentukan alkohol dan asam laktat. Hal tersebut terjadi karena, yeast yang terdapat didalam kultur simbiotik kombucha akan merombak gula menjadi alkohol, sedangkan alkohol yang sudah terbetuk akan dioksidasi oleh bakteri asam laktat maupun asetat menjadi asam setat. Adanya peran bakteri-bakteri tersebut akan menyebabkan munculnya rasa asam pada produk. Lee (2014) juga menyatakan bahwa, rasa sedikit asam sampai sangat asam pada teh bergantung pada jumlah gula yang digunakan, waktu fermentasi, dan suhu.

Komponen Kimia Teh hitam dan Teh hijau

Teh merupakan minuman yang berasal dari tanaman teh (*Camellia sinensis* L) biasanya diambil pada bagian pucuk daun muda. Teh ini sangat populer dikalangan masyarakat dan memiliki banyak manfaat. Jenis teh berdasarkan proses pengolahan secara tradisional ada 3 yaitu teh hijau, teh oolong dan teh hitam (Silaban,2005). Senyawa kimia yang terkandung dalam teh memiliki manfaat bagi tubuh saat dikonsumsi (Khaerah dan Akbar, 2019). Kandungan senyawa kimia yang biasanya ada pada teh adalah kafein, alkaloid, asam amino, karbohidrat, protein, klorofil, flourida, aluminium, mineral dan elemen (Leal, et al., 2018).

Pucuk teh mengandung senyawa kimia yaitu fenol yang terdiri dari katekin berkisar 20-30% dan flavanol. Katekin tersusun dari beberapa senyawa yaitu epikatekin, epigalotekin, epitekin galat, katekin galat dan epigalo katekin galat sedangkan flavanol terdiri dari kaemferol, quententin, dan minicertin (Putra,2016). Pencoklatan pada daun teh disebabkan oleh proses oksidasi karena adanya enzim polifenol. Teh hitam mengalami oksidasi lebih lama dibandingkan teh hijau (Sari dan Irdawati, 2019).

Pada teh hitam dan teh hijau memiliki komponen yang bermanfaat bagi kesehatan yaitu kandungan katekin (turunan polifenol) yang berguna sebagai antioksidan dan melindungi dari penyakit. Jika tubuh mengandung jenis logam yang ditemukan dalam keadaan bebas atau tidak terikat dengan protein akan memiliki efek prooksidan sehingga dapat merusak lipid, protein dan asam nukleat saat teroksidasi (Leal, et al., 2018). Hal ini diduga bahwa kandungan antioksidan dan polifenol pada teh mempunyai potensi sebagai penangkal radikal bebas (Sari, 2014).

Karakteristik Teh Kombucha dengan Berbagai Bahan Dasar Teh

Teh kombucha yang dibuat dengan berbagai jenis daun dan bahan lainnya, memiliki karakteristik yang berbeda.

1. Karakteristik Fisik Kombucha

Menurut penelitian Wistiana & Zubaidah (2015) didapatkan hasil bahwa, kombucha yang dibuat dengan bahan dasar daun salam, daun teh hijau, daun jambu, daun sirih, daun sirsak, dan daun kopi memiliki rerata tingkat kecerahan (L^*) selama 14 hari masa pengamatan berkisar antara 28.99-34.07 pada hari ke-0, 30.60-35.60 pada



hari ke-8, dan 38.10-43.20 pada hari ke-14. Diduga peningkatan kecerahan dipengaruhi oleh tingkat keasaman yang tinggi. Menurut Anugrah (2005), tingkat kecerahan kombucha juga dipengaruhi oleh senyawa tannin yang mengalami kerusakan akibat adanya asam.

Wulandari (2018) menyatakan bahwa, tingkat kecerahan kombucha dengan bahan dasar daun jati mengalami perubahan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Khaerah dan Akbar (2019) menyatakan, kombucha yang dibuat menggunakan daun teh hijau, teh hitam, teh putih, dan teh oolong mengalami perubahan warna yang sangat signifikan. Hal ini diduga akibat kemampuan mikroba dalam mendegradasi warna yang memanfaatkan total soluble solid sehingga pelarut dalam media akan habis dan cairan kombucha akan berwarna lebih cerah (Nainggolan, 2009). Selain itu, waktu fermentasi, jenis daun teh, dan jenis gula yang digunakan dapat mempengaruhi warna scoby (Crum & Alex, 2016).

Rerata tingkat kemerahan (a+) pada kombucha mengalami peningkatan pada hari ke-8 pengamatan. Bahan dasar teh yang berbeda memiliki kadar fenol yang berbeda pula, semakin lama waktu fermentasi maka semakin menurun tingkat warna kemerahan (a+) kombucha (Wistiana & Zubaidah, 2015). Hal ini disebabkan oleh terbentuknya senyawa asam yang menyebabkan penurunan pH dan pigmen coklat kemerahan thearubigin memudar. Begitu pula dengan rerata tingkat kekuningan kombucha, yang mengalami peningkatan pada hari ke-8 namun menurun seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi dan kadar fenol yang tinggi pada masing-masing bahan. Kenaikan tingkat kekuningan (b+) pada hari ke-8 berkaitan dengan rusaknya tannin (Anugrah, 2005).

