

Efek Antibakteri Kopi Robusta yang Difermentasi dengan *Kombucha* Terhadap *Salmonella typhi*

Romanna Julia Duma Simanjuntak¹, Evi Kurniawaty²

¹Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Biokimia dan Biologi Molekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Demam tifoid menjadi masalah yang kompleks dengan meningkatnya kasus *carrier* atau *relaps* dan resistensi terhadap lebih dari satu obat. Penggunaan antibiotik lini pertama selama puluhan tahun menyebabkan terjadinya *multidrug resistant Salmonella typhi* (MDRST). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kopi *kombucha* sebagai alternatif antibakteri pada *Salmonella typhi*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan rancangan *Post Test Only Control Group Design* yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi FK Universitas Lampung. Sampel penelitian adalah isolat *Salmonella typhi* yang dibagi ke dalam 5 kelompok, yaitu kontrol positif (K+), kontrol negatif (K-), perlakuan dengan kopi *kombucha* fermentasi 6 hari (P1), 12 hari (P2), dan 18 hari (P3). Variabel bebas adalah variasi waktu fermentasi kopi *kombucha* 6, 12, dan 18 hari, sedangkan variabel terikat adalah diameter zona hambat. Data dikumpulkan dengan mengukur zona hambat yang terbentuk dari masing-masing perlakuan dengan jangka sorong. Data yang didapat diolah menggunakan program analisis data dengan uji *One Way Anova*, dilanjutkan uji *post hoc* untuk melihat kelompok yang memiliki perbedaan bermakna. Hasil rerata diameter zona hambat yaitu K(+): 42,89 mm, K(-): 0 mm, P1: 30,9 mm, P2: 28,46 mm, dan P3: 35,08 mm. Hasil analisis data yaitu terjadi penurunan efek antibakteri pada waktu fermentasi 12 hari. Kopi *kombucha* dengan fermentasi 6, 12, dan 18 hari memiliki efek antibakteri terhadap *Salmonella typhi* yang mana kopi *kombucha* 18 hari memiliki diameter zona hambat tertinggi.

Kata kunci: antibakteri, kopi *kombucha*, kultur *kombucha*, *Salmonella typhi*.

Antibacterial Effect of Robusta Fermented by *Kombucha* Against *Salmonella typhi*

Abstract

Typhoid fever becomes a complex problem by the enhancement of cases of carrier, relapse, and resistance to multiple drugs. The use of first line antibiotics for decades causing multi drug resistant *Salmonella typhi* (MDRST). This study aims to determine the effectiveness of *kombucha* coffee as an alternative antibacterial on *Salmonella typhi*. This is an experimental research using *Post Test Only Control Group Design* conducted at the Laboratory of Microbiology Faculty of Medicine, University of Lampung. Samples are the isolate of *Salmonella typhi* which is divided into 5 groups: positive control (K (+)), negative control (K (-)), treatment by fermented *kombucha* coffee for 6 days (P1), 12 days (P2), and 18 days (P3). The independent variable is the time variation of fermented *kombucha* coffee 6, 12, and 18 days, while the dependent variable is the diameter of inhibition zone. The data are collected by measuring the inhibition zone formed from each treatment using calipers. The collected data are processed using a data analysis program with *One Way Anova* test, followed by *post hoc* test to see which group has significant difference. The mean of diameter of inhibition zone is K (+): 42,89 mm, K (-): 0 mm, P1: 30,9 mm, P2: 28,46 mm, and P3: 35,08 mm. The result of analysis is that P3 has antibacterial activity that is similar to K(+). *Kombucha* coffee fermented for 6, 12, and 18 days have an antibacterial effect against *Salmonella typhi* which is *Kombucha* coffee 18 days has the highest diameter of inhibition zone.

Keywords: antibakteri, *kombucha* coffee, *kombucha* culture, *Salmonella typhi*.

