



KOMBUCHA DAN SIFAT FUNGSIONALNYA: STUDI PUSTAKA

[Kombucha and its Functional Properties: A Review]

Faizah^{1*}, Anis Khairunnisa², Nurul Latifasari¹, Ajeng Dyah Kurniawati¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

²Program Studi Pengolahan Hasil Laut, Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana, Bali, Indonesia

*Email: faizah@ittelkom-pwt.ac.id (Telp: +6281395380850)

Diterima tanggal 5 September 2024

Disetujui tanggal 1 oktober 2024

ABSTRACT

Kombucha is a fermented drink made from tea and sugar. In recent years, it has gained significant popularity. Additionally, kombucha is known to have functional properties that benefit health, such as its high probiotic content and antioxidant compounds like vitamin C, polyphenols, and glucuronic acid. Based on these functional properties, this article aimed to explore the functional attributes of kombucha and its benefits for human health. The process of making kombucha involves various types of tea, such as black, green, oolong, and other herbal teas, which influence the microbial composition, bioactive content, and functional properties. SCOBY (symbiotic culture of bacteria and yeast) is used as a starter for kombucha fermentation, producing a cellulose layer and enhancing antioxidant activity. According to the studies reviewed in this literature, kombucha contains bioactive compounds such as polyphenols, D-saccharic acid-1,4-lactone (DSL), ethanol, organic acids, acetic acid, and glucuronic acid, which offer various health benefits, including detoxification, cell protection from free radicals, and immune enhancement. The fermentation process is also known to increase the antioxidant content in kombucha, making it a functional beverage with positive effects on health, such as cancer prevention and cardiovascular disease reduction.

Keywords: fermentation, functional food, kombucha

ABSTRAK

Kombucha adalah minum fermentasi yang dibuat dengan bahan dasar teh dan gula. Beberapa tahun terakhir, kombucha mengalami peningkatan popularitas yang signifikan. Selain itu, kombucha diketahui memiliki sifat fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan seperti kandungan probiotik dan senyawa antioksidan yang tinggi seperti vitamin C, polifenol, dan senyawa glukoronat. Berdasarkan sifat fungsional yang terkandung pada kombucha tersebut maka artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi sifat fungsional kombucha dan manfaatnya pada kesehatan manusia. Proses pembuatan kombucha melibatkan berbagai jenis teh seperti teh hitam, hijau, oolong, dan teh herbal lainnya yang memengaruhi komposisi mikroba, kandungan bioaktif, serta sifat fungsionalnya. SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) digunakan sebagai starter untuk fermentasi kombucha, menghasilkan lapisan selulosa dan meningkatkan aktivitas antioksidan. Berdasarkan hasil dari penelitian yang digunakan pada literatur review ini, kombucha memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti polifenol, D-saccharic acid-1,4-lacton (DSL), etanol, asam organik, asam asetat, dan asam glukoronat yang memberikan berbagai manfaat kesehatan, termasuk detoksifikasi, perlindungan sel dari radikal bebas, dan peningkatan imunitas. Proses fermentasi juga diketahui mampu meningkatkan kandungan antioksidan dalam kombucha, menjadikannya sebagai minuman fungsional dengan efek positif terhadap kesehatan seperti pencegahan kanker dan penyakit kardiovaskular.

Kata kunci: fermentasi, kombucha, pangan fungsional.



PENDAHULUAN

Kombucha adalah minum fermentasi yang dibuat dengan bahan dasar teh dan gula sebagai substrat untuk fermentasi. Fermentasi kombucha menggunakan kultur bakteri dan yeast yang dikenal sebagai SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Beberapa reaksi biokimia terjadi selama fermentasi aerobik (Neffe-Skocińska *et al.*, 2017). *Yeast* menggunakan sumber karbon yang ada untuk menghasilkan etanol, yang kemudian diubah menjadi asam organik oleh bakteri (Jayabalan *et al.*, 2014). Beberapa substrat selain teh hitam dan hijau dapat digunakan dalam fermentasi kombucha, seperti raspberry, goji berry, anggur merah, salak, kurma, kelapa, melon, semangka, ceri, daun jambu biji, kayu manis, dan kapulaga (Ulusoy dan Tamer, 2019). Kombucha memiliki rasa sedikit asam dan sedikit berkarbonasi, yang membuat kombucha lebih diterima oleh konsumen.

Beberapa tahun terakhir, kombucha mengalami peningkatan popularitas yang signifikan yang disebabkan oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi pangan sehat (Baschali *et al.*, 2017). Selain memiliki rasa yang menyegarkan dan beragam varian rasa, kombucha diketahui memiliki sifat fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu sifat fungsional kombucha yaitu kandungan probiotik yang dapat menjaga keseimbangan mikrobiota usus, meningkatkan penyerapan nutrisi, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Selama proses fermentasi, bakteri asam laktat dan *yeast* menghasilkan probiotik yang bermanfaat bagi sistem pencernaan. Selain itu, kombucha juga mengandung senyawa antioksidan yang tinggi seperti vitamin C, polifenol, dan senyawa glukoronat. Kandungan antioksidan kombucha dapat memberikan efek pencegahan kanker (Deghrigue *et al.*, 2013), meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Srihari *et al.*, 2013), dan perbaikan pada reumatisme sendi (Jayabalan *et al.*, 2014) efek antihipertensi (Elkhtab *et al.*, 2017), dan antidiabetes (Srihari *et al.*, 2013). Antioksidan akan membantu menangkal radikal bebas dan melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif. Berdasarkan penelitian Bhattacharya *et al.*, (2016), kombucha diketahui memiliki sifat antimikroba. Konsumsi kombucha dapat mengurangi pertumbuhan mikroba patogen dan mengurangi peradangan pada jaringan.

