
ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF KOMBUCHA TEA FROM SOME TYPES OF VARIATIONS OF TEA ON *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*

Witri Nofita Safitri, Irdawati

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science Universitas Negeri Padang

Email: irdawati.amor40@gmail.com

Abstract. Tea can be used as a fermented drink called kombucha tea. Based on the oxidation process tea is classified into white tea, green tea, oolong tea and black tea. The compounds produced from the fermentation of kombucha tea have a fairly good antibacterial effect. This study aims to determine the antibacterial activity of kombucha tea fermentation from several variations of tea types against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. This research is an experimental study with a *completely randomized design* (CRD) with 5 treatments and 3 replications conducted in May-June 2019 at the Microbiology Laboratory and the Integrated Research Laboratory of the Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang. Kombucha tea used in this study was white tea, green tea, oolong tea and black tea. Antibacterial activity test was carried out by paper disc diffusion method against microbial test of *S. aureus* and *E. coli* bacteria. Research results showed that the highest antibacterial activity of kombucha tea fermentation in *E. coli* was found in black tea with a value of 1.64 cm and the lowest in tea white with a value of 1.04 cm. In *S. aureus* the highest value was obtained in black tea with a value of 2.48 cm and the lowest in white tea with a value of 1.39 cm.

Keyword: Tea, kombucha, antibacterial, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2020 by author.

1. PENDAHULUAN

Kontaminasi mikroba pada saat ini merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam kehidupan manusia yang berkaitan dengan penyakit infeksi. Menurut Brook *et al.* (2001), dari beberapa jenis mikroba kontaminan diketahui bahwa bakteri merupakan salah satu jenis mikroba yang dapat menyebabkan penyakit infeksi bagi manusia dalam kondisi tertentu. Karena salah satu sifatnya sebagai penyebab penyakit infeksi maka beberapa jenis bakteri digolongkan dalam jenis bakteri patogen.

Bakteri yang seringkali menjadi penyebab infeksi adalah *Escherichia coli*. *Escherichia coli* dapat menyebabkan penyakit infeksi seperti infeksi saluran kencing, sepsis, gastroenteritis, meningitis, peritonitis, infeksi luka dan kolesistisi (Sousa, 2006).

Penggunaan antibiotika merupakan salah satu cara yang dilakukan oleh manusia untuk mengobati penyakit akibat infeksi bakteri. Namun perlu diketahui bahwa penggunaan antibiotika yang berlebihan dan pemberian dalam waktu yang lama dapat menyebabkan terjadinya resistensi pada bakteri (Haetamin, 2008).

Penggunaan antibiotik merupakan salah satu masalah yang berkembang di seluruh dunia. *World Health Organization* (WHO) dan beberapa organisasi telah mengeluarkan pernyataan mengenai pentingnya mengkaji faktor-faktor yang terkait dengan masalah tersebut, termasuk strategi untuk mengendalikan kejadian resistensi (Bronzwaer *et al.* 2002). Pengobatan herbal menjadi pilihan dalam mengatasi kejadian resistensi tersebut. Teh merupakan salah satu minuman mempunyai banyak manfaat. Teh memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Stapylococci*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Salmonella* sp. (Jambang, 2004).

Teh memiliki kemampuan merusak sel dari sebagian mikroorganisme dan menunjukkan sifat-sifat antibakterial, melalui katekin dan theaflavin (Jambang, 2004). Senyawa yang penting dari teh hijau adalah polifenol. Polifenol yang banyak ditemukan adalah flavanol, yaitu katekin. Katekin dalam teh hijau terdiri atas *epigallocatechin-3 gallate* (EGCG), *epigallatocatechin* (EGC), *epicatechin-3-gallate* (ECG), dan *epicatechin* (EC). Ekstrak etanol teh hijau dengan konsentrasi 90% dan 100% menunjukkan peningkatan diameter zona hambat yaitu 19,40 mm (Zenuisa, 2017).