Korespondensi: Romana Juli Duma Simanjuntak, Jl. Abdul Muis X, Griya Kost 45, Gedong Meneng, Bandar Lampung, HP 0821864532227, e-mail: simanjuntak.julia@gmail.com.

Pendahuluan

Demam tifoid merupakan penyakit yang penularannya diperantarai oleh air (*water borne diseases*) dan makanan (*food borne diseases*) yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Salmonella typhi*.¹ Indonesia merupakan salah satu wilayah endemis demam tifoid dengan mayoritas angka kejadian terjadi pada kelompok umur 3-19 tahun (91% kasus).^{2,3}

Dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, dunia kesehatan mengalami beberapa kendala dalam melaksanakan terapi kuratif demam tifoid, salah satunya adalah *Multi Drug Resistant Salmonella typhi* (MDRST) akibat pemakaian antibiotik lini pertama untuk demam tifoid (kloramfenikol, ampicilin, dan kotrimoksazol) selama puluhan tahun.⁴

Salah satu upaya kesehatan yang sedang berkembang yaitu pemanfaatan bahan alami sebagai obat-obatan seperti kultur *kombucha*. Masyarakat memiliki kepercayaan bahwa mengkonsumsi teh *kombucha* dapat meningkatkan kesehatan tubuh melalui fungsinya untuk detoksifikasi.²

Kultur *kombucha* adalah sejenis kultur simbiotik antara bakteri asam asetat dan spesies ragi osmofilik.⁵ Kombinasi bakteri dan ragi ini disebut *Symbiotic Culture of Bacteri and Yeast* (SCOBY) yang terdiri dari beberapa bakteri dan ragi.⁶ *Symbiotic Culture of Bacteri and Yeast* yang dikultur dalam media teh manis akan melakukan fermentasi sehingga dihasilkan berbagai kandungan yang memiliki efek kesehatan bagi tubuh⁷ di antaranya antibakteri, antifungus, antioksidan, dan peningkat antibodi. Efek antibakteri telah diuji dan dinyatakan efektif pada bakteri seperti *Enterobacter coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella sp.*⁸⁻¹¹

Berdasarkan penelitian terdahulu, media yang paling sering digunakan adalah teh manis karena kandungan glukosa dalam teh manis sangat baik bagi pertumbuhan kultur *kombucha*.⁷ *Kombucha* akan merubah gula menjadi alkohol serta memproduksi zat-zat penting seperti asam glukoronat, asam asetat, asam laktat, vitamin, asam amino, dan zat-zat antibiotik.⁵ Media cair yang telah mengandung zat-zat penting inilah yang akan dikonsumsi.

Teh manis dipilih sebagai media kultur *kombucha* karena mengandung senyawa tannin, saponin, flavonoid, dan beberapa senyawa lain yang memiliki sifat antibakteri.^{12,13} Namun belum diketahui pasti korelasi antara senyawa tersebut dengan fermentasi teh oleh kultur *kombucha* dalam khasiatnya sebagai antibakteri. Sehingga banyak peneliti yang menguji pembuatan ekstrak *kombucha* dengan media lain seperti teh hijau, kopi, susu, minuman berbahan dasar daun, jus buah, bahkan minuman bersoda untuk mengetahui apakah kultur *kombucha* di media lain dapat menghasilkan efek serupa.^{9,11}

Pada penelitian terdahulu telah dibuktikan bahwa *kombucha* dapat dibiakkan pada media kopi arabika dan telah dibuktikan adanya efek antifungal khususnya pada *Candida albicans* dan *Tricophyton*.¹¹ Kopi memiliki kandungan senyawa kimia yang hampir sama dengan teh di antaranya kafein dan tannin.¹¹ Penelitian mengenai hubungan

lama fermentasi dengan efek antibakteri *kombucha* juga pernah dilakukan dengan media teh manis pada *Escherichia coli*.¹⁴ Lama fermentasi yang berbeda akan mempengaruhi kadar senyawa hasil fermentasi. Peneliti mengasumsikan bahwa hal tersebut akan memengaruhi efek antibakteri kopi *kombucha*. Pada penelitian ini digunakan media kopi robusta karena banyak terdapat di Lampung dan lebih tahan terhadap penyakit karat daun yang disebabkan oleh patogen *Hemileia vastatrix* yang sering menjangkit tanaman kopi arabika.⁶ Baik *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi* merupakan bakteri gram negatif, namun memiliki struktur dan respons terhadap stress oksidatif yang berbeda.¹⁵