Dalam artikel ini menyajikan studi literatur tentang sifat fungsional kombucha berdasarkan beberapa artikel ilmiah yang tersedia saat ini. Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi sifat fungsional kombucha dan manfaatnya pada kesehatan manusia. Artikel ini mencakup tinjauan literatur tentang senyawa aktif yang terkandung dalam kombucha, proses pembuatan kombucha, mikroorganisme yang ada pada kombucha, sifat fungsional, serta manfaat kesehatan yang dikaitkan dengan konsumsi minuman kombucha.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Definisi Kombucha

Kombucha merupakan minuman teh tradisional yang berbahan dasar teh hitam, teh hijau, atau teh oolong yang difermentasi dengan penambahan gula dan diinokulasi menggunakan kultur simbiotik bakteri dan yeast (SCOBY). SCOBY terperangkap dalam biofilm selulosa dan mengapung diantara larutan teh dan udara berbentuk lembaran berwarna putih seperti pancake yang disebut pelikel (Chakravorty *et al.*, 2015). Bakteri yang berperan dalam fermentasi kombucha adalah bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus* dan *Lactococcus* (Soto *et al.*, 2018) dan bakteri asam asetat (BAA) seperti *Komagataeibacter*, *Glucanobacter*, dan *Acetobacter* (Roost & Vuyst., 2018). Hasil fermentasi bakteri ini akan memberikan rasa asam pada kombucha (Soto *et al.*, 2018). Kombucha memiliki rasa khas minuman fermentasi yaitu asam dan sedikit manis dengan kandungan alkohol 0,5%. Meskipun umumnya kombucha terbuat dari bahan dasar teh, ada beberapa variasi bahan lain dalam pembuatan kombucha seperti lemon, mint, dan melati (Watawana *et al.*, 2015).

Berdasarkan manfaatnya terhadap kesehatan, kombucha memiliki sejarah popularitas yang panjang. Secara teori etimologis menyatakan bahwa nama 'Kombucha' diterjemahkan menjadi "teh rumput laut" atau "kombu-cha" dalam bahasa Jepang (Crum *et al.*, 2016). Bukti sejarah menunjukkan bahwa kombucha berasal dari Manchuria, terletak di Cina Timur Laut (Jayabalan *et al.* 2014). Berdasarkan geografis, kombucha kemungkinan pertama kali menyebar dari China ke Korea dan sampai ke Jepang melalui jalur perdagangan. Dengan berkembangnya jalur perdagangan di luar wilayah tersebut, kombucha dapat dikenal di beberapa wilayah seperti India, Filipina, Indonesia, Rusia, Eropa Timur, Jerman, Inggris, Amerika Serikat, Kanada, dan Brazil (Crum *et al.*, 2016).

Proses Pembuatan Kombucha

Kombucha pada prinsipnya merupakan minuman fungsional yang terbuat dari proses fermentasi larutan teh oleh kultur mikroba yang merupakan gabungan dari bakteri dan khamir dengan penambahan gula. Kombucha terdiri atas dua (2) bagian yakni lapisan selulosa yang mengambang di bagian atas dan larutan asam sebagai media fermentasi di bagian bawah (Ali, *et al.*, 2017). Secara umum, pembuatan larutan asam kombucha menggunakan bahan baku teh hitam (*black tea*), meskipun demikian kombucha dapat pula terbuat dari teh oolong (Kaewkod *et al.*, 2019), teh hijau (*green tea*) (Kaewkod *et al.*, 2019; Sa'diyah & Devianti, 2022), *earl grey* (Sa'diyah & Devianti, 2022), teh putih (Sari & Irdawati, 2019), dan teh rooibos (Gaggia *et al.*, 2019), ataupun teh dari bahan lain seperti teh bunga telang (Rezaldi *et al.*, 2022). Penelitian terkait bahan baku pembuatan kombucha dapat dilihat pada Tabel 1.



Tabel 1. Pengaruh bahan baku pembuatan kombucha terhadap kualitas kombucha

Penulis	Bahan Baku Kombucha	Hasil Penelitian
Kaewkod <i>et al.</i> , 2019	Teh hijau (<i>green tea</i>)	Menghasilkan warna cokelat lebih terang, jumlah koloni bakteri asam laktat (7,54 log CFU/mL) dan antioksidan tertinggi (2,642 mg GAE/mL) dibanding kombucha teh oolong dan teh hitam selama 15 hari fermentasi.
Sari & Irdawati, 2019	Teh putih	Jumlah mikroba pada kombucha teh hitam $57,8 \times 10^3$ sel/ml, sedangkan jumlah mikroba kombucha teh hijau rata-rata 154 sel/ml. Total asam asetat kombucha dari teh hitam rata-rata 0,57, sedangkan total asam asetat kombucha teh oolong rata-rata 0,47. Berdasarkan hasil uji organoleptik kombucha yang paling disukai yaitu kombucha dari teh putih. Hal ini dikarenakan panelis tertarik dengan warna teh yang lebih jernih, rasa yang dihasilkan tidak terlalu asam, dan aromanya yang harum.
Gaggia <i>et al.</i> , 2019	Teh rooibos	Kombucha dari rooibos memiliki konsentrasi etanol yang rendah (1,1 mg/mL), dan jumlah asam glukuronat yang sebanding dengan teh hitam. Namun, aktivitas antioksidan pada kombucha teh rooibos lebih rendah dibanding kombucha teh hitam dan teh hijau.
Rezaldi <i>et al.</i> , 2019	Teh bunga telang	Fermentasi kombucha bunga telang mempunyai aktivitas sebagai antibakteri dalam spektrum luas. Diindikasikan dengan adanya potensi dalam mencegah pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , dan <i>Escherichia coli</i> .
Sa'diyah & Devianti, 2022	The hijau (<i>green tea</i>) dan <i>earl grey</i>	Kombucha teh hijau yang telah difermentasi selama 14 hari mengandung vitamin C yang lebih tinggi dibanding kombucha teh <i>earl grey</i>