2. Total mikroba

Menurut Kurniawan et al. (2017), penambahan gula dan starter jamur kombu pada kombucha dengan bahan dasar daun gambir tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap total mikroba.

Nurhidayah (2018) mengemukakan bahwa, lama fermentasi kombucha sari buah nanas mempengaruhi total mikroba *Acetobacter cyllinum*. Fermentasi pada hari ke-4 sampai hari ke-10 memiliki jumlah koloni yang cukup tinggi, namun mengalami penurunan pada hari ke-11 hingga hari ke-14. Hal ini sejalan dengan penelitian Nainggolan (2009), yang menyatakan bahwa total mikroba kombucha dengan bahan dasar rosella mengalami penurunan dari hari ke-12 hingga hari ke-14. Hal ini disebabkan oleh menurunnya jumlah substrat bagi mikrobia. Mikrobia akan tumbuh dengan baik apabila jumlah substrat dan lingkungan memenuhi syarat (Novirisandi, 2012).

Penggunaan jenis daun teh juga dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba karena perbedaan zat-zat terlarut. Padatan terlarut tersebut dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai nutrisi. Semakin lama waktu fermentasi, maka pertumbuhan mikrobia akan terhambat dan mengalami penurunan (Wistiana & Zubaidah, 2015). Hal ini

diakibatkan kandungan fenol yang merupakan senyawa anti-mikrobia (Sreeramulu & Knol, 2000).

Menurut Fu et al., (2014) Penyimpanan kombucha dalam suhu rendah (4°C) akan menyebabkan penurunan total bakteri asam asetat dari 9.3×10^6 CFU/mL menjadi 3.4×10^6 CFU/mL selama 14 hari masa penyimpanan, sedangkan total bakteri asam laktat mengalami penurunan yang sangat signifikan selama 8 hari masa penyimpanan dari 23.5×10^6 CFU/mL menjadi 2.7×10^3 CFU/ mL yang berarti bahwa suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan bakteri asam laktat yang berlebihan pada teh kombucha.

Sari dan Irdawati (2019) menyatakan bahwa total mikrobia kombucha dipengaruhi pula dengan jenis pengolahan teh. Total mikrobia tertinggi didapatkan pada kombucha dengan bahan dasar teh hitam yaitu 57.8×10^3 CFU/ mL. senyawa theaflavin dan thearugibin pada teh hitam yang diproses melalui oksidasi penuh mampu mendukung pertumbuhan mikrobia.

3. Total fenol

Fenol merupakan senyawa yang ditandai dengan cincin aromatic. Wistiana & Zubaidah (2015) melakukan pengukuran total fenol dengan kurva asam galat ($\mu\text{g/g}$) menunjukkan bahwa, semakin lama fermentasi, semakin tinggi pula total fenol pada kombucha. Rerata total fenol kombucha dengan bahan dasar daun salam, daun teh hijau, daun jambu, daun sirsak, dan daun kopi berkisar antara 255.833 ($\mu\text{g/ml}$ CGAE) hingga 352.500 ($\mu\text{g/ml}$ CGAE) pada pengamatan hari ke-0 kemudian 263.250 ($\mu\text{g/ml}$ CGAE) hingga 459.533 ($\mu\text{g/ml}$ CGAE) pada pengamatan hari ke-8 dan 304.433 ($\mu\text{g/ml}$ CGAE) hingga 527.500 ($\mu\text{g/ml}$ CGAE) pada pengamatan hari ke-14. Total fenol tertinggi didapatkan dari kombucha dengan bahan dasar daun sirih.

Menurut Jayabalan et al. (2007), senyawa fenol pada kombucha dipengaruhi oleh flavonoid tiap bahan dan saat proses fermentasi terjadi depolimerasi thearubigin. Sehingga kadar fenol mengalami peningkatan. Menurut Wulandari (2018), tannin merupakan senyawa flavonoid yang memberikan rasa pahit. Rerata kadar tannin pada kombucha dengan bahan dasar daun jati mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Tannin pada kombucha teh daun jati mengalami degradasi akibat proses pengolahan dan penyeduhan. Selain itu, SCOBY pada kombucha menghasilkan enzim tanase yang mampu mendegradasikan epikatekin, galokatekin, epigalokatekin, dan epigalokatekin galat (Naland, 2004).

Susilowati (2013) menyatakan, Komposisi polyphenol pada kombucha dengan bahan dasar ekstrak teh hijau A. Kiara, A. Yabukita, Dewata, dan Pekoesecara berturut-turut adalah 14.0 (%b.k), 13.47 (%b.k), 12.988 (%b.k), 23.031(%b.k). secara keseluruhan optimasi total fenol A. Kiara (8,006% b.k), lebih tinggi dibandingkan dengan Pekoe (3,271% b.k, Dewata (2,1521 % b.k) dan A. Yabukita (2,165% b.k).

4. Aktivitas antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang sangat penting untuk melindungi tubuh dari radikal bebas serta mencegah terjadinya stress oksidatif (Rahayu et al., 2015;



Werdhasari, 2014). Aktivitas antioksidan dapat dilihat dari nilai IC50. Nilai IC50 adalah bilangan yang menunjukkan kemampuan menghambat proses oksidasi sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC50, maka semakin tinggi aktivitas antioksidan. Waktu fermentasi akan mempengaruhi nilai IC50. Semakin lama fermentasi, maka nilai IC50 semakin meningkat yang berarti bahwa kemampuan aktivitas antioksidan yang semakin menurun (Pratama et al., 2015).