Metode

Jenis penelitian ini adalah observasional menggunakan rancangan *post test* dengan kelompok kontrol (*Post Test Only Control Group Design*).¹⁶ Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung pada Oktober–Desember 2016.

Bahan penelitian yang dibutuhkan yaitu isolat bakteri *Salmonella typhi* yang diperoleh dari Laboratorium Kesehatan Daerah Lampung, kultur *kombucha*/SCOBY bermerk Indokombucha, kopi robusta Lampung, gula, air, dan media agar (*Salmonella Shigella Agar* dan *Muller Hinton Agar*). Variabel yang akan diteliti terbagi menjadi 2 yaitu, variabel bebas berupa larutan kopi *kombucha* dengan variasi waktu fermentasi 6, 12, dan 18 hari serta variabel terikat yaitu diameter zona hambat kopi *kombucha* fermentasi 6, 12, dan 18 hari terhadap pertumbuhan *Salmonella typhi*.

Kontrol positif pada penelitian ini adalah seftriakson dan kontrol negatifnya adalah larutan kopi tanpa fermentasi kultur *kombucha*.

Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahapan yaitu pengambilan dan preparasi bahan baku, sterilisasi alat, pembuatan kopi *kombucha*, identifikasi bakteri uji, pembuatan media agar, dan uji daya hambat kopi *kombucha* terhadap *Salmonella typhi*. Uji daya antibakteri yang digunakan adalah metode difusi sumuran (*well diffusion method*). Metode sumuran dipilih karena penanaman bakteri yang langsung dicampurkan ke dalam larutan sehingga menyebabkan pertumbuhan bakteri yang lebih

merata dibandingkan dengan metode lain. Selain itu substrat uji akan langsung diinjeksikan ke dalam lubang sumuran sehingga diharapkan kerja dari substrat uji lebih efektif dan hasil yang diperoleh lebih maksimal.

Perlakuan diawali dengan membuat media uji, yaitu *Muller Hinton Agar* (MHA). Pada setiap petridish dituangkan media MHA hangat sebanyak 20 ml kemudian suspensi bakteri *Salmonella typhi* sebanyak 2 ml sesuai standar kekeruhan 0,5 Mc Farland diinokulasikan pada media tersebut dan diaduk sampai merata. Setelah itu media dibiarkan memadat. Pada setiap media MHA yang telah diinokulasi *Salmonella typhi*, dibuat 5 lubang sumuran di daerah K(-), K(+), P1, P2, P3, dengan diameter 6 mm dan kedalaman 4 mm menggunakan sedotan kaku steril. Kemudian pada masing-masing lubang sumuran dimasukkan 50 µL kopi kombucha dengan durasi fermentasi berbeda, kontrol positif, dan kontrol negatif. Setelah itu dilakukan pengukuran zona hambat yang terbentuk. Analisis data dilakukan secara analisis komparatif yang diolah dengan alat bantu perangkat komputer software SPSS (*Statistic Program for Social Science*).