Berdasarkan proses pengolahannya, teh dibagi menjadi 4 jenis, yaitu teh putih, teh hijau, teh oolong dan teh hitam. Teh putih merupakan jenis teh yang tidak mengalami proses oksidasi. Teh dapat dijadikan sebagai minuman fermentasi yang disebut dengan teh kombucha. Kombucha adalah hasil fermentasi dari teh dan gula oleh starter kultur kombucha, starter ini disebut SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Simbiosis kultur kombucha adalah *Acetobacter xylinum* dan beberapa jenis khamir yaitu *Brettanomyces*, *Zygosaccharomyces* dan *Saccharomyces* (Jayabalan, 2007).

Teh kombucha pada umumnya menggunakan teh hitam sebagai substratnya. Ardheniati (2008), menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi fermentasi teh kombucha adalah jenis teh, pH dan pertumbuhan sel mikroba. Jenis teh berdasarkan tingkat oksidasi akan mempengaruhi pertumbuhan mikroba sehingga akan mempengaruhi kandungan antimikrobanya. Teh kombucha yang menggunakan jenis teh hitam menunjukkan kemampuan untuk menghambat pertumbuhan patogen seperti *Helicobacter pylori*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Sreeramulu, 2000).

Senyawa yang dihasilkan dari fermentasi kombucha memiliki efek antibakteri yang cukup baik. Senyawa tersebut di antaranya adalah asam organik (asam asetat), tannin, saponin, dan flavonoid (Simanjuntak, 2016). Berdasarkan penelitian, teh kombucha yang

mengandung 33 g/L total asam (7 g/L asam asetat) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli* (Greenwalt *et al.* 1998). Battikh *et al.* (2011), menyatakan bahwa aktivitas antibakteri fermentasi kombucha yang di uji pada bakteri gram-positif dan gram-negatif diameter zona hambat teh hijau adalah antara 12 hingga 22 mm dan teh hitam adalah 10,5 hingga 19 mm.

Teh kombucha dapat menghambat pertumbuhan patogen *Entamoeba cloacae*, *Psuedomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hidrofila*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shigella sonnei*, *Staphylococcus epidermidis*, *Leuconostoc monocytogenes*, *Yersinia enterocolita*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori* dan *Candida albicans* (Sreeramulu, 2000). Penelitian mengenai aktivitas antibakteri teh kombucha selama ini cenderung menggunakan teh hitam dan teh hijau. Pada penelitian ini peneliti menggunakan jenis teh berdasarkan tingkat oksidasinya yaitu teh putih, teh hijau, teh oolong dan teh hitam. Jenis teh berdasarkan tingkat oksidasi akan mempengaruhi pertumbuhan mikroba sehingga akan mempengaruhi kandungan antimikrobanya.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, termometer, gelas ukur, *erlenmeyer* 500 ml, spatula, corong, toples kaca, karet gelang, sarung tangan, kompor listrik, *magnetic stirrer*, labu ukur 100, tabung reaksi, *beaker glass*, pipet ukur 10 ml, pipet ukur 1 ml, pipet tetes, penangas air, tabung eppendorf, mikropipet, *sentrifuge*, cawan petri, batang drugal, ose, busen, inkubator, masker, plastik sterilisasi, *autoclave*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah starter kombucha, teh hitam, teh oolong, teh hijau, teh putih, gula, air, kertas saring, kain kasa, alkohol 70%, *plastic wrap*, *cotton bud*, aquades, aluminium foil, kapas, *E.coli*, *S.aureus*, *Nutrient Agar*, dan *Mueller Hinton Agar*.

2.2 Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL). Mikroba uji yang digunakan adalah *E.coli* dan *S.aureus*. Masing-masing mikroba uji diberikan perlakuan berupa fermentasi teh kombucha dari beberapa variasi jenis teh dengan 3 kali ulangan. Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini adalah :

1. Teh Putih
2. Teh Hijau

3. Teh Oolong
4. Teh Hitam
5. Kontrol Positif (Ampisilin)

2.2.1 Sterilisasi

Alat-alat yang terbuat dari kaca seperti erlenmeyer, *beaker glass*, cawan petri, dan tabung reaksi di cuci serta di keringkan lalu. *Beaker glass* dan cawan petri dibungkus menggunakan koran sedangkan mulut wadah *erlenmeyer* dan tabung reaksi di tutup menggunakan kapas. Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit. Sedangkan untuk jarum ose serta pinset disterilkan dengan dicelupkan ke dalam alkohol 70 % dan melayangkan diatas api bunsen.