Purnami et al. (2018) mengemukakan kapasitas antioksidan (ppm GAEAC) kombucha dengan bahan daun teh putih, teh hijau, teh hitam dan teh campuran secara berturut-turut adalah 807.86, 801.48, 793.64, 796.63. Menurut Lee dan Hoo (2001) kapasitas antioksidan kombucha dipengaruhi oleh komposisi dan konsentrasi senyawa antioksidan pada daun teh. Semakin muda daun teh, maka semakin tinggi pula kandungan katekinnya.

Nilai rerata IC50 kombucha daun apu-apu mengalami kenaikan pada hari ke-4 pengamatan dengan kadar 0.146 g/mL, turun pada hari ke-8 dan mengalami kenaikan kembali pada hari ke-12 dengan kadar 0.121 g/mL (Simanjuntak et al., 2016). Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Pratama et al. (2015) yang menunjukkan bahwa rerata nilai IC50 kombucha dari kulit buah manggis mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi dengan perlakuan pengamatan 6 hari, 8 hari, 10 hari, 12 hari, dan 14 hari berturut-turut adalah 38.61 $\mu\text{g/mL}$, 54.51 $\mu\text{g/mL}$, 62.90 $\mu\text{g/mL}$, 69.41 $\mu\text{g/mL}$, 92.43 $\mu\text{g/mL}$ yang berarti kemampuan antioksidan untuk menangkal radikal bebas telah sangat lemah. Penurunan aktivitas antioksidan disebabkan oleh perubahan pH kombucha seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi.

Suhartatik et al. (2009) menyatakan bahwa penurunan aktivitas antioksidan kombucha rosella mengalami penurunan cenderung lebih sedikit dibanding penurunan aktivitas antioksidan kombucha dengan bahan teh hijau. Aktivitas antioksidan kombucha dengan kadar rosella kering 50g/L adalah 31.95% pada hari ke-0, 31.57% pada hari ke-1, 30.77% pada hari ke-3, 30.71% pada hari ke-5, 30.43% hari ke-7, dan 29.73% pada hari ke-10. Suhartatik et al. (2009) menduga mikroorganisme pada jamur kombucha memanfaatkan komponen antosianin pada rosella untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya.

Khaerah dan Akbar (2019) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa nilai IC50 terendah adalah kombucha teh hijau (19.76-22.74 $\mu\text{g/mL}$) dibandingkan dengan teh hitam (61.39-62.17 $\mu\text{g/mL}$), teh putih (21.96-23.71 $\mu\text{g/mL}$) dan teh oolong (48.68-51.07 $\mu\text{g/mL}$). Hal ini membuktikan bahwa aktivitas antioksidan kombucha teh hijau sangat tinggi.

Tinggi rendahnya rerata nilai IC50 kombucha dipengaruhi oleh 1) aktivitas antioksidan, 2) lama waktu fermentasi, 3) perubahan pH, 4) proses pengolahan, 5) kandungan senyawa fenolik bebas (Hassmy et al., 2017).

5. Total gula dan Gula reduksi

Jamur kombu yang berisi kultur simbiotik bakteri dan khamir membutuhkan sumber karbon sebagai nutrisi. Sumber karbon pada fermentasi kombucha didapatkan dari penambahan gula.

Banyak sedikitnya karbon yang digunakan oleh mikrobia menjadi tolak ukur kesuksesan proses fermentasi kombucha. Gula reduksi adalah hasil metabolit pada kombucha yang masih tersisa akibat tidak terhidrolisis oleh *Acetobacter*, sehingga masih dapat terdeteksi (Susilowati, 2013). Pada penelitiannya Suhartatik et al. (2009) mendapatkan kadar gula reduksi kombucha dengan bahan dasar rosella mengalami kenaikan pada hari ke-5 fermentasi (Tabel 1).

Tabel 1

Rerata gula reduksi kombucha dengan bahan dasar rosella

Lama fermentasi	Kadar rosella kering		
	30 g/L	40 g/L	50 g/L
0 hari	11,05 ^q	10,21 ⁿ	9,91 ^m
1 hari	10,57 ^p	9,75 ^l	9,06 ^j
3 hari	6,44 ⁱ	6,22 ^h	5,34 ^f
5 hari	10,27 ^o	9,23 ^k	9,06 ^j
7 hari	5,49 ^g	4,64 ^d	5,17 ^e
10 hari	4,09 ^c	2,92 ^a	3,39 ^b

Sumber : Suhartatik et al., 2009

Simanjuntak et al. (2016) mengemukakan bahwa rerata gula reduksi pada kombucha daun apu-apu menurun seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi (Tabel 2). Hal ini diduga disebabkan oleh kemampuan SCOBY menghidrolisis gula.