Perbedaan jenis teh yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap penampakan, jumlah mikroba, dan komponen bioaktif, dan aktivitas biologis, serta jenis senyawa yang dikandung kombucha nantinya (Sari & Irdawati, 2019; Antolak *et al.*, 2021; Zeng, *et al.*, 2016). Kaewkod *et al.* (2019) menyebutkan bahwa kombucha yang terbuat dari larutan teh hijau dan menghasilkan warna cokelat yang lebih terang, mengandung jumlah koloni bakteri asam laktat (7,54 log CFU/mL) dan antioksidan tertinggi (2,642 mg GAE/mL) dibanding kombucha teh oolong dan teh hitam selama 15 hari fermentasi. Penelitian Sa'diyah & Devianti (2022) menambahkan bahwa kombucha teh hijau yang telah difermentasi selama 14 hari mengandung vitamin C yang lebih tinggi dibanding kombucha teh *earl grey*. Kombucha teh hijau diketahui mengandung total fenol tertinggi dibanding teh herbal (sage, linden, dan teh hitam) dan teh buah lain (teh apel, teh *rosehip*, teh delima, teh *bilberry*) (Kuzu *et al.*, 2023). Meskipun demikian, kombucha teh hitam mengandung asam organik spesifik yakni asam suksinat. Kombucha teh hitam juga mengandung asam glukuronat, asam glukonat, asam askorbat, asam asetat dalam jumlah yang lebih tinggi dibanding kombucha teh oolong dan teh hijau (Kaewkod *et al.*, 2019).

Langkah selanjutnya ialah proses penyeduhan teh untuk memperoleh larutan teh yang digunakan sebagai media fermentasi. Penyeduhan teh menggunakan 1% (w/v) daun teh kering yang ditambahkan 100%(v/v) air (Shofiyanty *et al.*, 2023; Muthmainnah *et al.*, 2018; Kuzu *et al.*, 2023). Penyeduhan teh bertujuan untuk



mengekstrak warna, rasa, aroma dan senyawa fenolik teh sebagai antioksidan (Sasmito *et al.*, 2020; Daiyanti *et al.*, 2023). Proses ini sangat dipengaruhi oleh waktu penyeduhan dan suhu air yang digunakan, Proses penyeduhan yang terlalu lama menyebabkan rusaknya kandungan antioksidan teh, sementara proses penyeduhan yang terlalu singkat menyebabkan proses komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan teh tidak optimal (Widodo *et al.*, 2021; Chang *et al.*, 2020). Pola penyeduhan teh juga bervariasi tergantung jenis senyawa yang dituju (Muthmainnah *et al.*, 2018). Secara umum, kombinasi suhu dan waktu terbaik penyeduhan teh menurut beberapa sumber referensi berkisar pada suhu 75-100°C selama 5-10 menit (Sasmito *et al.*, 2020; Widodo, *et al.*, 2021; Sharpe *et al.*, 2016), baik melalui penambahan air panas langsung (Freitas *et al.*, 2022; Tran *et al.*, 2020) atau dengan teknik perebusan (Sa'diyah & Devianti 2022; Firdaus *et al.*, 2020; Kaewkod *et al.*, 2019). Teh yang telah diseduh dilakukan penyaringan dengan saringan steril untuk memisahkan larutan teh dari ampasnya.

Bahan lain yang ditambahkan selama proses penyeduhan teh adalah gula. Penambahan gula dalam pembuatan kombucha berperan sebagai sumber substrat dan sumber energi bagi mikroba yang digunakan selama fermentasi (Kaewkod *et al.*, 2019; Rihibiha *et al.*, 2022). Penambahan gula juga berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* (Marwati *et al.*, 2013; Yanti *et al.*, 2020), *Salmonella thypi*, *Vibrio parahaemolyticus* (Rezaldi, *et al.*, 2022), dan *Listeria monocytogenes* (Puspitasari *et al.*, 2022). Jenis gula yang umumnya digunakan dalam pembuatan kombucha adalah sukrosa atau gula tebu (Antolak *et al.*, 2021; Kaewkod *et al.*, 2019), namun jenis pemanis lain seperti gula stevia, madu, dan gula kelapa (*palm sugar*) (Rihibiha *et al.*, 2022; Rukman & Haerussana, 2023; Fathurrohlim *et al.*, 2022) juga dapat digunakan sebagai upaya diversifikasi dan inovasi produk. Penambahan pemanis stevia, madu, dan gula kelapa mampu meningkatkan warna, aroma, dan flavor kombucha (Rukman & Haerussana *et al.*, 2023). Jumlah pemanis yang ditambahkan dalam perebusan larutan teh, baik pemanis sukrosa maupun non sukrosa adalah 5-10% (m/v atau v/v) terhadap total pelarut yang ditambahkan (Rukman & Haerussana *et al.*, 2023; Rihibiha *et al.*, 2022; Kaewkod *et al.*, 2019; Rosida *et al.*, 2021; Laureys *et al.*, 2020).

Tahapan pembuatan kombucha selanjutnya setelah menghomogenkan gula dalam larutan teh, dilakukan pemindahan larutan ke dalam wadah gelas (toples) steril yang digunakan untuk fermentasi nantinya. Larutan teh didiamkan sejenak untuk menurunkan suhu larutan hingga mencapai suhu ruang 20-25°C (Antolak *et al.*, 2021; Rezaldi *et al.*, 2022). Hal ini bertujuan agar larutan teh yang berperan sebagai media fermentasi dapat siap digunakan sebelum diinokulasi dengan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). SCOBY (*tea fungus*) merupakan konsorsium simbiotik mikroba antara bakteri asam asetat, bakteri asam laktat, dan khamir osmotoleran yang berbentuk lapisan selulosa di atas permukaan teh sebagai medium fermentasi (Gaggia *et al.*, 2018). SCOBY digunakan sebagai starter yang akan memfermentasi larutan teh manis menjadi kombucha.



