



Fermentasi Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Dengan Penambahan Madu Baduy Produk SR12 Sebagai Inovasi Bioteknologi Kombucha

Mu'jijah^{1*}, Nurullah Asep Abdilah², Firman Rezaldi³, Kusumiyati⁴, Diyan Yunanto Setyaji⁵, M. Fariz Fadillah⁶

^{1,2}Program Studi Biologi Fakultas Sains Farmasi Kesehatan Universitas Mathla'ul Anwar Banten, Indonesia

³Program Studi Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan, Madiun, Jawa Timur, Indonesia

⁴Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran Bandung Jatinangor, Indonesia

⁵Program Studi Sarjana Gizi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Panti Rapih Daerah Istimewa Yogyakarta Indonesia

⁶Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Mathla'ul Anwar Banten Indonesia.

*Korespondensi Penulis : mujiyah@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan informasi mengenai konsentrasi madu Baduy Produk SR12 yang berpotensi sebagai antibakteri gram positif dan negatif. : Desain Penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang terbagi menjadi 2 faktor. Faktor I yaitu Larutan Konsentrasi Gula Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) pada fermentasi yang pertama yaitu (20%, 30%, dan 40%) dan faktor II yaitu konsentrasi madu jenis madu baduy produk SR12 yaitu (20%, 30%, dan 40%). Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Hasil Penelitian yang diperoleh diolah datanyamenggunakan ANOVA satu jalur pada taraf 95%. Jika data dari hasil penelitian memiliki perbedaan bermakna idealnya dapat ditindaklanjuti menggunakan uji *post hoc*. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah konsentrasi madu Baduy Produk SR12 berkolerasi secara positif dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negatif : Kesimpulan dalam penelitian ini adalah kombucha bunga telang memiliki kemampuan sebagai antibakteri gram positif dan negatif dan dapat juga dikembangkan sebagai inovasi produk bioteknologi terkini. Fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 sebesar 40% memiliki aktivitas sebagai antibakteri tertinggi jika dibandingkan dengan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi madu Baduy Produk SR12 konsentrasi 20% dan 30%. Nilai rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebesar 20,08 mm dengan kategori kuat, *Staphylococcus epidermidis* 17,98 mm dengan kategori kuat, *Pseudomonas aeruginosa* 17,27 mm dengan kategori kuat, dan *Escherichia coli* 16,59 mm dengan kategori kuat.

Kata kunci: Bioteknologi, Kombucha Bunga Telang, Terkini

ABSTRACT

This study aims to produce information regarding the concentration of Baduy honey product SR12 which has the potential as a gram positive and negative antibacterial. : The research design used was a randomized block design which was divided into 2 factors. Factor I was Concentration Solution of Telang Flower Kombucha Sugar (*Clitoria ternatea* L) in the first fermentation, namely (20%, 30%, and 40%) and factor II, namely the concentration of baduy honey type product SR12 namely (20%, 30%, and 40%). Each treatment was repeated 3 times. The research results obtained were processed using one-way ANOVA at the 95% level. If the data from the research results have significant differences, ideally it can be followed up using a post hoc test. The results obtained in this study were the concentration of Baduy honey product SR12 correlated positively in inhibiting the growth of gram-positive and negative bacteria: The conclusion in this study is that the telang flower kombucha has the ability as a gram-positive and negative antibacterial and can also be developed as an innovation in the latest biotechnology products. Fermented butterfly pea flower kombucha with a concentration of Baduy honey Product SR12 of 40% had the highest antibacterial activity when compared to fermented butterfly pea flower kombucha at a concentration of Baduy honey Product SR12 a concentration of 20% and 30%. The average value of the diameter of the inhibition zone produced for *Staphylococcus aureus* bacteria was 20.08 mm in the strong category, *Staphylococcus epidermidis* was 17.98 mm in the strong category, *Pseudomonas aeruginosa* was 17.27 mm in the strong category, and *Escherichia coli* was 16.59 mm strong category.