Tabel 2

Rerata gula reduksi kombucha dengan bahan dasar daun apu-apu

Lama fermentasi	Gula reduksi (% °brix)
0 hari	0.37 ^a
1 hari	15.8 ^c
4 hari	14.7 ^c
8 hari	5.46 ^b
12 hari	5.2 ^b

Sumber : Simanjuntak et al., 2016

Menurut Jayabalan et al. (2014), *Acetobacter* dan *Gluconobacter* pada jamur kombu memanfaatkan glukosa untuk memproduksi asam glukonat. Penurunan gula selama fermentasi tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas khamir dalam metabolisme gula menjadi alkohol, namun juga adanya aktivitas *Acetobacter* yang memetabolisme glukosa menjadi asam glukonat (Wistiana & Zubaidah, 2015).

Menurut Susilowati (2013), seluruh gula telah dihidrolisis pada minggu pertama pada perlakuan kombucha A. Kiara dan A. Yabukita, sehingga menyisakan gula reduksi yang sangat sedikit. Pada kombucha Dewata dan Pekoe, kultur SCOBY sulit mengalami pertumbuhan pada minggu pertama fermentasi. Diduga proses pengolahan daun teh yang menghasilkan enzim invertase pada A. Kiara dan A. Yabukita

Tabel 3

Rerata gula reduksi kombucha dengan perlakuan ekstrak daun teh hijau

Perlakuan	Gula reduksi (mg/mL)
A. Kiara	4.75
A. Yabukita	13.0
Dewata	7.0
Pekoe	3.0

Sumber : Susilowati, 2013

Menurut Purnami et al. (2018) jenis perlakuan daun teh ternyata tidak mempengaruhi total gula pada kombucha (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata total gula kombucha dengan berbagai macam daun

Perlakuan	Total gula (mg/100g)
Teh hijau	2.98 ^a
Teh hitam	3.13 ^a
Teh putih	2.08 ^a
Teh campuran	2.89 ^a

Sumber : Purnami et al., 2018

Hasil penelitian dari Wistiana dan Zubaidah (2015) mengenai kombucha dengan bahan dasar berbagai daun tinggi fenol menunjukkan rerata total gula (%°brix) selama proses fermentasi pada hari ke-0 berkisar antara 0.27% - 0.39%, 0.14% - 0.25% pada hari ke-8, dan 0.13% - 0.20% pada hari ke-14 pengamatan.

Semakin lama waktu fermentasi maka pertumbuhan mikrobial akan semakin menurun karena gula yang digunakan sebagai sumber karbon telah habis dimanfaatkan pada fase pertumbuhan bakteri. Total gula akan berbanding terbalik dengan kadar alkohol pada kombucha. Semakin sedikit total gula, maka semakin tinggi kadar alkohol, karena SCOBY memanfaatkan gula untuk menghasilkan alkohol. 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 (Adinawati & Kusnadi, 2003).

6. Total asam

Total asam pada kombucha dipengaruhi oleh lama fermentasi yang menyebabkan rasa asam. Menurut Naland (2004), kombucha menghasilkan berbagai asam seperti asam glukuronat, asam asetat, asam glukonat dan lain sebagainya. Asam asetat memberikan pengaruh aroma asam dan rasa kecut seperti cuka (Leal et al., 2018). Pada tabel 5. Disajikan nilai rerata total asam kombucha dengan perlakuan jenis daun teh.

Tabel 5

Nilai rerata total asam dengan perlakuan jenis daun

Purnami et al. (2018)		Susilowati (2013)	
Perlakuan	Total asam(%)	Perlakuan	Total asam(%)



Teh hijau	3.26 ^a	<i>A. Kiara</i>	0.176
Teh hitam	3.22 ^b	<i>A.Yabukita</i>	0.132
Teh putih	3.58 ^b	<i>Dewata</i>	0.088
Teh campuran	3.35 ^b	<i>Pekoe</i>	0.219

Sumber : Purnami et al., 2018 & Susilowati, 2013

Dari tabel 5. Total asam tertinggi diperoleh teh kombucha pada penelitian Purnami et al. (2018) adalah kombucha berbahan teh putih yaitu 3,58%, sedangkan total asam terendah diperoleh dari teh hitam yaitu 3,22%. Menurut Susilowati (2013), secara keseluruhan total asam kombucha dengan berbagai ekstrak daun teh hijau berhasil meningkat sebesar 16,86%.

Nurhidayah et al. (2018) pada penelitiannya mengenai kombucha sari buah nanas menyatakan bahwa total sama meningkat seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Simanjuntak et al. (2016) mengenai kombucha daun apu-apu. Diduga terjadi penurunan pH selama proses fermentasi sehingga meningkatkan kadar asam total.

Tabel 6
Nilai rerata total asam dengan perlakuan lama fermentasi

Simanjuntak et al. (2016)		Nurhidayah et al. (2018)	
Perlakuan	Total asam(%)	Perlakuan	Total asam(%)
<i>Control</i>	0.056	Hari ke-4	0.07 ^c
Hari ke-1	0.1	Hari ke-6	0.08 ^c
Hari ke-4	0.16	Hari ke-8	0.1 ^c
Hari ke-8	0.18	Hari ke-10	0.15 ^b
Hari ke-12	0.22	Hari ke-12	0.16 ^{ab}
		Hari ke-14	0.19 ^a