2.2.2 Persiapan kertas cakram steril

Kertas cakram steril dibuat dari 5 lapis kertas saring yang dilubangi dengan pelubang kertas. Kemudian kertas saring yang telah berbentuk bulat-bulat kecil letakkan di dalam cawan petri steril, lalu cawan petri tersebut di *wrapping* dengan menggunakan *plastic wrap*, kemudiannya cawan petri tersebut dimasukkan dalam plastik kaca lalu plastik diikat. Selanjutnya dilakukan sterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

2.2.3 Penyiapan bakteri uji

Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang diperoleh dari Laboratorium Penelitian Biologi FMIPA UNP terlebih dahulu dilakukan peremajaan. Peremajaan bakteri dilakukan dengan cara menginokulasikan 1 ose biakan murni bakteri uji ke dalam medium NA miring, kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C selama 24-48 jam.

2.2.4 Penyiapan McFarland Skala 0,5

Pembuatan larutan standar *McFarland* dengan cara mencampurkan 9,5 ml larutan H₂SO₄ 1% dengan 0,5 ml larutan BaCl₂ 1% sehingga volume menjadi 10 ml, lalu dikocok sampai homogen. Larutan harus dikocok setiap akan digunakan, untuk membandingkan suspensi bakteri. Larutan *McFarland* 0,5 digunakan sebagai pembanding kekeruhan biakan dalam medium cair.

2.2.5 Pembuatan NaCl 0,9%

Larutan NaCl 0,9% dibuat dengan cara melarutkan kristal NaCl sebanyak 0,9 g dengan *aquades* hingga volume 100 mL. Selanjutnya larutan disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121°C dan tekanan 15 psi selama 15 menit.

2.2.6 Pembuatan Medium

Medium yang dibuat pada penelitian ini adalah medium *Nutrien Agar* (NA) dan medium *Mueller Hinton Agar* (MHA). Medium NA di buat dengan cara menimbang NA sebanyak 28.5 gram, dimasukkan ke dalam erlemeyer, ditambahkan aquades sampai volume 1000 ml, panaskan di atas *magnetic stirer* sampai mendidih, angkat dan tutup rapat dengan kapas dan aluminium foil. Sterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 15 menit. Medium MHA di buat dengan cara menimbang MHA sebanyak 19 gram dimasukkan ke dalam erlemeyer, ditambahkan aquades sampai volume 500 ml, panaskan di atas *magnetic stirer* sampai mendidih, angkat dan tutup rapat dengan kapas dan aluminium foil. Sterilkan dalam *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 15 menit.

2.3 Pelaksanaan Penelitian

2.3.1 Fermentasi Teh Kombucha

Masukkan air sebanyak 500 ml untuk masing-masing perlakuan kedalam *beaker glass* lalu panaskan diatas *hot plate*. Kemudian, siapkan masing-masing jenis teh sebanyak 8 gram. Setelah air mendidih, masukkan teh dan tambahkan 50 g gula pasir ke dalam masing-masing toples yang sudah berisi teh. Lalu homogenkan. Setelah homogen, teh tersebut disaring untuk memisahkan larutan teh dengan ampasnya. Setelah suhu teh sama dengan suhu ruangan, kedalam masing-masing toples tambahkan *starter kombucha* sebanyak 50 ml. Setelah itu, ditutup menggunakan kain kasa dan diletakkan pada tempat yang bersih. Lakukan fermentasi selama 14 hari, dan hindarkan dari goncangan dan sinar matahari.

2.3.2 Pembuatan Suspensi Mikroba Uji

Pembuatan suspensi mikroba uji dilakukan dengan mengencerkan 1 ose mikroba uji yang sudah diremajakan ke dalam 1 mL NaCl 0,9%. Kemudian di homogenkan dengan menggunakan *vortex* dan kekeruhannya disetarakan dengan standar *Mcfarland 0*, skala 5.