Keywords: *Biotechnology; Telang Flower Kombucha; Recent*

doi: 10.33474/e-jbst.v8i2.496

Diterima tanggal 6 November 2023 – Diterbitkan Tanggal 21 Januari 2023

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Pendahuluan

Kombucha merupakan salah satu produk bioteknologi konvensional berbahan dasar teh yang difermentasi oleh konsorsium bakteri dan khamir atau yang dikenal sebagai Scoby, sehingga menyebabkan rasa teh yang dihasilkan menjadi asam. Substrat yang digunakan pada fermentasi kombucha adalah gula. Gula yang digunakan sebagai substrat selama proses fermentasi akan menghasilkan dua produk yang berbeda. Gula yang dirombak oleh bakteri selama proses fermentasi akan menghasilkan asam-asam organik, sedangkan oleh sekelompok khamir akan dirombak menjadi etanol dan CO₂. Kandungan etanol atau alkohol yang rendah menyebabkan kombucha memiliki nilai gizi yang tinggi dan halal untuk dikonsumsi [1]. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suhardini & Zubaidah, menyimpulkan bahwa kombucha berpotensi sebagai sumber antibakteri, sumber antioksidan, perbaikan mikroflora usus, dan antihipertensi [2]. Salah satu khasiat kombucha sebagai antioksidan yang dapat menyebabkan adanya peningkatan pada sistem imun sangat berpotensi untuk dimanfaatkan dalam mempertahankan imunitas di era pandemi COVID-19 dimana pasien COVID-19 secara internasional per tanggal 6 April 2021 telah mencapai 131.020.967 individu bahkan mengalami peningkatan sebesar 6731 individu [3] [4].

Berbicara mengenai khasiat kombucha sebagai antibakteri, kombucha yang berbahan dasar teh hitam memiliki peran sebagai antibakteri baik pada bakteri gram positif maupun negatif seperti *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli* [5]. Bakteri gram positif dan negatif selalu menjadi permasalahan bagi kehidupan manusia dalam menyebarkan penyakit dan infeksi. Adanya resisten terhadap antibiotik menyebabkan penyakit dan infeksi semakin meningkat dalam penyebarannya. *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* (bakteri gram positif), *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* (bakteri gram negatif) merupakan bakteri-bakteri yang berpotensi dalam mengancam kesehatan manusia, sehingga perlu adanya bahan alam yang dapat menghambat pertumbuhan nya. Bahan baku pembuatan kombucha selain dapat digunakan oleh teh. Dapat juga digunakan oleh organ tanaman lain seperti bunga. Salah satu komoditas hortikultura yang berpotensi sebagai antibakteri adalah bunga telang (*Clitoria ternatea* L).

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L) mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan triterpenoid yang berkhasiat sebagai antibakteri [6]. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Budiasih [7], menyatakan bahwa ekstrak metanol dari akar, daun, batang, biji bunga telang berpotensi sebagai antimikroba. Hidayah [8], menyebutkan bahwa ekstrak etanol bunga telang yang dikombinasikan dengan ekstrak etanol daun sirsak memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Potensi kombucha bunga telang sebagai antibakteri, antioksidan, dan antikanker tentunya didukung oleh adanya kandungan flavonoid yaitu jenis antosianin. Antosianin terdapat dalam bentuk pigmen senyawa yang bersifat polar dan secara umum terbentuk berupa antosianidin atau yang dikenal sebagai aglikon [9]. Senyawa Antosianin telah banyak ditemukan pada tanaman baik dalam bentuk bunga dan buah. Warna yang bervariasi pada antosianin seperti oren, ungu, merah, dan biru [10].

Kandungan antosianin yang berada pada bunga telang (*Clitoria ternatea* L) kestabilannya sangat dipengaruhi oleh pH, suhu, dan Enzim. Antosianin yang terkandung dalam bunga telang akan jauh lebih stabil jika difermentasi oleh BAL (Bakteri Asam Laktat) yang terdapat pada produk kombucha. Kestabilan antosianin jika difermentasi oleh BAL tentunya terjadi melalui mekanisme penurunan pH. Proses fermentasi telah terbukti berpotensi dalam meningkatkan antioksidan pada kubis merah dengan nilai awal 154,87 ppm menjadi 43,56 ppm melalui metode DPPH (2,2-diphenyl-picrylhydrazyl). [11] Asam laktat dan senyawa asam lemak berantai pendek yang telah dihasilkan selama proses fermentasi BAL berpotensi dalam menurunkan pH, sehingga antosianin tetap dalam kondisi stabil yang berkhasiat sebagai antioksidan. Pernyataan tersebut telah didukung oleh hasil penelitian sebelumnya bahwa fermentasi BAL pada susu berpotensi dalam menurunkan pH [12]. Antosianin yang terkandung pada bunga telang berpotensi juga sebagai antioksidan dan antibakteri. Senyawa antosianin yang bertindak sebagai antioksidan memiliki aktivitas biologis dalam menghambat terjadinya penyakit kanker usus, hipertensi, dan bakteri gram negatif seperti *Salmonella thypi* dan *Escherichia coli*. [13].

Pada dasarnya substrat yang digunakan dalam proses fermentasi kombucha adalah gula. Gula selain berperan penting dalam memenuhi nutrisi bagi konsorsium bakteri dan khamir pada kombucha.