Sumber : Simanjuntak et al. 2016 & Nurhidayah et al. 2018

Kurniawan et al. (2017) dalam penelitian kombucha daun gambir yang diberi perlakuan konsentrasi starter 2%, 4%, 6%, dan 8% berpengaruh secara nyata terhadap total asam. Peningkatan asam yang semakin tinggi diduga karena bakteri dalam kombucha telah mengalami fase pertumbuhan logaritmik, yang bersamaan dengan proses mengubah alkohol menjadi asam semakin banyak sehingga total asam yang dihasilkan juga semakin tinggi (Marwati et. al, 2014)

Selama proses fermentasi, bakteri dan khamir akan menghasilkan asam-asam organik yang meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi. Semakin tinggi kadar asam organik kombucha, semakin tinggi pula kadar total asamnya. Asam organik yang terlarut pada kombucha akan menyebabkan lepasnya proton H⁺ yang mempengaruhi penurunan pH kombucha (Pratama et al., 2015)

Keasaman produk kombucha relatif tinggi, yaitu dengan total asam sekitar 33 g/L, dan dalam jumlah ini kontaminan lain akan sulit tumbuh. Namun apabila

fermentasi berlangsung terlalu lama, maka keasaman akan meningkat sangat jauh sehingga dapat membahayakan orang yang mengkonsumsinya.

Komponen Kimia Teh Kombucha Beserta Manfaat

Teh kombucha merupakan produk hasil fermentasi yang mengandung beberapa vitamin, mineral, enzim dan asam organik. Selain itu juga bermanfaat bagi kesehatan tubuh seperti sebagai antioksidan, memperbaiki mikroflora usus, meningkatkan ketahanan tubuh dan menurunkan tekanan darah (Wistiana dan Zubaidah, 2015). Komposisi teh kombucha yang utama adalah senyawa polifenol sehingga dapat dijadikan sebagai minuman fungsional untuk alkohol. Menurut penelitian dari Wistiana dan Zubaidah (2015) menyatakan bahwa semakin lama proses fermentasi maka jumlah fenol akan meningkat. Jumlah komponen kimia yang terkandung dalam teh kombucha juga bervariasi terutama pada mikroorganisme dari kultur simbiotik yang digunakan untuk fermentasi serta waktu dan suhu fermentasi (Leal, et al., 2018). Hal ini diduga bahwa senyawa fenol dapat meningkat akibat proses fermentasi.

Senyawa polifenol pada teh kombucha merupakan zat aktif dari kelompok phytochemical yaitu antioksidan yang berperan dalam mencegah penyakit terkait stress oksidatif seperti kanker, CVD, dan neurodegeneratif (Leal, et al., 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa teh kombucha yang berasal dari teh hijau memiliki kemampuan melawan radikal bebas lebih rendah dibandingkan teh hitam (Fu et al, 2014). Selain itu teh kombucha juga mengandung beberapa senyawa fenol seperti tanin dan saponin yang berfungsi sebagai antibakteri, serta memiliki efek antimikroba dari asam organik karena adanya proton dan anion di dalamnya terpisah melalui dinding sel bakteri sehingga mempengaruhi sintesis proton bakteri (Simanjutak dan Mutiara, 2016).

Teh kombucha sebagai minuman fungsional

Mengonsumsi teh kombucha saat ini memang sedang mengalami peningkatan di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan teh kombucha dipercaya dapat memberikan beberapa manfaat yang baik bagi tubuh. Proses fermentasi kombucha menghasilkan beberapa komponen termasuk asam-asam organik yang mempunyai sifat fungsional, asam-asam tersebut adalah:

1. Asam laktat

Asam laktat yang ada di dalam kombucha sebagian besar terdapat dalam bentuk L(+)-laktat. Asam laktat penting bagi sistem pencernaan manusia. Asam laktat juga digunakan sebagai indikator penyakit kanker.

2. Asam asetat

Asam asetat dapat menghambat bakteri berbahaya sehingga sering digunakan menjadi pengawet. Asam asetat merupakan komponen yang memberi aroma dan rasa khas pada kombucha.

3. Asam malat

Asam malat penting dalam proses detoksifikasi tubuh.

4. Asam oksalat

Asam oksalat dapat berfungsi sebagai pengawet alami dan juga mendukung sel dalam memproduksi energi bagi tubuh.

4. Asam glukonat

Asam glukonat efektif dalam infeksi yeast seperti *Candida*.

5. Asam butirrat

Asam butirrat diproduksi oleh khamir dan bekerja sama melawan infeksi khamir dengan asam glukonat.

6. Asam nukleat

Meningkatkan regenerasi sel yang baik dan sehat.

7. Asam amino

Merupakan sekelompok asam yang berperan dalam pembentukan protein. Asam amino penting dalam pembelahan sel dan memperbaiki jaringan yang rusak. Asam amino juga dapat membentuk antibodi yang dapat melawan bakteri dan virus.

8. Enzim

Enzim adalah bagian dari protein yang bertindak sebagai biokatalis, mempercepat laju reaksi biokimia dalam tubuh. Oleh karena itu, enzim akan meningkatkan fungsi-fungsi kesehatan kombucha dengan tubuh.