2.3.3 Pembuatan Supernatan Teh Kombucha

Larutan teh kombucha dimasukkan kedalam tabung apendorf 1,5 ml sebanyak 1 ml, kemudian disentrifus dengan kecepatan 40.000 rpm selama 15 menit hingga terpisah supernatan dan pellet. Supernatan dipindahkan ke dalam tabung ependorf baru. kemudian diteteskan pada kertas cakram steril sebanyak 100 µl.

2.3.4 Uji Aktivitas Antibakteri Fermentasi Teh Kombucha

Uji Aktivitas antibakteri kombucha dari beberapa variasi jenis teh terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan metode difusi cakram. Medium yang digunakan adalah *Mueller Hinton Agar* (MHA) untuk *Escherichia coli* dan

Nutrien Agar (NA) untuk *Staphylococcus aureus*. Medium dituangkan sebanyak 15 ml ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan memadat. Kemudian tambahkan 0,1 ml suspensi bakteri yang telah di setarakan dengan *McFarland's* skala 0,5 dan ratakan dengan menggunakan batang drugal. Selanjutnya letakkan kertas cakram yang telah ditetaskan dengan supernatan kombucha di atas medium agar. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Zona hambat yang terbentuk dari masing-masing kertas cakram diukur menggunakan jangka sorong dengan satuan mm sebagai data penelitian.

Diameter zona hambat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Diameter zona hambat (d)} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

d = Diameter zona hambat

d₁ = Diameter zona bening 1

d₂ = Diameter zona bening 2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Berdasarkan hasil penelitian rata-rata diameter zona hambat fermentasi teh kombucha dari beberapa variasijenis teh terhadap bakteri *E.coli* dapat dilihat pada tabel 1. Rata-rata diameter zona hambat fermentasi teh kombucha terhadap *E.coli* tertinggi adalah kontrol positif dengan nilai 2,85 cm yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, diikuti oleh teh hitam dengan nilai 1,65 cm. Rata-rata diameter zona hambat terendah terdapat pada perlakuan teh putih yaitu 1,04 cm.

Tabel 1. Rata-rata zona hambat aktivitas antibakteri fermentasi teh kombucha dari beberapa variasijenis teh terhadap *Escherichia coli*

No	Perlakuan	Rata-rata
1	Teh Putih	1,04 a
2	Teh Oolong	1,47 ab
3	Teh Hijau	1,49 ab
4	Teh Hitam	1,64 b
5	Kontrol Positif	2,85 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Rata-rata diameter zona hambat fermentasi teh kombucha dari beberapa variasijenis teh terhadap bakteri *S.aureus* dapat dilihat pada tabel 2. Aktivitas antibakteri teh kombucha terhadap *S.aureus* tertinggi didapatkan pada kontrol positif dengan nilai 3,74 cm. Jenis teh

yang mempunyai rata-rata diameter zona hambat tertinggi adalah teh hitam dengan nilai 2,48 cm. Rata-rata diameter zona hambat terendah terdapat pada perlakuan teh putih yaitu 1,39cm.

Tabel 2. Rata-rata zona hambat aktivitas antibakteri fermentasi teh kombucha dari beberapa variasijenis teh terhadap *Staphylococcus aureus*

No	Perlakuan	Rata-rata
1	Teh Putih	1,39 a
2	Teh Oolong	2,16 ab
3	Teh Hijau	2,34 b
4	Teh Hitam	2,48 b
5	Kontrol Positif	3,74 c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DMRT taraf 5%.

3.2 Pembahasan

Uji aktivitas antibakteri fermentasi teh kombucha dari beberapa variasi jenis teh terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* telah berhasil dilakukan. Dari fermentasi teh kombucha diperoleh hasil berupa cairan teh kultur kombucha yang berwarna putih dan mempunyai tekstur yang kenyal. Menurut Simajuntak (2016), Senyawa yang dihasilkan dari fermentasi kombucha memiliki efek antibakteri yang cukup baik. Senyawa tersebut di antaranya adalah asam organik (asam asetat), tannin, saponin, dan flavonoid. Asam organik dapat mengganggu keseimbangan pH sehingga merusak sintesis protein bakteri. Tannin dapat menginaktivasi enzim dan materi genetik. Saponin menghambat permeabilitas membran bakteri dan flavonoid dapat merusak membran mikroba.