Konsentrasi gula berpotensi besar dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Baik pada bakteri gram positif maupun negatif. Hasil penelitian sebelumnya bahwa kombucha daun sirsak memiliki aktivitas sebagai antibakteri yang dipengaruhi oleh konsentrasi gula yang berbeda-beda [14]. Konsentrasi gula 20% merupakan konsentrasi gula yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negatif. Konsentrasi gula 20% pada fermentasi kombucha daun sirsak memiliki daya hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar 17,08 mm dengan kategori kuat, sedangkan 16,28 mm merupakan rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan dalam fermentasi kombucha daun sirsak pada konsentrasi 20% untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan kategori kuat. Hasil penelitian lain bahwa fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi 40% merupakan konsentrasi larutan gula yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negatif [15]. Rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan dalam fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi 40% untuk bakteri *Staphylococcus aureus* adalah 13,2 mm dengan kategori kuat, 10,78 mm pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan kategori kuat, 7,1 mm bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan kategori sedang, dan 6 mm bakteri *Escherichia coli* dengan kategori sedang.

Pemanfaatan substrat lain selain gula pasir putih sebagai nutrisi kombucha adalah madu. Madu yang dimanfaatkan sebagai nutrisi dalam minuman kombucha sejauh ini masih jarang dilakukan. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh [16], menyimpulkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada kombucha jahe dengan penambahan jenis jahe merah dan penambahan madu konsentrasi 20% mampu menghasilkan pH 2.64, total asam 1.78% , total gula 15.63%, total fenol 114.70 ppm, total mikroba 6.35 log CFU/mL. Hasil penelitian tersebut mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan rata-rata zona hambat yang dihasilkan adalah 10,42 mm (kategori kuat), dan 8,12 mm dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan kategori sedang. Madu secara natural tersusun atas 17.10% air, 82.40% karbohidrat dengan komposisi biokimia 38% berupa fruktosa, 31% berupa glukosa, dan 12.90% adalah gula lain. Kandungan biokimia lain pada madu adalah makromolekul yaitu 0.50% protein, asam amino, senyawa fenolik, vitamin, asam organik, dan berbagai mineral [16].

Berangkat dari pemaparan dan latar belakang dari berbagai hasil penelitian yang relevan, madu baduy yang merupakan brand dari SR12 akan digunakan dalam penelitian ini sebagai sumber nutrisi dan juga penghasil rasa manis pada kombucha bunga telang karena madu tersusun atas molekul biokimia seperti gula berjenis glukosa dan fruktosa. Faktor utama madu sebagai sumber antibakteri yaitu berada pada kadar gula yang tinggi sehingga berpotensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen.[17]. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan madu SR12 terhadap aktivitas antibakteri pada fermentasi kedua kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antibakteri pada gram positif maupun negatif pada minuman fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) yang menggunakan konsentrasi madu hutan baduy dari produk SR12.

Material dan Metode

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang terbagi menjadi 2 faktor. Faktor yang pertama meliputi Larutan Konsentrasi Gula Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) pada fermentasi yang pertama yaitu (20%, 30%, dan 40%) dan faktor yang kedua meliputi konsentrasi madu jenis madu baduy produk SR12 yaitu (20%, 30%, dan 40%). Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah Scoby atau kultur awal kombucha, bunga telang yang sudah kering, madu baduy produk SR12, dan air. Mikroba yang digunakan untuk menguji aktivitas antibakteri diantaranya adalah *Staphylococcus aureus*,



Staphylococcus epidermidis, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli*. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis aktivitas antibakteri diantaranya adalah *Nutrient Agar* dan *Nutrient Broth*. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis lain diantaranya adalah aquades, asam oksalat, indikator pp, NaOH 0,1 N, anthrone, H₂SO₄, reagen ciocalc etau, asam galat, larutan Na₂CO₃ 7,50%, alkohol 70%, etanol 98%, buffer pH 4, dan buffer pH 7.

Alat Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah timbangan digital, blender, thermometer, gelas ukur, erlenmeyer 500 mL, spatula, corong, kompor gas, panci *stainless steel*, toples kaca, kain katun putih, pisau, karet gelang, sarung tangan, spektrofotometer, kuvet, kompor listrik, labu ukur 50 mL, labu ukur 10 mL, erlenmeyer 250 mL, bola hisap, aluminium foil, penangas air, kertas coklat, *Laminair Air Flow* (LAF), *falcon tubes*, mikropipet 1000 mikroliter, mikropipet 100 mikroliter, cawan petri, *bluetip*, *yellowtip*, ose, bunsen, incubator, korek api, masker, plastik steril, Loyang, dan autoklaf.