Lapisan SCOBY diinokulasikan sebanyak 3% (w/v) dari larutan teh manis yang telah didinginkan. Untuk meningkatkan produksi selulosa oleh bakteri, maka ditambahkan pula 10% (v/v) larutan kombucha (stok) yang sebelumnya telah melewati proses fermentasi selama 14 hari (Muhialdin *et al.*, 2019; Leonarski *et al.*, 2022). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa sebelum atau bersamaan dengan diinokulasikannya SCOBY, larutan teh manis perlu ditambahkan asam asetat 50% (v/v) sebanyak 10-15 mL hingga pH larutan menjadi 2.7-3.0 untuk mencegah terbentuknya kapang dan mencegah tumbuhnya mikroba yang tidak diinginkan (kontaminasi) (Toran-Pereg *et al.*, 2021). Untuk memperoleh kombucha, maka larutan teh yang telah diinokulasikan SCOBY ditutup rapat dan dilakukan fermentasi selama 14 hari pada kondisi gelap ($24\pm 3^{\circ}\text{C}$) (Jayabalan *et al.*, 2010; Muhialdin *et al.*, 2019).

Mikroorganisme pada Kombucha

SCOBY (*Symbiotic Colony of Bacteria and Yeasts*) adalah gabungan dari beberapa kultur mikrobial bakteri dan yeast yang bersifat sinergis untuk saling menguntungkan. Secara umum scoby lebih dikenal dengan jamur teh atau stater kombucha (Coelho *et al.*, 2020). Scoby biasa digunakan selama proses fermentasi kombucha sebagai stater induk dalam pembuatan teh fermentasi tersebut. Dalam proses fermentasi tersebut, akan terbentuk lapisan pelikel selulosa (biofilm) yang merupakan gabungan dari beberapa polisakarida hasil metabolit sekunder dari bakteri dan yeast. Biofilm selulosa yang terbentuk akan semakin tebal selama proses fermentasi dan akan mengambang diatas larutan kombucha (De Fillipis *et al.*, 2018) sebelum dilakukan pemanenan. SCOBY mengandung berbagai populasi mikroba yang sangat banyak dan beragam. Beberapa jenis mikroba yang telah teridentifikasi termasuk dalam kelompok *Gluconobacter*, *Acetobacter*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces*, dan *Schizosaccharomyces* (Jayabalan *et al.*, 2014; Laavanya *et al.*, 2021). Spesies mikroorganisme dominan yang teridentifikasi dari scoby yang terbentuk pada kombucha adalah kelompok *Acetobacter*, namun terdapat pula mikroorganisme jenis *Gluconacetobacter* dan *Lactobacillus* yang telah teridentifikasi (El-Salam, 2012; Trovatti *et al.*, 2011). Diantara kelompok bakteri asam asetat seperti *Acetobacter xylinum* dan *Gluconacetobacter xylinus*, strain bakteri tersebut dianggap sebagai penghasil lapisan biofilm selulosa paling baik di kombucha, yang dikenal juga dengan sebutan scoby (De Fillipis *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa komposisi mikroorganisme dari SCOBY atau jamur teh dapat bervariasi antar proses fermentasi (Coelho *et al.*, 2020). Jenis mikroorganisme yang terdapat pada lapisan biofilm tersebut bergantung pada berbagai faktor seperti sumber bahan asal, substrat yang disediakan untuk fermentasi, metabolit yang dihasilkan selama fermentasi, iklim, dan lokasi geografis dari produksi stater tersebut (Mukadam *et al.*, 2016; Laavanya *et al.*, 2021). Menurut De Fillipis *et al.* (2018), mikroorganisme dominan yang terbentuk selama proses fermentasi kombucha adalah bakteri asam asetat dan yeast osmofilik (Coelho *et al.*, 2020). Selain mikroorganisme tersebut, berbagai mikroba lain juga terdapat dalam



lapisan biofilm selulosa tersebut. Beberapa jenis strain dari mikroorganisme kelompok bakteri asam asetat dan khamir pada stater kombucha sudah teridentifikasi, antara lain *Acetobacter xylinum* dan *Gluconacetobacter xylinus* (De Fillipis *et al.*, 2018), *Leuconostoc*, *Allobaculum*, *Ruminococcaceae*, *Enterococcus*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium*, *Thermus* (Santos, 2016) dari kelompok bakteri asam asetat. Sedangkan dari kelompok yeast, seperti *Zygosaccharomyces* spp., *Brettanomyces* spp., *Saccharomyces* spp., *Sacchromyces* spp., *Pichia* spp., *Candida* spp., *Schizosaccharomyces* spp., *Torula* spp., *Torulopsis* spp., *Torulaspora delbrueckii*, *Mycoderma*, *Pichia membranefaciens*, *Kloeckera apiculata*, *Kluyveromyces* spp. (Jayabalan *et al.*, 2014; Villarreal-soto *et al.*, 2018; Teoh *et al.*, 2004; Coelho *et al.*, 2020). Namun masih banyak pula yang belum dapat diidentifikasi secara spesifik jenis mikroorganismenya.