Hasil

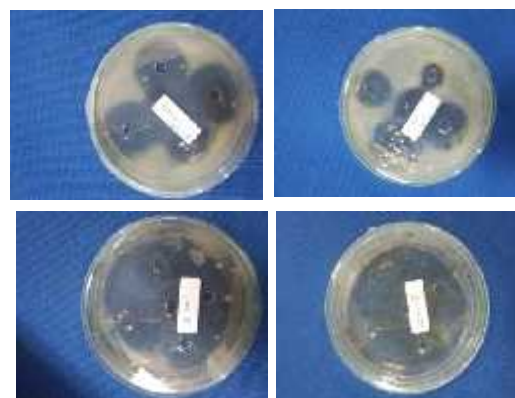
Perlakuan uji daya hambat kopi *kombucha* dengan fermentasi 6, 12, dan 18 hari dilakukan terhadap *Salmonella typhi* dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali. Pada setiap pengulangan perlakuan didapatkan zona hambat yang berbeda ukuran sehingga dilakukan penghitungan rerata pada tiap kelompok perlakuan.

Analisis dilanjutkan dengan uji *One Way Anova* yang bertujuan untuk menganalisis efek tiap perlakuan. Signifikansi *One Way ANOVA* menunjukkan angka 0,001 ($p < 0,05$), maka dapat ditarik kesimpulan bahwa paling tidak terdapat dua kelompok yang mempunyai rerata diameter zona hambat yang berbeda bermakna.¹⁷ Untuk mengetahui kelompok mana yang memiliki perbedaan bermakna, maka dilakukan analisis *post hoc*.

Tabel 1. Diameter zona hambat kopi kombucha terhadap *Salmonella typhi*

Pengulangan	Diameter Zona Hambat (mm)				
	6 hari	12 hari	18 hari	Kontrol (+)	Kontrol (-)
1	32	29,55	39,9	42	0
2	29	34,1	39	42	0
3	32,5	30,4	38,2	48	0
4	30,5	-	29,7	44	0
5	28,5	26,5	31,2	40,5	0
Rerata	30,9	28,46	35,08	42,89	0
s.d	4,26	4,32	4,43	3,15	

Keterangan: Kopi *kombucha* dengan zona hambat terbesar yaitu kopi fermentasi 18 hari dengan rerata diameter zona hambat 35,08 mm. Kopi *kombucha* dengan zona hambat terkecil yaitu kopi fermentasi 12 hari dengan rerata diameter zona hambat 28,46 mm.



Gambar 1. Daya hambat K(+), kopi kombucha 6, 12, dan 18 hari

Perbedaan yang bermakna terjadi pada kopi *kombucha* fermentasi 6 hari dengan kontrol positif, kopi *kombucha* fermentasi 12 hari dengan kontrol positif, dan kopi *kombucha* fermentasi 18 hari dengan kontrol positif. Sehingga disimpulkan bahwa secara statistik kopi *kombucha* dengan waktu fermentasi 6, 12, dan 18 hari tidak memiliki potensi antibakteri sebesar antibiotik pilihan (seftriakson).

Tabel 2. Perbandingan diameter zona hambat antar perlakuan

	n	Rerata (s.d) mm	Nilai p
Diameter zona hambat	6 hari:	5 30,9 (4,26)	=0,001
	12 hari:	5 28,46(4,32)	
	18 hari:	5 35,08(4,43)	
	Kontrol (+)	5 42,89(2,15)	

Keterangan: n = jumlah data
 s.d = standar devias
 Nilai p = nilai probabilitas, $p > 0,05$ hipotesis 0 diterima

Tabel 3. Hasil analisis *Post Hoc* Bonferroni

	P1	P2	P3	K(+)
P1	-	-	-	-
P2	1,000	-	-	-
P3	0,634	0,133	-	-
K(+)	0,001*	0,001*	0,027*	-

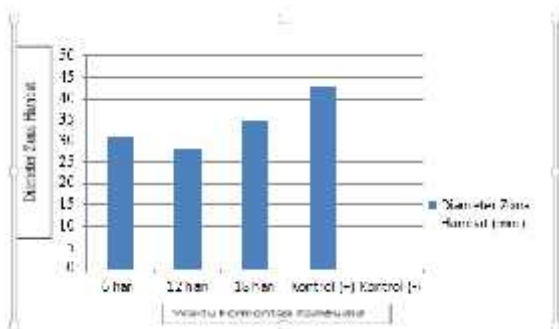
Keterangan:

P1 - 6 hari, P2 - 12 hari, P3 - 18 hari, K(-) - kontrol (+)

*Hasil bermakna pada *Post Hoc* Bonferroni

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa kopi *kombucha* memiliki efek antibakteri terhadap *Salmonella typhi* dengan rerata diameter zona hambat kopi *kombucha* fermentasi 6, 12, dan 18 hari berturut-turut: 30,9 mm, 28,46 mm, 35,08 mm dan kontrol (+) yakni seftriakson 42,89 mm. Perbedaan rerata diameter zona hambat disajikan dalam grafik berikut:



Gambar 2. Perbedaan Rerata Diameter Zona Hambat

Secara deskriptif, kopi *kombucha* yang memiliki efek antibakteri paling kuat adalah kopi *kombucha* fermentasi 18 hari sedangkan yang paling lemah adalah kopi *kombucha* fermentasi 12 hari. Menurut Naland (2008), *kombucha* mengandung kandungan kimia yang bermanfaat bagi tubuh antara lain vitamin B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niasin), B6 (piridoksin), B12 (sianokobalamin), B15, vitamin C, asam folat, asam glukoronat, asam laktat, enzim, asam amino, serta asam asetat. Kandungan yang diduga memiliki efek antibakteri ialah asam organik, khususnya asam asetat. Jenis kandungan asam organik pada kultur *kombucha* yang satu dengan yang lain dapat berbeda, tergantung dari jenis bakteri yang terdapat pada kultur *kombucha*. Namun, asam asetat dianggap sebagai asam organik utama yang pasti terkandung dalam

kultur *kombucha* karena ciri khas *kombucha* adalah terdiri atas bakteri penghasil asam asetat dan ragi.¹⁷

Acetobacter xylinum sebagai mikroba yang dominan dalam kultur *kombucha* merupakan bakteri asam asetat karena kemampuannya menghasilkan asam asetat pada produk akhir fermentasinya.¹⁴ *Acetobacter xylinum* mengubah sukrosa pada kopi manis robusta menjadi fruktosa dan glukosa. *Saccharomyces cerevisiae* sebagai ragi yang dominan dalam kultur *kombucha* mengubah fruktosa dan glukosa menjadi etanol yang selanjutnya diubah menjadi asam asetat oleh *Acetobacter xylinum*.¹⁸

Kombucha dikatakan berperan sebagai probiotik karena beberapa alasan, di antaranya simbiosis bakteri dan ragi pada *kombucha* membantu mempercepat pertumbuhan flora normal baik dalam saluran cerna, menghasilkan metabolit yang meningkatkan imunitas, meningkatkan energi, dan lain-lain. Probiotik pada *kombucha* adalah bakteri asam asetat dan ragi. Bakteri asam asetat akan memproduksi asam asetat yang akan menurunkan pH di lingkungan sekitar sehingga akan menghambat pertumbuhan patogen di saluran cerna, dan akhirnya mengaktifasi respons imun.¹⁶

Efek antibakteri dari asam organik meningkat saat pH turun. Saat pH meningkat jumlah molekul yang tidak terdisosiasi rendah, sedangkan saat pH turun jumlah molekul yang tidak terdisosiasi tinggi. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan permeabilitas membran sel bakteri sehingga asam organik terutama asam asetat yang tidak terdisosiasi dapat masuk ke intrasel bakteri dan melepaskan proton di sitoplasma. Sitoplasma menjadi asam dan bakteri akan berusaha mempertahankan lingkungannya tetap netral dengan mengeluarkan proton dari intrasel. Hal ini terjadi terus-menerus sehingga sel bakteri mengalami stress dan kehabisan energi sehingga tidak dapat melakukan sintesis protein. Hal ini menyebabkan bakteri tidak dapat memperbanyak diri sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri.¹⁹