Pengujian sifat fisik dari larutan fermentasi kombucha bunga telang dilakukan secara visual meliputi warna. Analisis sifat biokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan awal sebelum dilakukan penelitian yaitu dalam bentuk total fenol. Pengujian sifat biokimia pada larutan fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) yang kedua setelah ditambahkan madu produk SR12 tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Biokimia Larutan Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) pada Fermentasi pertama

Karakteristik Biokimia	Kombucha Bunga Telang + Madu Baduy SR12 20%	Kombucha Bunga Telang + Madu Baduy SR12 30%	Kombucha Bunga Telang + Madu Baduy SR12 40%
Total Fenol (ppm)	152.58	114.29	339.14

Analisis sifat dari Biokimia dari madu Baduy SR12 pada larutan fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) yang kedua dilakukan untuk mengetahui kandungan awal sebelum dilakukan penelitian seperti pH, total gula, total fenol, dan total asam. Pengujian sifat fisik biokimia pada madu baduy produk SR12 tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Biokimia Madu Baduy Produk SR12

Karakteristik Biokimia	Madu Baduy SR12
pH	2.56
Total Asam (%)	0.21
Total Gula (%)	50.37
Total Fenol (ppm)	269.70

Persiapan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) beserta Fermentasi ke dua Kombucha

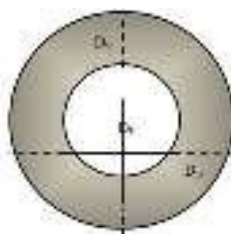
Bunga telang yang telah diperoleh dari kota Cilegon, khususnya Desa Pekuncen Kelurahan Ciwedus, diambil sebanyak 500 gram dalam kondisi segar, lalu dicuci sampai bersih, serta dikeringanginkan. Bunga telang yang telah kering disimpan pada wadah bersih untuk direbus dan juga difermentasi oleh Soby [11]. Tahapan pembuatan fermentasi kombucha bunga telang yang kedua (*Clitoria ternatea* L) yaitu 1) tambahkan madu baduy produk SR12 sesuai perlakuan yaitu 20% pada konsentrasi gula 20% dari fermentasi kombucha bunga telang yang pertama, 30% pada konsentrasi gula 30% dari fermentasi kombucha bunga telang yang pertama, dan 40% pada konsentrasi gula 40% dari fermentasi kombucha bunga telang yang pertama; 2) aduk madu baduy produk SR12 yang sudah ditambahkan pada masing-masing larutan fermentasi kombucha bunga telang, 3) tambakan starter kombucha yang berusia 1 minggu sebanyak 8% (v/v) pada setiap perlakuan; 4) tutup toples kaca dengan kain penutup supaya proses fermentasi kombucha bunga telang yang kedua berjalan secara statis dari hari ke 14 menuju hari ke 21.

Uji Aktivitas Antibakteri

Tahapan-tahapan dalam pengujian antibakteri menggunakan difusi cakram diantaranya adalah 1) siapkan cawan petri sebanyak 24 buah untuk dituangkan ke dalam media MHA (*Muller Hinton Agar*) sebanyak 15 mL pada masing-masing cawan petri; 2) diamkan media tersebut sampai kondisi menjadi padat. 3) Celupkan lidi pada kapas steril terutama bagian dalam suspensi bakteri spesies *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli*. 4) usap pada media MHA sampai permukaan dapat tertutup secara keseluruhan. 5) tempelkan disk yang sudah direndam pada sediaan larutan fermentasi kombucha bunga telang yang kedua dengan variasi konsentrasi tertentu yaitu pada Cawan I 20%, Cawan II 30%, Cawan III 40%, Cawan IV berisi kontrol positif berupa larutan fermentasi kombucha berbahan dasar teh hitam, dan Cawan 5 berisi kontrol negatif berupa aquades. 6) lakukan pengulangan sebanyak 3 kali. 7) inkubasi selama 24 jam. 8) lakukan pengukuran diameter zona hambat pada masing-masing perlakuan [18].

Perhitungan Rata-Rata Diameter Zona Hambat

Perhitungan diameter zona hambat adalah salah satu kegiatan yang dilakukan dalam menentukan zona bening dan bertujuan untuk mengetahui adanya daya hambat pada suatu agen antibakteri. Agen antibakteri yang digunakan dapat berupa ekstrak kental atau larutan fermentasi. Alat yang digunakan dalam mengukur diameter zona hambat adalah jangka sorong analitik. Rumus untuk menentukan diameter zona hambat yang terbentuk berdasarkan adanya zona bening diantaranya terlihat di gambar 1.



Gambar 1. Perhitungan diameter zona hambat
(DV= Diameter Vertikal; DH= Diameter Horizontal; DC= Diameter Cakram [19].