Potensi antibakteri dapat diketahui dengan adanya zona hambat yang terbentuk selama uji antibakteri. Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil rata-rata diameter zona hambat fermentasi teh kombucha terhadap bakteri *E.coli* dan *S.aureus* pada masing-masing perlakuan. Zona hambat bakteri *E.coli* dapat dilihat pada tabel 1 dan zona hambat *S.aureus* dapat dilihat pada tabel 2 dan lampiran 2.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa perlakuan menggunakan teh hitam sebagai substrat dalam pembuatan teh kombucha memiliki diameter zona hambat paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada *E.coli* dan *S.aureus*. Diameter zona hambat paling rendah adalah perlakuan teh putih. Martina *et. al.* (2013) menyatakan bahwa teh mengandung senyawa catekin kandungan utamanya adalah *Epigallocatechin gallate* (EGCG) yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. *Epigallocatechin gallate*

(EGCG) dapat berkaitan dengan lapisan membran bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan pada membran bakteri.

Menurut Battikh *et al.* (2011), aktivitas antibakteri fermentasi kombucha yang di uji pada bakteri gram-positif dan gram-negatif diameter zona hambat teh hijau adalah antara 12 hingga 22 mm dan teh hitam adalah 10,5 hingga 19 mm. Menurut Davis dan Stout (1971), kriteria kekuatan daya antibakteri sebagai berikut: diameter zona hambat 5 mm atau kurang dikategorikan lemah, zona hambat 5-10 mm dikategorikan sedang, zona hambat 10-20 mm dikategorikan kuat dan zona hambat 20 mm atau lebih dikategorikan sangat kuat. Berdasarkan kriteria tersebut maka daya hambat kombucha perlakuan teh putih, teh hijau, teh oolong dan teh hitam terhadap *E.coli* termasuk kategori kuat. Sedangkan kontrol yang menggunakan ampisilin termasuk dalam kategori sangat kuat.

Pada bakteri *S.aureus* pemberian perlakuan teh putih memiliki kriteria kekuatan daya antibakteri yang kuat. Pada perlakuan teh hijau, teh oolong, teh hitam dan kontrol yang menggunakan ampisilin termasuk ke dalam kategori sangat kuat. Aktivitas antibakteri kombucha sebagian besar disebabkan adanya asam organik terutama asam asetat, protein besar, dan katekin. Asam asetat dan katekin diketahui menghambat sejumlah bakteri gram positif dan gram negatif (Sreeramulu *et al.* 2000).

Rinihapsari *et al.* (2008), menerangkan bahwa daya antibakteri pada kombucha disebabkan adanya kandungan asam asetat yang diproduksi selama fermentasi. Teh Kombucha yang difermentasi selama seminggu atau lebih akan memproduksi sejumlah asam organik (Ahmed, 2003). Cara kerja asam organik dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme adalah dengan menurunkan nilai pH lingkungannya, yang selanjutnya berpengaruh pada peningkatan daya cerna bahan, keseimbangan mikroflora, dan peningkatan metabolisme (Rofiq, 2003).