9. Vitamin

Kombucha juga mengandung beberapa vitamin B dan C, serta bakteri dan khamir yang penting. *Tiamin* (vit. B1), *riboflavin* (vit B2), *Niasin* (Vit B3), *piridoksin* (vit B6), *Sianokobalamin* (vit B12), vit C, dan *Polyfenol*. *Niasin* (vit B3) berperan dalam metabolisme lemak untuk menurunkan kadar kolesterol jahat, yakni LDL dan *triglyserida*, serta meningkatkan kadar HDL, hingga bisa mengurangi penyakit pembuluh darah dan jantung koroner (Naland, 2003). Vitamin B1 (*tiamin*) berperan dalam metabolisme karbohidrat untuk pembentukan energi, dan sebagai koenzim dalam reaksi yang menghasilkan energi dari karbohidrat dan memindahkan energi untuk membentuk senyawa kaya energi yang disebut adenosin triphosphat (ATP). Vitamin B2 (*Riboflavin*) diperlukan tubuh untuk memproses asam amino, lemak, dan karbohidrat hingga menghasilkan energi ATP yang diperlukan bagi tubuh kita dan juga berfungsi sebagai antioksidan, vitamin B12 (*Sianokobalamin*) berperan dalam metabolisme antar sel di dalam tubuh.

10. Polifenol

Epigallocatechin dan *Epicatechingallat* yang merupakan varian dari *catechin* (salah satu unsur *polyfenol*) mampu bertindak sebagai inhibitor dari *angiotensin transferase* yaitu enzim penyebab tekanan darah tinggi. *Catechin* dapat mencegah tekanan darah tinggi, mengurangi penimbunan kolesterol dalam darah, mempercepat pembuangan kolesterol melalui feces, serta menangkal radikal bebas. *Catechin* dapat mengurangi resiko penyakit kardiovaskular.

Beberapa manfaatnya antara lain adalah sebagai berikut: (1) Detoksifikasi; Efek detoksifikasi teh kombucha akan memaksa dan mendorong racun-racun yang ada di dalam



tubuh untuk keluar (Watawana et al., 2015). (2) Menangkal radikal bebas; Teh kombucha memiliki kandungan antioksidan yang tinggi. Kandungan antioksidan ini akan terus naik seiring dengan meningkatnya waktu fermentasi yang diberikan (Nurikasari et al., 2015). (3) Menurunkan gula darah dengan mengkonsumsi teh kombucha sebanyak 75,25 ml selama 14 hari akan menurunkan gula darah wanita pradiabetes (Putri & Fitranti, 2016). (4) Menurunkan kolesterol, dengan mengkonsumsi teh kombucha dapat menurunkan LDL hingga 24mg/dL. (Suhartatik et al., 2015) (5) Sebagai antibiotik, melancarkan pencernaan dan antibakteri (Herpandi, 2016). (6) memperbaiki kerusakan pada hati (Ozdemir & Con, 2017). (7) Sebagai anti kanker. (8) Meningkatkan anti-inflammatory

Kontradiksi Kombucha

1. Kehalalan

Dalam pembuatan teh kombucha akan memberikan efek samping kandungan alkohol yang sangat kecil. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian milik Herwin *et al* (2013) yang menyatakan bahwa, kandungan alkohol dalam teh kombucha daun permot sebesar 0,0627292 %. Hal tersebutlah yang masih menjadi perdebatan di Indonesia dikarenakan, Indonesia merupakan negara yang bermayoritaskan islam. Kandungan tersebut masih dalam batas yang diperbolehkan oleh MUI yaitu <1%, akan tetapi masyarakat Indonesia khususnya yang beragama islam masih merasa ragu untuk mengkonsumsi teh ini. Oleh sebab itu, pembahasan secara khusus mengenai kehalalan produk teh kombuchaini sangat diperlukan.

2. Efek samping konsumsi kombucha

Teh kombucha memang memiliki banyak sekali manfaat yang baik bagi kesehatan tubuh, akan tetapi hal tersebut tidak menutup kemungkinan adanya juga beberapa efek samping yang tidak baik bagi tubuh. Dalam karya tulisnya Leal *et al* (2018) telah menjabarkan beberapa kotradiksi dari mengkonsumsi teh kombucha adalah sebagai berikut: (1) dapat menyebabkan keracunan; hal tersebut dikarenakan terdapatnya bakteri *Bacillus anthrax*, *Penicillium* dan *Aspergillus* yang diakibatkan dari pembuatan teh kombucha yang tidak higienis, (2) menyebabkan gagal ginjal; gagal ginjal ini merupakan efek samping dari mengkonsumsi teh kombucha yang berlebihan, (3) megkonsumsi teh kombucha terlalu beresiko untuk wanita hamil; hal tersebut dikarenakan dalam teh terdapat komponen glikosaminoglikan yang memiliki peran sebagai heparin yang memiliki peran sebagai penghambat sistem protein yang dapat menghentikan pendarahan. Hal tersebut memang belum dibuktikan secara nyata oleh para peneliti namun, alangkah baiknya jika mengkonsumsi teh ini dihindari oleh para wanita yang sedang mengandung, (4) dapat menyebabkan kerusakan pada hati, hal ini telah dibuktikan oleh Kovacenic et al (2014) yang menyatakan bahwa, apabila teh kombucha dikonsumsi secara berlebih maka, teh ini memiliki potensi untuk mengembalikan senyawa CCl₄ yang mana senyawa tersebut bersifat sangat beracun.