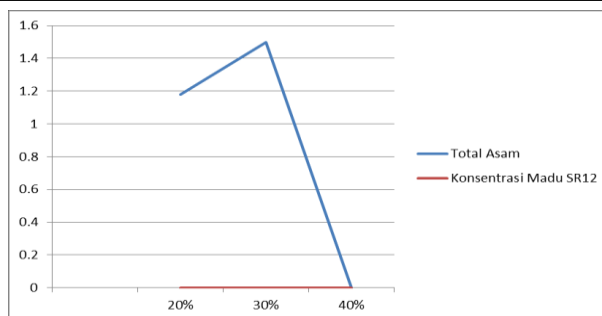
Analisis Data

Hasil Penelitian yang diperoleh akan diolah datanya menggunakan analisis statistik yaitu menggunakan ANOVA satu jalur pada taraf 95%. Jika data dari hasil penelitian memiliki perbedaan bermakna idealnya dapat ditindaklanjuti menggunakan uji *post hoc*.

Hasil dan Diskusi

Analisis Total Asam

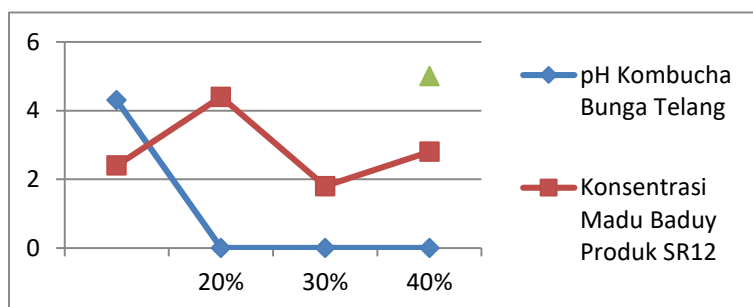
Hasil pengamatan yang didapatkan pada fermentasi kombucha bunga telang yang kedua menunjukkan total asam selama proses fermentasi 21 hari yaitu berkisar antara 1.18% - 1.77%. Pengaruh perlakuan konsentrasi gula pada kombucha bunga telang 1 dan perlakuan konsentrasi madu baduy produk SR12 pada fermentasi kombucha bunga telang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rerata Nilai Total Asam pada Fermentasi Kedua Kombucha Bunga Telang dengan Penambahan Madu Baduy Produk SR12.

Analisis pH

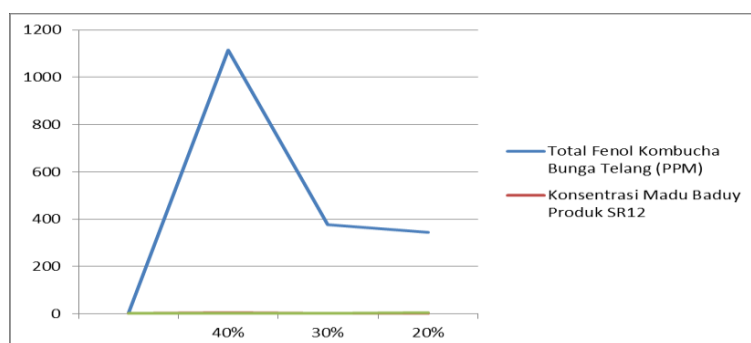
Hasil pengamatan pH pada kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) fermentasi kedua telah menghasilkan pH selama 21 hari yang berkisar antara 2.31 sampai 2.90. Pengaruh perlakuan pH setelah ditambahkan konsentrasi madu baduy produk SR12 dapat tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Rerata nilai pH pada Fermentasi Kedua Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) setelah Ditambahkan Madu Baduy Produk SR12

Analisis Total Fenol

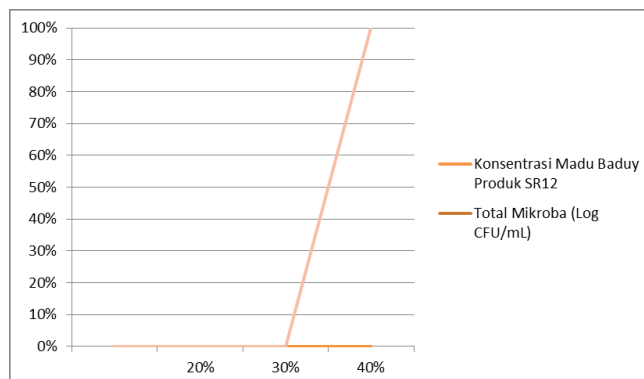
Hasil pengamatan analisis total fenol pada kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) fermentasi kedua telah menghasilkan total selama 21 hari yang berkisar antara 345.73 ppm menjadi 1113.80 ppm. Pengaruh perlakuan pH setelah ditambahkan konsentrasi madu baduy produk SR12 dapat tersaji pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Rerata nilai Total Gula pada Kombucha Bunga Telang pada Fermentasi Kedua Akibat Penambahan Konsentrasi Madu Baduy Produk SR12