Perbedaan yang bermakna antara kopi fermentasi 6, 12, dan 18 hari dengan kontrol positif (seftriakson) menunjukkan bahwa potensi antibakteri kopi *kombucha* tidak sekuat seftriakson selaku kontrol positif. Tidak

terdapatnya perbedaan yang bermakna secara statistik antara diameter zona hambat ketiga jenis kopi *kombucha* dapat menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan konsentrasi ataupun pH asam organik yang signifikan antara ketiga jenis kopi *kombucha*. Hal ini dapat dikarenakan pada hari keenam kandungan gula pada kopi yang digunakan oleh bakteri dan ragi untuk melakukan fermentasi telah habis sehingga kadar asam organik yang dihasilkan pada hari selanjutnya tidak mengalami perubahan yang signifikan. Selain itu, kecepatan fermentasi dapat dipengaruhi oleh jumlah bakteri dan ragi serta suhu ruangan, di mana peningkatan suhu ruangan akan mempercepat waktu fermentasi.²⁰ Suhu ruangan yang tidak stabil di tempat fermentasi dan cenderung panas dapat menyebabkan percepatan proses fermentasi sehingga gula sebagai nutrisi bakteri pun lebih cepat habis. Keadaan ini pun mempengaruhi produksi asam organik pada akhir fermentasi, yaitu produksi asam organik sudah hampir maksimal di hari keenam.

Hal yang perlu diperhatikan adalah diameter zona hambat kopi *kombucha* fermentasi 12 hari lebih kecil dibandingkan kopi *kombucha* fermentasi 6 hari. Hal tersebut mungkin terjadi karena bakteri pada kopi *kombucha* 12 hari tidak mengubah etanol menjadi asam organik sebanyak pada kopi *kombucha* fermentasi 6 hari. Kemungkinan lain adalah jumlah bakteri dan ragi pada kopi yang difermentasi selama 12 hari tidak sebanyak pada kopi yang difermentasi selama 6 dan 18 hari sehingga mempengaruhi produksi asam organik sebagai antibakteri. Selain itu, mungkin terjadi kontaminasi oleh jamur pada media dengan perlakuan kopi *kombucha* fermentasi 12 hari, terlihat dari adanya koloni yang mirip seperti koloni jamur di beberapa zona hambat, sehingga mempengaruhi hasil pengukuran zona hambat.

Berdasarkan data diameter zona hambat, dapat disimpulkan bahwa efek antibakteri kopi *kombucha* terhadap *Salmonella typhi* sudah didapatkan pada waktu fermentasi selama 6 hari meskipun ketiga kopi *kombucha* tidak memiliki efek antibakteri sekuat seftriakson.

Simpulan

Kopi *kombucha* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella typhi*. Secara

statistik, tidak terdapat perbedaan daya antibakteri yang bermakna antara kopi *kombucha* fermentasi 6, 12, dan 18 hari. Pada penelitian ini, terjadi penurunan efek antibakteri pada kopi *kombucha* fermentasi 12 hari dibandingkan kopi *kombucha* fermentasi 6 hari. Secara statistik, kopi *kombucha* fermentasi 6, 12, dan 18 hari tidak memiliki daya antibakteri yang sama dengan antibiotik pilihan (seftriakson).