Bakteri yang mendominasi kultur kombucha adalah asam asetat dan penghasil asam glukonat, termasuk dalam genus *Acetobacter* dan *Gluconobacter* (Jayabalan *et al.*, 2014). *Acetobacter xylinum* yang direklasifikasi sebagai *Gluconacetobacter xylinus* dan, baru-baru ini sebagai *Komagataeibacter xylinus* (Yamada *et al.*, 2012), terbukti menjadi bakteri utama di lingkungan kombucha, karena selain menghasilkan asam asetat dan asam glukonat bakteri tersebut juga dapat membuat selulosa yang merupakan senyawa penting untuk lapisan biofilm selulosa (Villarreal-Soto *et al.*, 2018; Coelho *et al.*, 2020). De Filippis *et al.* (2018), juga mendapatkan hasil yang serupa. Peneliti tersebut menjelaskan dominasi dari populasi *Gluconacetobacter* bahkan pada fermentasi dengan suhu yang berbeda (20°C dan 30°C), sedangkan konsentrasi *Acetobacter* menunjukkan tingkat yang lebih rendah setelah 24 jam fermentasi (sekitar 80% dan 10%). Setelah tujuh hari fermentasi, strain *Gluconacetobacter* mendominasi lebih dari 90% populasi bakteri dari lingkungan kombucha tersebut. Jumlah polulasinya tetap tidak mengalami perubahan sampai akhir proses fermentasi berakhir. Sedangkan konsentrasi *Acetobacter* akan menurun seiring waktu, mencapai tingkat konsentrasi sekitar (3-5)% setelah 21 hari fermentasi. Selain dari strain *Acetobacter xylinum*, kelompok *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter asetat*, *Bacterium gluconicum*, dan *Gluconobacter oxydans* juga sering ditemukan saat proses isolasi di beberapa penelitian yang dilakukan (Jayabalan *et al.*, 2014). Beberapa bakteri seperti *Leuconostoc*, *Allobaculum*, *Ruminococcaceae*, *Enterococcus*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium*, dan *Thermus* juga terdeteksi, namun jumlah populasinya tidak sebanyak dibandingkan kelompok sebelumnya (Santos, 2016; Coelho *et al.*, 2020).

Sifat Fungsional Kombucha

Pangan fungsional adalah pangan atau komponen yang terdapat di dalam makanan baik secara alami maupun yang sengaja ditambahkan yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan diluar manfaatnya sebagai pangan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dasar bagi manusia (Vilano, *et al.*, 2022). Menurut Jayabalan *et al.*, (2019) komponen utama yang mendukung suatu produk agar dapat memiliki sifat fungsional bagi kesehatan adalah dengan adanya kandungan senyawa bioaktif. Komponen bioaktif ini biasanya terdapat



dalam jumlah yang sangat kecil, namun dapat memberikan manfaat yang besar bagi sistem metabolisme tubuh manusia. Komponen bioaktif yang terdapat dalam pangan fungsional dapat berasal dari sumber hewani maupun nabati. Komponen bioaktif yang berasal dari sumber nabati seperti karotenoid (β -karoten, lutein, zeaxanthin, dan likopen), polifenol, flavonoid (quercetin, epigallocatechin, kaempferol) dan serat pangan, selain itu adapula komponen bioaktif yang bersumber dari pangan hewani misalnya, peptide bioaktif yang diperoleh dari proses fermentasi produk susu dan kedelai, asam lemak rantai pendek dan asam lemak tak jenuh ganda seperti asam lemak omega 3 dan 6. Menurut Laureys *et al.*, (2020) dan Kitwetcharoen *et al.*, (2023) kombucha merupakan salah satu pangan fungsional yang banyak digemari karena memiliki berbagai efek bagi kesehatan. Kombucha adalah salah satu produk minuman fermentasi yang diperoleh dari hasil fermentasi teh hitam (ada pula jenis teh lain, misalnya teh hijau, teh oolong, atau teh yang berasal dari komponen lain) dengan tambahan gula sebagai substrat untuk proses fermentasi berlangsung. Salah satu ciri khas dari minuman kombucha dibandingkan dengan minuman fermentasi jenis lain adalah pada kultur yang digunakan berasal dari bakteri dan yeast (SCOBY) sehingga menghasilkan minuman yang memiliki rasa asam dan bersoda. Selain itu adanya proses fermentasi lanjut yang dilakukan oleh yeast dapat mengakibatkan kombucha memiliki kandungan alkohol (Villareal *et al.*, 2018). Jayabalan *et al.* (2014) mengungkapkan bahwa kombucha memiliki kandungan asam – asam organik (asetat, glukonat, glukoronat, sitrat, laktat, malat, tartarat, malonate, piruvat), gula (sukrosa, glukosa, dan fruktosa), vitamin larut air (B1, B2, B6, B12 dan C) asam amino, ethanol, polifenol dan mineral.

Jayabalan *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa kombucha memiliki 3 faktor utama yang membuatnya memiliki efek fungsional bagi kesehatan diantaranya, kemampuan untuk mendetoksifikasi racun atau komponen yang tidak diinginkan di dalam tubuh (*detoxifying property*), kemampuan untuk melindungi sel dan jaringan tubuh dari kerusakan akibat adanya senyawa radikal (*free-radical damage*) dan mampu untuk meningkatkan imunitas tubuh sehingga tubuh tidak rentan terkena infeksi. Penelitian Değirmencioğlu *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa efek fungsional dari kombucha berasal dari komponen bioaktif dari teh yang digunakan, seperti kafein, alkaloid, fenolik, flavonoid, asam amino, karbohidrat, protein, klorofil, fluoride dan mineral. Senyawa turunan dari flavonoid yang banyak terdapat pada teh adalah jenis katekin yang terdiri dari, epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), epicatechin gallate (ECG) dan epigallocatechin gallate (EGCG). Menurut Leal *et al.* (2018) Katekin dapat berperan sebagai antioksidan karena kemampuannya dalam memerangkap radikal bebas (*free radical scavenging*) serta kemampuannya sebagai *chelating agent* untuk logam. Kemampuan katekin dalam memerangkap radikal bebas dihasilkan melalui reaksi reduksi – oksidasi dimana komponen katekin akan mendonorkan electron atau atom hidrogennya pada komponen radikal bebas sehingga terjadi reaksi netralisasi yang mengakibatkan komponen radikal bebas sudah tidak reaktif dan tidak berpotensi untuk merusak struktur sel dan jaringan pada manusia.