Analisis Total Mikroba

Hasil Pengamatan pada fermentasi kedua kombucha bunga telang menunjukkan rerata total mikroba selama proses fermentasi 21 hari berkisar antara 4.45 log CFU/mL - 6.78 log CFU/mL. Pengaruh perlakuan kombucha bunga telang dan konsentrasi Madu Baduy Produk SR12 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Grafik Rerata Nilai Total Mikroba Pada Kombucha Bunga Telang Akibat Pengaruh Penambahan Konsentrasi Madu Baduy Produk SR12

Analisis Antibakteri Gram Positif Negatif

Analisis antibakteri gram positif dan negatif adalah berupa pengukuran rata-rata diameter zona hambat yang akan dianalisis menggunakan ANOVA satu jalur dan uji *Post Hoc*. Data hasil penelitian rata-rata diameter zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* (Bakteri Gram Positif), *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* (Bakteri Gram Negatif) terdapat pada tabel 3 sebelum di uji statistik.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Rata-Rata Diameter Zona Hambat yang terbentuk pada Media Muller Hinton Agar (MHA)

Jenis Bakteri	Diameter zona hambat (mm)	Kontrol negatif (mm)	kontrol positif (mm)	Diameter zona hambat setiap Konsentrasi Fermentasi kombucha bunga telang(mm)		
				20%	30%	40%
<i>Staphylococcus aureus</i>	I	0	19,21	13,30	16,60	17,75
	II	0	20,5	16,52	18,76	20,80
	III	0	21,23	17,89	18,80	21,70
	Rata-rata	0	20,31	15,90	18,05	20,08
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	I	0	18,53	12,24	15,50	17,70
	II	0	19,67	14,60	17,40	17,75
	III	0	19,50	16,90	17,50	18,50
	Rata-rata	0	19,23	14,58	16,8	17,98
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	I	0	16,50	11,50	13,70	16,60
	II	0	17,70	13,32	14,56	17,50
	III	0	18,59	14,80	15,90	17,71
	Rata-rata	0	17,59	13,20	14,72	17,27
<i>Escherichia coli</i>	I	0	15,50	10,52	11,70	15,40
	II	0	16,72	12,81	13,25	16,60
	III	0	17,70	14,32	15,05	17,77
	Rata-rata	0	16,64	12,55	13,33	16,59



Tabel 3 di atas merupakan data hasil penelitian mengenai rata-rata diameter zona hambat dari larutan fermentasi kombucha bunga telang dengan berbagai konsentrasi madu Baduy produk SR12 yang berpotensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen baik gram positif maupun negatif. Data hasil penelitian tersebut telah menerangkan bahwa konsentrasi 40% madu Baduy yang digunakan sebagai substrat dalam fermentasi kombucha bunga telang pada minggu kedua merupakan konsentrasi terbaik dalam menghasilkan rata-rata diameter zona hambat pada setiap biakan bakteri. Nilai rata-rata diameter zona hambat yang telah terbentuk pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebesar 20,08 mm, 17,98 mm pada bakteri *Staphylococcus epidermidis*, 17,27 mm pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, dan 16,59 mm pada bakteri *Escherichia coli*.

Data dari hasil penelitian berikutnya dianalisis menggunakan uji statistic melalui ANOVA satu jalur. Sebelum pengujian ANOVA satu jalur secara ideal dibutuhkan pengujian normalitas data terlebih dahulu. Tujuan dari pengujian normalitas data adalah untuk lebih memastikan data-data hasil penelitian bersifat parametrik atau terdistribusi/tersebar secara normal. Serta dibutuhkan pula uji varians data yang bertujuan supaya data yang telah dihasilkan bersifat homogen.

Tabel 4. Uji Normalitas

Uji saphiro-Wilk	Sig
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,63
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0,59
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,47
<i>Escherichia coli</i>	0,36

Tabel 4 di atas merupakan hasil uji normalitas *Saphiro wilk* dan telah menunjukkan bahwa jika suatu data hasil penelitian yang memiliki nilai $p > 0,05$ maka data dari hasil suatu penelitian tersebut bersifat parametrik.