Daftar Pustaka

1. BPOM RI. Pengujian mikrobiologi pangan. InfoPOM; 2008: 9(2)1–9.
2. Chau TT, Campbell JI, Galindo CM, Hoang NVM, Diep TS, Nga TTT, et al. Antimicrobial drug resistance of *Salmonella Enterica* Serovar Typhi in Asia and molecular mechanism of reduced susceptibility to the fluoroquinolones. American Society for Microbiology [internet]. 2007 [diakses tanggal 18 Mei 2016]; 51(12):4315–23. Tersedia dari: <http://aac.asm.org/cgi/content/long/51/12/4315>
3. Hendarta DS. Demam tifoid. Jogjakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia; 2014.
4. Sidabutar S, Satari HI. Pilihan terapi empiris demam tifoid pada anak: kloramfenikol atau seftriakson?. Sari pediatri; 2010; 11(6):434–9.
5. Jayabalan R, Malbasa RV, Loncar ES, Vitas JS, Sathishkumar M. A review on kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. CRFSFS. 2014; 13(4):538–50.
6. Basak AK. Drying characteristics of bacterial cellulose produced from fermentation of black tea by symbiotic colony of yeast and bacteria. International Journal of Science and Research. 2015; 4(6);2013–6.
7. Naland H. Kombucha teh dengan seribu khasiat. Jakarta: Agromedia Pustaka; 2008.
8. Arani MY, Hemati B, Zarei A. The effect of using kombucha on blood antibody level and proventriculus and gizzard tissue cells in broiler chicks. DAMA International [Internet]. 2014 [diakses tanggal 15 April 2016]; 3(4):1–8. Tersedia dari: www.sciencejournal.in

9. Pure AE, Pure ME. Antioxidant and antibacterial activity of kombucha beverages prepared using banana peel, common nettles and black tea infusions. *Applied Food Biotechnology*. 2016; 3(2):125–30.
10. Effendi F, Roswien AP, Stefan E. Uji aktivitas antibakteri teh kombucha probiotik terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2013; 53(9):1689–99.
11. Rahayu T. Optimasi fermentasi cairan kopi dengan inokulan kultur *kombucha* (kombucha coffee). *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 2007; 8;15–29.
12. Hamilton-Miller JM. Antimicrobial properties of tea (*Camellia sinensis* L.). *Antimicrobial agents and chemotherapy* [internet]. 1995 [diakses tanggal 15 April 2016]; 39(11):2375–7. Tersedia dari: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=162950&tool=pmc>
13. Ernawati KL. Kumur-kumur kombucha tea dapat menurunkan jumlah koloni bakteri rongga mulut, menurunkan jumlah bakteri *Streptococcus mutans*, dan meningkatkan pH saliva pada penderita karies [thesis]. Denpasar: Universitas Udayana; 2015.
14. Aryadnyani NP. Peningkatan waktu fermentasi *kombucha tea* meningkatkan daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* penghasil *extended spectrum beta lactamases* (ESBL) secara *in vitro* [tesis]. Denpasar: Universitas Udayana; 2012.
15. Jawetz E, Melnick JL, Adelberg EA. Kemoterapi antimikroba. Dalam: Adityaputri A, Salim C, Sandra F, Iskandar M, Nalurita, Ayuningtyas P, et al, editor. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC; 2012. hlm. 359–65.
16. Notoatmodjo PDS. *Metodologi penelitian kesehatan*. Rineka Cipta; 2012.
17. Dahlan MS. *Besar sampel dan cara pengambilan sampel*. Edisi ke-2. Jakarta: Salemba Medika; 2009.
18. Sieversa M, Lanini C, Weber A, Schuler-Schmid U, Teuber M. Microbiology and fermentation balance in a kombucha beverage obtained from a tea fungus fermentation. *Systematic and Applied Microbiology* [internet]. 1995 [diakses tanggal 16 April 2016]; 18(4):590–4. Tersedia dari: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0723202011804200>
19. Rofiq MN. Potensi suspensi teh fermentasi *kombucha* (STK) pengaruh kombucha dalam mengontrol infeksi *Salmonella sp* dan pengaruhnya terhadap performans ayam broiler [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 2003.
20. Watawana M, Jayawardena N. Health, wellness and safety aspects of the consumption of *kombucha*. *Journal of Chemistry* [internet]. 2004 [diakses tanggal 16 April 2016]; 2015:1–39. Tersedia dari: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract> \n<http://downloads.hindawi.com/journals/jchem>