Selain itu, menurut Motafeghi, *et al.* (2023) kombucha juga memiliki efek fungsional sebagai antikanker. Komponen yang berperan dalam pencegahan kanker adalah polifenol yang terdapat dalam kombucha. Polifenol memiliki efek mencegah pertumbuhan sel kanker melalui kemampuannya sebagai enzim inhibitor. ECG dan EGCG berperan dalam menghambat kinerja enzim kinase, methylase dan acetylase. Selain itu kemampuan polifenol yang terdapat dalam kombucha juga dapat memiliki efek fungsional dalam pencegahan penyakit kardiovaskuler melalui mekanisme pencegahan oksidasi komponen low density lipoprotein (LDL) sehingga mencegah terbentuknya plak di pembuluh darah yang dapat memicu terjadinya penyakit kardiovaskuler. Selain itu, adanya polifenol juga dapat mempengaruhi metabolisme kolesterol di dalam tubuh dengan cara menghambat kinerja dari enzim pankreatik lipase yang mengakibatkan terjadinya penurunan penyerapan kolesterol dan triasilgliserol.

Tabel 2. Efek Fungsional Senyawa Aktif pada Kombucha

No	Jenis Komponen Aktif	Efek Fungsional bagi Kesehatan
1.	Polifenol	Modulasi kinerja enzim dan reseptor sel sebagai bentuk perlindungan dari stress oksidatif yang disebabkan oleh <i>reactive oxygen species</i> (ROS) sehingga meminimalisir resiko tubuh terkena penyakit yang disebabkan oleh stress oksida seperti CVD, kanker dan penyakit <i>neurodegenerative</i> (Fu <i>et al.</i> , 2014)
2.	D-saccharic acid-1,4-lactone (DSL)	Kemampuan detoksifikasi racun/senyawa toksik dalam tubuh serta memiliki sifat seperti antioksidan yang dapat menstabilkan komponen – komponen radikal (Yang <i>et al.</i> , 2010)
3.	Ethanol	Berdasarkan konsep “ <i>French Paradox</i> ” menyatakan bahwa konsumsi alkohol dalam batas yang cukup dari kombucha yang difermentasi dapat mengurangi resiko penyakit jantung coroner akibat peningkatan jumlah <i>high density lipoprote</i> (HDL) dalam darah (Ferrières, 2004).
4.	Asam Asetat	Aktivitas antimikroba, mencegah terjadinya insomnia dan meningkatkan kualitas tidur dan mencegah terjadinya insomnia (Nguyen, <i>et al.</i> , 2015)
5.	Asam Glukoronat	Penurunan komponen endobiotic dalam tubuh misalnya bilirubin, sebagai inhibiti dari enzim – enzim dalam proses metabolisme karbohidrat dan protein (Vina, <i>et</i> 2013)

Proses fermentasi adalah salah satu proses yang penting untuk meningkatkan efek fungsional pada kombucha. Menurut Chakravorty *et al.*, (2016) menyatakan bahwa proses fermentasi mampu meningkatkan aktivitas antioksidan dalam memerangkap komponen radikal bebas dari komponen bioaktif yang terdapat di dalam kombucha dibandingkan pada teh hitam. Penelitian vanišová *et al.*, (2020) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan dari kombucha yang dibuat dari teh hitam memiliki nilai 1318.56 mg TEAC/l, sedangkan aktivitas antioksidan dari teh hitam tanpa proses fermentasi hanya 345.59 mg TEAC/l. Penelitian Abuduaibifu and Tamer (2019) juga menunjukkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme pada kombucha



mampu membuat nya memiliki kemampuan untuk mendetoksifikasi racun atau komponen yang tidak diinginkan di dalam tubuh. Pada proses fermentasi akan dihasilkan komponen asam organik seperti asam glukoronat yang merupakan asam organik utama yang dihasilkan dari oksidasi glukosa pada pembuatan kombucha. Asam glukoronat ini secara alami disintesis pada liver manusia dan memiliki kemampuan untuk detoksifikasi racun. Sehingga dengan adanya komponen ini kemampuan tubuh dalam mendetoksifikasi komponen – komponen yang tidak diinginkan dalam tubuh dan bersifat toksik juga akan meningkat apabila mengkonsumsi kombucha. Beberapa komponen aktif yang terbentuk akibat proses fermentasi pada kombucha dapat dilihat pada Tabel 2.

KESIMPULAN

Kombucha adalah minuman fermentasi berbahan dasar teh dan gula menggunakan kultur bakteri dan yeast yang dikenal sebagai SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Proses fermentasi menghasilkan minuman yang sedikit asam dan berkarbonasi, dengan kandungan alkohol rendah. Minat konsumen terhadap minuman kombucha semakin meningkat karena manfaat kesehatannya, termasuk probiotik yang baik untuk pencernaan, antioksidan yang dapat melindungi dari radikal bebas, dan potensi efek antimikroba serta antiinflamasi. Kombucha dapat dibuat dari berbagai jenis teh, yang mempengaruhi kandungan nutrisi dan mutu akhir produk. Proses pembuatannya melibatkan penyeduhan teh, penambahan gula, dan fermentasi dengan SCOBY selama beberapa hari. Selama fermentasi, gula diubah menjadi asam organik dan senyawa lain yang memberikan manfaat kesehatan tambahan. Kombucha memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti polifenol, D-saccharic acid-1,4-lacton (DSL), etanol, asam organik, asam asetat, dan asam glukoronat yang berkontribusi pada sifat fungsionalnya sebagai pangan yang mendukung kesehatan tubuh secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuduaibifu, Aimidan, and Canan ET. 2019. "Evaluation of physicochemical and bioaccessibility properties of goji berry kombucha." *Journal of Food Processing and Preservation* 43 (9): e14077. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.14077>.
- Antolak, H., Piechota, D., & Kucharska, A. 2021. Kombucha tea doublepower of bioactive compounds from tea and Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY). *Antioxidants* 10(1541):1-20.
- Chakravorty, Somnath, Semantee Bhattacharya, Antonis Chatzinotas, Writachit Chakraborty, Debanjana Bhattacharya, and Ratan Gachhui. 2016. "Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics." *International Journal of Food Microbiology* 220:63-72. doi: 10.1016/j.jfoodmicro.2015.12.015.
- Chang, M.Y., Lin, Y.Y., Chang, Y.C., Huang, W.Y., Lin, W.S., Chen, C., Huang, S.L., & Lin, Y.S. 2020. Effects of infusion and storage on antioxidant activity and total phenolic content of black tea. *Appl. Sci.* 10: 2685.