Tabel 5. Uji Varians Data

Uji Varians Data	Sig
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,55
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0,44
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,33
<i>Escherichia coli</i>	0,22

Tabel 5 diatas merupakan uji varians data yang telah menerangkan bahwa jika nilai $p > 0,05$, maka data yang telah dihasilkan dalam suatu penelitian tersebut memiliki varians data yang sama sehingga dapat dilakukan pengujian menggunakan ANOVA satu jalur yang tersaji dalam tabel 6.

Tabel 6. Uji One Way ANOVA

Uji One Way Anova	Sig
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,003
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0,03
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,003
<i>Escherichia coli</i>	0,020

Tabel 6 diatas merupakan data hasil penelitian yang telah diuji melalui ANOVA satu jalur dan telah menerangkan bahwa hasil uji ANOVA satu jalur pada kelompok perlakuan fermentasi kombucha bunga telang berdasarkan konsentarsi madu Baduy Produk SR12 yang bervariasi mempunyai perbedaan secara bermakna sehingga dapat dilanjutkan pada tahap berikutnya dalam bentuk analisis *pos-hoc*.



Tabel 6. Uji Analisis Pos – Hoc

Jenis Bakteri		20%	30%	40%	Kontrol Positif	Kontrol Negatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	20%	-	0,555	0,005*	0,000*	0,000*
	30%	0,555	-	0,133	0,000*	0,000*
	40%	0,005*	0,555	-	0,000*	0,000*
	Kontrol Positif	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,000*
	Kontrol Negatif	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	-
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	20%	-	0,555	0,005*	0,000*	0,000*
	30%	0,177	-	0,144	0,000*	0,000*
	40%	0,006*	0,122	-	0,000*	0,000*
	Kontrol Positif	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,000*
	Kontrol Negatif	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	20%	-	0,777	0,005*	0,000*	0,000*
	30%	0,777	-	0,777	0,000*	0,000*
	40%	0,004*	0,777	-	0,000*	0,000*
	Kontrol Positif	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,000*
	Kontrol Negatif	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	-
<i>Escherichia coli</i>	20%	-	0,888	0,003*	0,000*	0,000*
	30%	0,888	-	0,188	0,000*	0,000*
	40%	0,003*	0,888	-	0,000*	0,000*
	Kontrol Positif	0,000*	0,000*	0,000*	-	0,000*
	Kontrol Negatif	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	-
Keterangan:						
*: Menyatakan terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$)						

Tabel 6 yang terdata di atas merupakan data hasil penelitian yang telah di uji *Post-Hoc* dan menunjukkan jika suatu data hasil penelitian menghasilkan nilai $p < 0,05$ berarti data hasil penelitian tersebut signifikan atau berbeda bermakna pada konsentrasi lain. Jika $p > 0,05$, maka data tersebut menunjukkan tidak signifikan atau tidak berbeda bermakna dengan konsentrasi lain. Uji *Pos-Hoc* yang terdata pada tabel 6 sudah menjelaskan bahwa diameter zona hambat bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli* pada konsentrasi larutan madu baduy Produk SR12 kombucha bunga telang tidak memiliki perbedaan secara bermakna atau tidak signifikan dengan konsentrasi fermentasi kombucha bunga telang 40%, namun terdapat perbedaan secara bermakna dengan konsentrasi larutan madu Baduy Produk SR12 kombucha bunga telang 30%, kontrol positif, dan kontrol negatif. Konsentrasi madu Baduy Produk SR12 fermentasi kombucha bunga telang 30% tidak mempunyai perbedaan secara bermakna baik pada konsentrasi larutan madu Baduy Produk SR12 kombucha bunga telang 20%, 40%, kontrol positif, dan kontrol negatif. Konsentrasi madu Baduy Produk SR12 40% kombucha bunga telang tidak memiliki perbedaan secara bermakna pada kontrol positif maupun negatif tetapi memiliki perbedaan secara bermakna pada konsentrasi madu Baduy Produk SR12 kombucha bunga telang 20% dan 30%.

Pembahasan

Analisis Total Asam

Gambar 2 telah menerangkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentasi madu Baduy Produk SR12 maka nilai total asam yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut dapat disebabkan oleh meningkatnya penambahan madu Baduy Produk SR12 yang berpotensi sebagai substrat atau gizi bagi starter atau kultur awal kombucha sehingga jumlah asam-asam organik yang diproduksi lebih mengalami peningkatan. Selama fermentasi terjadi secara langsung Ragi idealnya akan merombak sukrosa yang terkandung pada media fermentasi menjadi glukosa dan fruktosa. Lalu glukosa akan dikonversi menjadi asam glukonat melalui jalur metabolisme fosfat pentosa yang dilakukan oleh bakteri asam asetat. Fruktosa kebanyakan dimetabolisme menjadi asam asetat dan sejumlah kecil asam glukonat [20]. Sukrosa merupakan salah satu sumber energi dimana sukrosa pada madu baduy produk



SR12 secara ideal akan dikonversi menjadi glukosa untuk dimanfaatkan sebagai substrat dalam menunjang pertumbuhan sel dan sintesis asam asetat [21]. Pada penelitian ini terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi madu Baduy Produk SR12 yang diberikan maka semakin tinggi kandungan asam-asam organik yang dihasilkan sehingga nilai total asam pun mengalami suatu peningkatan [22]. Selain itu madu juga memiliki total asam sebesar 0,57% sehingga berpotensi dalam mempengaruhi nilai asam secara keseluruhan pada fermentasi kombucha bunga telang [23].