KESIMPULAN

Proses fermentasi pada teh kombucha memerlukan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan hasil yang baik sehingga dapat dikonsumsi. Lama waktu pada proses fermentasi ini akan mempengaruhi beberapa faktor seperti warna dari scoby, total mikroba, komposisi kimia bahkan aktivitas antioksidan pada kombucha. Beberapa jenis teh yang digunakan dalam pembuatan teh kombucha yang memiliki hasil paling baik yaitu menggunakan teh hitam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiawati, P dan Kusnadi., 2003. Kultur campuran dan faktor Lingkungan Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi Tea Cider. PROC. ITB. Sains dan Teknologi. Vol. 5 No. 2 (Hal. 147-162)
- Anugrah, S.T. 2005. *Pengembangan produk Kombucha Probiotik Berbahan Baku teh hitam (Camelia sinensis)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB: Bogor.
- Christensen, E. 2013. *True Brews: How to Craft Fermented Cider, Beer, Wine, Sake, Soda, Kefir, and Kombucha at Home*. United States : Ten Speed Press.
- Crum, Hannah dan Alex LaGory. 2016. *The Big Book of Kombucha: Brewing, Flavoring, and Enjoying the Health Benefits of Fermented Tea*. USA: Storey Publishing.
- De Filippis, F., Troise, A.D., Vitaglione, P., Ercolini, D. 2018. Different Temperatures Select Distinctive Acetic Acid Bacteria Species and Promotes Organic Acids Production During Kombucha Tea Fermentation. *Food Microbiology*. doi: 10.1016/j.fm.2018.01.008.
- De Roost, J., De Vuyst, L. 2018. Acetic acid bacteria in fermented foods and beverages. *Journal Current Opinion in Biotechnology*. Vol. 49 (hal. 115-119)
- Fu, C., Yan, F., Cao, Z., Xie, F., & Lin, J. (2014). Antioxidant Activities Of Kombucha Prepared From Three Different Substrates And Changes In Content Of Probiotics During Storage. *Food Sciences Technology-Brazil*. Vol. 34 (Hal. 123–126). Brazil.
- Gedela, M., Potu, K.C., Gali, V.L., Alyamany, K., Jha, K.L. 2016. A Case of Hepatotoxicity Related to Kombucha Tea Consumption. *Journal South Dakota Medicine*. Vol. 69 No. 1 (Hal. 26-28)
- Hassmy, N.P., Abidjulu, J., Yudistira, A. 2017. Analisis Aktivitas Antioksidan pada Teh Hijau Kombucha Berdasarkan Waktu Fermentasi yang Optimal. *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol.6 No. 4 (Hal. 67-74)
- Herwin., Kosman, R., Fitriani. 2013. Analisis Kadar Alkohol Produk Kombucha Daun Permot (*Passiflora foetida* L.) Asal Makassar Sulawesi Selatan Secara Kromatografi Gas. *Jurnal As-Syifaa*. Vol 5 No.2 (Hal. 112-118)
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. 2014. A Review On Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, And Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol.1 (Hal. 538–550)



- Jayabalan, R., S.Marimuthu, K.Swaminathan. 2007. Changes In Content Of Organic Acids And Tea Polyphenol During Kombucha Tea Fermentation. *Food Chemistry*. Vol. 102 (Hal. 392-398)
- Jessica Martínez Leal, Lucía Valenzuela Suárez, Rasu Jayabalan, Joselina Huerta Oros & Anayansi Escalante-Aburto. 2018 A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites, CyTA - *Journal of Food*, Vol. 16 No. 1 (Hal. 390-399)
- Khaerah, A., Akbar, F. 2019. *Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha dari Beberapa Varian Teh yang Berbeda*. Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM (hal. 472-476). Malang : UNM ISBN: 978-623-7496-14-4
- Kovacevic, Z., Davidovic, G., Vuckovic-Filipovic, J., Janicijevic K., Popovic, A. 2014. A Toxic Hepatitis Caused the Kombucha Tea – Case Report. *Journal of Medical Sciences*. Vol. 2 No. 1 (Hal. 128-131)
- Kurniawan, M.B., Ginting, S., Nurminah, s. 2017. Pengaruh Penambahan Gula Dan Starter Terhadap Karakteristik Minuman Teh Kombucha Daun Gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *J.Rekayasa Pangan dan Pert.* Vol. 5 No. 2
- Lee, K. W. dan L. H. Joo. 2000. *Antioxidant Activity of Black Tea vs. Green Tea*. Department of Food Science and Technology. School of Agricultural Biotechnology. Seoul : Seoul National University, Korea.
- Lee, S. 2014. *Kombucha Revolution*. United States: Ten Speed Press.
- Nainggolan, J. 2009. *Kajian Pertumbuhan Bakteri Acetobacter sp. dalam Kombucha Rosela Merah (Hibiscus sabdariffa) pada kadar gula dan Lama Fermentasi yang Berbeda*. Tesis. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Naland, H. 2004. *Kombucha Teh Ajaib Pencegah dan Penyembuh Aneka Penyakit*. Jakarta: PT.Agro Media Pustaka
- Novirisandi. 2012. Fermentasi Kombucha dan Potensinya Sebagai Minuman Kesehatan. *Media Farmasi Indonesia*. Vol. 3 No. 2
- Nurhidayah, Nazaruddin, Handayani B.R. 2018. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Kombucha Sari Buah Nanas*. Fakultas Teknologi Pangan Dan Pertanian. Mataram : Universitas Mataram
- Nurikasari, M., Puspitasari, Y., Siwi, R.P.Y. 2017. Characterization and Analysis Kombucha Tea Antioxidant Activity Based on Long Fermentation as A Beverage Functional. *Journal of Global Research in Public Health*. Vol. 2 No. 2 (Hal. 90-96)
- Özdemir, N., Çon, A.H. 2017. Kombucha and Health. *Journal of Health Science*. Vol. 5. (Hal. 244-250)
- Pratama, N. Pato, U., Yusmarini. 2015. Kajian Pembuatan Teh Kombucha Dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) *Jom Faperta*. Vol. 2 No.2
- Purnami, K.I., A.A.G.N. Anom Jambe, Wisaniyasa, N.W. 2018. Pengaruh Jenis Teh Terhadap Karakteristik Teh Kombucha. *Jurnal ITEPA*. Vol. 7 No. 2 (Hal. 1-10)
- Putra, B.A.G.2016. *Kadar Alkohol, Gula Pereduksi, pH, Kesukaan Aroma Teh Kombucha dengan Berbagai Jenis Gula Merah*. Semarang : Universitas Semarang