- Coelho, R. M. D., de Almeida, A. L., do Amaral, R. Q. G., da Mota, R. N., & de Sousa, P. H. M. (2020). Kombucha. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100272, 1-12.
- Daiyanti, V.M., Aini, N., Nurhaliza, B.I., Purwanto, D.K., & Ramdani, A. Pemanfaatan limbah kulit rambutan menjadi produk teh di desa Karang Bayan kecamatan Lingsar kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* 6(1):25-30. 10.29303/jpmi.v6i1.2997.
- 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 Microbiol.* 17, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.01.008>.
- Değirmencioglu, N., Yıldız, E., Sahan, Y., Güldas, M., & Gürbüz, O. (2021). Impact of tea leaves types on antioxidant properties and bioaccessibility of kombucha. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2304-2312.
- El-Salam, S.S.A., 2012. 16S rRNA gene sequence detection of acetic acid bacteria isolated from tea kombucha. *New York Sci. J* 5, 55-61.
- Fathurrohman, M.F., Rezaldi, F., Safitri, E., Setyaji, D.Y., Fadillah, F.R., Fadillah, M.F., Hidayanto, F., & Kolo, Y. 2022. Analisis potensi fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan konsentrasi gula stevia sebagai inhibitor pertumbuhan bakteri patogen. *Jurnal Jeumpa* 9(2):729-738.
- Firdaus, S., Indah, A.C., Isnaini, L., & Aminah, S. 2020. "Review" teh kombucha sebagai minuman fungsional dengan berbagai bahan dasar teh. *Prosiding Seminar Nasional Unimus* 3: 1-16.
- Freitas, A., Sousa, P., & Wurlitzer, N. 2022. Alternative raw materials in kombucha production. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 30:1-11.
- Gaggia, F., Baffoni, L., Galiano, M., Nielsen, D.S., Jakobsen, R.R., Castro-Mejia, J.L., Bosi, S., Truzzi, F., Musumeci, F., Dinelli, G., & Gioia, D.D. 2019. Kombucha beverage from green, black, and rooibos teas: a comparative study looking at microbiology, chemistry and antioxidant activity. *Nutrients* 11(1):1-22.
- Jayabalan, R., Malini, K., Sathishkumar, M., Swaminathan, K., & Yun, S.E. 2010. Biochemical characteristics of tea fungus produced during kombucha fermentation. *Food Science and Biotechnology* 19(3):843-847.
- Jayabalan, R., Malbasa, R., Loncar, E., Vitas, J., Sathishkumar, M., 2014. Review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 13 (4), 538–550. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>.
- Jayabalan, R., & Waisundara, V. Y. (2019). *Kombucha as a Functional Beverage. Functional and Medicinal Beverages*, 413–446. doi:10.1016/b978-0-12-816397-9.00012-1
- Kaewkod, T., Bovonsombut, S., & Tragoolpua, Y. 2019. Efficacy of Kombucha Obtained from Green. Oolong, and Black Teas on Inhibition of Pathogenic Bacteria, Antioxidant, and Toxicity on Colorectal Cancer Cell Line. *Microorganisms* 7(700):1-18. doi:10.3390/microorganisms7120700.
- Kitwetcharoen, H., Phung, L. T., Klanrit, P., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2023). Kombucha healthy drink—recent advances in production, chemical composition and health benefits. *Fermentation*, 9(1), 48.