Pada penelitian yang telah dilakukan pada fermentasi teh kombucha dari beberapa variasi jenis teh terhadap *E.coli* dan *S.aureus* dapat diketahui bahwa pada *S.aureus* (gram positif) zona hambat yang terbentuk lebih besar dibandingkan dengan zona hambat pada *E.coli* (gram negatif). Hal ini disebabkan karena bakteri Gram negatif memiliki struktur dinding sel yang lebih kompleks dari bakteri Gram positif. Perbedaan utama adalah adanya lapisan membran luar yang meliputi peptidoglikan, membran ini menyebabkan dinding sel bakteri Gram negatif terdapat lapisan lipopolisakarida yang bersifat sebagai penghalang masuknya beberapa zat termasuk antibiotik. Dinding sel bakteri Gram positif tidak memiliki lipopolisakarida sehingga mengakibatkan sel lebih mudah mengalami lisis (Volk 1992).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa aktivitas antibakteri fermentasi teh kombucha pada *E.coli* tertinggi didapatkan pada teh hitam dengan nilai 1,64 cm dan yang terendah pada teh putih dengan nilai 1,04 cm. Pada *S.aureus* didapatkan rata-rata diameter zona hambat tertinggi pada teh hitam dengan nilai 2.48 cm dan yang terendah pada teh putih dengan nilai 1.39 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed SE. 2003. Biochemical and microbial changes during fermentation of tea fungus (kombucha). *Thesis*. Sudan: University of Khartoum.
- Ardheniati, M. 2008. Kinetika Fermentasi Pada Teh Kombucha dengan Variasi Jenis Teh Berdasarkan Pengolahannya. *Skripsi*. FP. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., & Ammar, E. 2011. Antibacterial And Antifungsional Activities of Black and Green Kombucha Teas. *Journal of Food Biochemistry*. 37 : 231-236.
- Bronzwaer, SL., Cars, O., Buchhols, U., Molstad, S., Goettsch, W. 2002. A European Study on The Relationship between Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance. *Emerging Infectious Disease*, 8 : 278-282.
- Brooks, G.F., Janet, S.B., Stephen A.M., Jawetz, Melnick & Adelbergs. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Alih Bahasa oleh Mudihardi, E., Kuntaman, Wasito, E.B., Mertaniasih, N.M., Harsono, S., dan Alimsardjono, L. Jakarta : Penerbit Salemba Medika.
- Davis, W.W. & T.R Stout. 1971. Disc plate methods of microbiological antibiotic assay. *J. Microbiology*. (4):659-665.
- Greenwalt, C. J., R. A. Ledford & K. H. Steinkraus. 1998. *Detoxification and Characterization of The Antimicrobial Activity of The Fermented Tea Kombucha*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Haetamin, K., Abun, dan Y. Mulyani. 2008. *Study Pembuatan Probiotik (Bacillus liecheniformis, Aspergillus niger, dan Saccharomyces cereviseae) sebagai feed Supplement serta Implikasinya terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Merah*. Laporan Penelitian. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjadjaran.
- Jambang, N. 2004. Studi Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Pada Beberapa Merk Teh Hitam yang Beredar Di Pasaran Kota Malang. *Skripsi*. Malang : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S. & Swaminathan, K. 2007. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102: 392-398.
- Martina, L., Ebenezar, A., & Ghani, M. 2013. An in vitro comparative antibacterial study of different concentrations of green tea extracts and 2% chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *Saudi Endodontic Journal*. 3(3): 120-23.
- Rinihapsari, E. & Catur A. R. 2008. Fermentasi Kombucha dan Potensinya sebagai Minuman Kesehatan. *Media Farmasi Indonesia*. Vol. 3. No. 2. Hal: 241-246.

- Rofiq, M.N. 2003. Potensi suspensi teh fermentasi kombucha (STK) pengaruh kombucha dalam mengontrol infeksi *Salmonella* sp dan pengaruhnya terhadap performans ayam broiler. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sousa de, C. P. 2006. *Escherichia coli* as a Specialized Bacterial Pathogen. *Revista Biologis E. Ciencias Terra*, 6 (2): 341-352.
- Simanjuntak, R.M.J. dan H, Mutiara. 2016. Pengaruh Pemberian Teh Kombucha Terhadap Pertumbuhan *Salmonella Typhi*. *Majority*, 5 (5): 48-54.
- Sreeramulu, G.Y. dan Knol, W. 2000. Kombucha Fermentation and It's Antimikrobal Activity. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 886, 65-73.
- Volk WA. 1992. *Basic Microbiology*. New York: Harper Collins Publisher.
- Zeniusa, P. dan M. R. Ramadhian. 2017. Efektifitas Ekstrak Etanol Teh Hijau dalam Menghambat Pertumbuhan *Escherichia coli*. *Majority*, 7(1): 26-30.