- Putri, W.D., Fitranti, D.Y. 2016. Pengaruh Pemberian Minuman Teh Kombucha Terhadap Kadar Glukosa Darah Puasa pada Wanita Usia 40-55 Tahun. *Journal of Nutrition College*. Vol. 5 No. 3 (Hal. 207-213)
- Rahayu, R., Jose, C., Haryani, Y. 2015. Total Fenolik, Flavonoid, Dan Aktivitas Antioksidan Dari Produk Teh Hijau Dan Teh Hitam Tanaman Bangun-Bangun (*Coleus Amboinicus*) Dengan Perlakuan ETT Rumpit Paitan. *JOM FMIPA*. Vol. 2 No. 1 (Hal. 170-177)
- Ravikumar, C. 2014. Review on Herbal Teas. *Journal Pharmaceutical Science and Research*. Vol. 6 No. 5 (Hal. 236-238)
- Sari, P.A., Irdawati. 2019. Kombucha Tea Production Using Different Tea Raw Materials. *Bioscience*. Vol. 3 No. 2 (Hal.135-143)
- Simanjuntak, D.H., Herpandi., Lestari, S.D. 2016. Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Kombucha dari Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*) Selama Fermentasi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol. 5 No. 2 (Hal. 123-133)
- Simanjutak, R.J.D., Mutiara, H. 2016. Pengaruh pemberian teh kombucha terhadap pertumbuhan *Salmonella Typhi*. *Jurnal Majority*. Vol. 5 No. 5
- Siregar, B.A. 2003. *Studi tentang Pengaruh Jenis dan Wadah Fermentasi pada Proses Pembuatan Teh Kombucha (Combuch Tea)*. Skripsi Jurusan THP, FP-USU, Medan : USU
- Soto, S.A.V., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.P., Renard, T., Rollan, S., Taillandier, P. 2019. Impact of Fermentation Conditions on the Production of Bioactive Compounds with Anticancer, Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties in Kombucha Tea Extracts. *Journal Process Biochemistry*. Vol. 83 (Hal. 44-54)
- Soto, S.A.V., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.P., Taillandier, P. 2018. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*. Vol. 83 No. 3 (Hal. 580-588)
- Sreeramulu, G.Y and Knol, W. 2000. Kombucha Fermentation and It's Antimikrobal Activity. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 886, (Hal. 65-73)
- Suhartatik, N., Kuryantina, M., Purwanti, I.T. 2009. Kombucha Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) dan Kemampuannya Sebagai Anti Hiperkolesterolemia. *Journal Agritech*. Vol. 29 No. 1 (Hal. 29-35)
- Susilowati, A. 2013. *Perbedaan Waktu Fermentasi Dalam Pembuatan Teh Kombucha Dari Ekstrak Teh Hijau Lokal Arraca Kiara, Arraca Yabukita, Pekoe Dan Dewata Sebagai Minuman Fungsional Untuk Anti Oksidan*. Prosiding SNST ke-4 28-33
- Watawana, M.I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C.B, Waisundara, V.Y. 2015. Review Article Health, Wellness, and Safety Aspects of The Consumption of Kombucha. *Journal of Chemistry*.
- Werdhasari, A. 2014. Peran Antioksidan Bagi Kesehatan. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia* . Vol. 3 No. 2 (Hal. 59-68)
- Wistiana, D., Zubaidah, E., 2015. Karakteristik kimiawi dan mikrobiologis kombucha dari berbagai daun tinggi fenol selama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 No. 4 (Hal. 1446-1457)



- Wulandari, A., 2018. *Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Kombucha The Hijau Daun Jati (Tectona grandis) Terhadap Kadar Tannin Total Dan Total Asam Tertitrasi (TAT)* Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma
- Zhao, J., Deng, J.W., Y.W. Chen, Y.W., Li, S.P. 2013. Advanced Phytochemical Analysis of Herbal Tea in China. *Journal of Chromatography A*. Vol. 13 No. 13 (Hal. 2-23)