- Kuzu, K.T., Aykut, G., Tek, S., Yatmaz, E., Germec, M., Yavuz, I., & Turhan, I. 2023. Production and characterization of kombucha beverage from different sources of tea and its kinetic modelling.
- Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126454, 1-18.
- Laureys, D., Britton, S.J., & Clippeleer, J.D. 2020. Kombucha tea fermentation: a review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 78(3), 165-174. <https://doi.org/10.1080/03610470.2020.1734150>.
- Leonarski, E., Guimaraes, A.C., Cesca, K., & Poletto, P. 2022. Production process and characteristics of kombucha fermented from alternative raw materials. *Food Bioscience* 49.
- Marwati, Syahrumsyah, H., & Handria, R. 2013. Pengaruh konsentrasi gula dan starter terhadap mutu teh kombucha. *Jurnal Teknologi Pertanian* 8(2):49-53.
- Motafeghi, F., Mortazavi, P., Shahsavari, R., Shaker, M., Mohammadi-Berenjestanaki, H., & Shokrzadeh, M. (2023). Kombucha mushroom extract: anticancer, antioxidant, and antimicrobial properties. *Applied In Vitro Toxicology*, 9(3), 90-103.
- Muhalidin, B.J., Osman, F.A., Muhamad, R., Chewansapawi, C.W.N.S., Anzian, A., Voon, W.W.Y., & Meorhussin, A.S. 2019. Effects of sugar sources and fermentation time on the properties of tea fungus (kombucha) beverage. *International Food Research Journal* 26(2):481-487.
- Mukadam, T.A., Punjabi, K., Deshpande, S.D., Vaidya, S.P., Chowdhary, A.S., 2016. Isolation and characterization of bacteria and yeast from Kombucha tea. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 5 (6), 32-41.
- Muthmainnah, N., Chadijah, S., & Qaddafi, M. 2018. Penentuan Suhu dan Waktu Optimum Penyeduhan Batang Teh Hijau (*Camelia Sinensis* L.) terhadap kandungan antioksidan, kafein, tanin, dan katekin. *Lantanida Journal* 6(1):1-102.
- Rezaldi, F., Rachmat, O., Fadillah, M.F., Setyaji, D.Y., & Saddam, A. 2022. Bioteknologi kombucha bunga telah (*Clitoria ternatea* L.) sebagai antibakteri *Salmonella thypi* dan *Vibrio parahaemolyticus* berdasarkan konsentrasi gula aren. *Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas* 3(1):13.
- Rezaldi, F.R., Sasmita, H., Somantri, U.W., Kolo, Y., & Meliyawati. 2022. Pengaruh metode bioteknologi fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai antibakteri gram positif-negatif berdasarkan konsentrasi gula tropicanaslim yang berbeda-beda. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian* 4(1):80-91.
- Rihibiha, D.D., Herawati, E., & Rizqiyah, N.S. 2022. Total Bakteri Asam Laktat (BAL) pada kombucha cascara dalam berbagai konsentrasi pemanis stevia. *Jurnal Kesehatan Kartika* 17(3):95-98.
- Rosida, D.F., Sofiyah, D.L., & Putra, A.Y.T. 2021. Aktivitas antioksidan minuman serbuk kombucha dari daun ashitaba (*Angelica keiskei*), kersen (*Muntingia calabura*), dan kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Teknologi Pangan* 15(1):81-97.
- Rukman, M.S., & Haerussana, A.N.E.M. 2023. The effect of different sweeteners on the free radical scavenging activities, alcohol contents, sugar reductions, and hedonic properties of green tea kombucha. *Pharmaceutical Sciences Asia* 50(1):51-58.
- Sa'diyah, L., & Devianti, V.A. 2022. Pengaruh suhu terhadap kadar vitamin C kombucha teh hitam, teh hijau, dan earlgrey selama masa simpan. *Klinikal Sains* 10(2): 175-183.



- Santos, M.J., 2016. Kombucha: caracterizaç~ao da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauraç~ao. Dissertaç~ao (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ci~encias Gastronomicas. ^ Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. <https://run.unl.pt/handle/10362/19346>. Accessed 07 july 2020.
- Sari, P.A., & Irdawati. 2019. Kombucha tea production using different tea raw materials. *Bioscience* 3(2):135-143.
- Sasmito, B.B., Titik, D.S., & Dearta, D. 2020. Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan teh hijau *Sonneratia alba* terhadap aktivitas antioksidannya. *Journal of Fisheries and Marine Research* 4(1):109-115.
- Sharpe, E., Hua, F., Schuckers, S., Andreescu, S., & Bradley, R. 2016. Effects of brewing conditions on the antioxidant capacity of twenty-four commercial green tea varieties. *Food Chem* 192:380-387.
- Shofiyanty, A., Nisa, F.Q., Fitri, K.A., Puspalistya, L.W., & Widyarini, R.M. 2023. Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan mikroba teh kombucha sari nanas (ananas comosus). <https://www.researchgate.net/publication/371730697>
- Teoh, A.L., Heard, G., Cox, J., 2004. Yeast ecology of Kombucha fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 95 (2), 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2003.12.020>.
- Toran-pereg, P., Noval, B.D., Valenzuela, S., Martinez, J., Prado, D., Perise, R., & Arboleya, J.C. 2021. Microbiological and sensory characterization of kombucha SCOBY for culinary applications. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 23:1-8.
- Tran, T., Grandvalet, C., Verdier, F., Martin, A., Alexandre, H., & Tourdot-Maréchal, R. 2020. Microbiological and technological parameters impacting the chemical composition and sensory quality of kombucha. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 19(4): 2050–2070.
- Trovatti, E., Serafim, L.S., Freire, C.S.R., Silvestre, A.J.D., Neto, C.P., 2011. Gluconacetobacter sacchari: an efficient bacterial cellulose cell-factory. *Carbohydr. Polym.* 86, 1417-1420.
- Villaño, D., Gironés-Vilapana, A., García-Viguera, C., & Moreno, D. A. (2022). Development of functional foods. In *Innovation strategies in the food industry* (pp. 193-207). Academic Press.
- Widodo, H., Saing, B., & Fhauziah, E. 2021. Studi ekstraksi teh hitam terhadap kandungan tanin untuk pembuatan minuman teh. *Jurnal Jaring SainTek* 3(1):1-5.
- Villarreal-Soto, S.A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J.-P., Taillandier, P., 2018. Understanding kombucha tea fermentation: a review. *J. Food Sci.* 83 (3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>.
- Yamada, Y., Yukphan, P., Lan Vu, H.T., Muramatsu, Y., Ochaikul, D., Tanasupawat, S., Nakagawa, Y., 2012. Description of *Komagataeibacter* gen. nov., with proposals of new combinations (Acetobacteraceae). *J. Gen. Appl. Microbiol.* 58 (5), 397–404. <https://doi.org/10.2323/jgam.58.397>
- Yanti, N.A., Ambardini, S., Ardiansyah, A., Marlina, W.O.L., & Cahyanti, K.D. aktivitas antibakteri kombucha daun sirih (*Annona muricata* L.) dengan konsentrasi gula berbeda. *Berkala Sainstek* 8(2):35.
- Zeng, L., Ma, M., Li, C., & Luo, L. 2016. Stability of tea polyphenols solution with different pH at different temperatures. *International Journal of Food Properties* 20(1):1-18.