Terjadinya suatu peningkatan asam organik yang dihasilkan pada fermentasi kombucha bunga telang yang kedua karena waktu fermentasi yang digunakan semakin panjang sehingga asam organik yang dihasilkan khususnya jenis asam asetat dapat digunakan sebagai produk metabolisme oleh bakteri *Acetobacter* [24].

Analisis pH

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai pH tertinggi terdapat pada kombucha bunga telang pada konsentrasi madu Baduy Produk SR12 sebesar 40% dan nilai pH terendah terdapat pada fermentasi kombucha bunga telang konsentrasi madu Baduy Produk SR12 sebesar 20%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi madu Baduy Produk SR12 yang ditambahkan, maka semakin terjadinya peningkatan asam-asam organik yang dihasilkan. Antosianin yang terkandung pada bunga telang (*Clitoria ternatea* L) akan lebih stabil dalam menjaga kestabilan pH dengan cara menurunkan pH [25].

Analisis Total Fenol

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi madu Baduy Produk SR12 yang ditambahkan maka semakin tinggi pula total fenolnya yang telah dihasilkan. Proses fermentasi menyebabkan kadar fenol pada kombucha bunga telang menjadi meningkat. Hal tersebut dapat terduga adanya mikroorganisme yang bermetabolisme dapat meningkatkan senyawa fenol melalui reaksi enzimatis sehingga berpotensi dalam mempengaruhi nilai total fenol pada produk kombucha bunga telang. Adanya Peningkatan kadar fenolik secara total dapat disebabkan karena selama fermentasi, enzim yang dibebaskan oleh bakteri dan khamir yang terkandung pada larutan fermentasi kombucha bunga telang akan memecahkan senyawa polifenol yang bersifat kompleks menjadi senyawa polifenol yang sederhana (Bhattacharya et al., 2011) [26].

Hasil penelitian yang selaras telah dilakukan oleh Chayati dan Isnati menyatakan bahwa madu pun memiliki komponen fenolat yang secara dominan seperti asam klorogenat dan asam kafeat [21]. Selain madu, bunga telang mengandung senyawa flavonoid [6]. Jenis flavonoid pada bunga telang salah satunya adalah antosianin yang merupakan salah satu senyawa yang berkhasiat sebagai antioksidan dan juga akan stabil jika difermentasi oleh BAL. Hasil penelitian Wiczowski et al. menyatakan bahwa proses fermentasi pada kubis merah berpotensi dalam mempertahankan kandungan antosianin yang terkandung di dalamnya dalam menangkal radikal bebas. Peningkatan jumlah senyawa fenol selama proses fermentasi disebabkan karena mikroba berpotensi untuk mendekarboksilasi komponen asam sinamat seperti trans-4-hydroxy-methoxycinnamic acid (ferulic acid (FA)) dan trans-4hydroxynamic acid (p-coumaric acid (PCA)) untuk mensintesis senyawa fenol yaitu 4-vinyguaiacol (4-VG) dan 4-vinylphenol (4-Vp) [22]. Adanya aktivitas enzim fenol reduktase merupakan salah satu penyebab terjadinya mekanisme dekarboksilasi asam sinamat menjadi vinil fenol yang idealnya dilakukan oleh khamir.

Analisis Total Gula

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi madu jenis Baduy Produk SR12 yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai total dari gula. Hal tersebut dapat diduga selama proses fermentasi kombucha bunga telang terjadi degradasi pati pada bunga telang menjadi gula sederhana oleh asam. Hasil penelitian ini selaras oleh Utami et al menyatakan bahwa proses hidrolisis akan meningkat jika konsentrasi asam yang tinggi [23]. Salah satu jenis asam yang berperan sebagai katalis pada mekanisme reaksi hidrolisis pati yaitu asam asetat. Sehingga pati akan mengalami mekanisme



terputusnya rantai yang disebabkan oleh enzim atau asam untuk menjadi molekul-molekul lain yang lebih kecil. Adanya beberapa peningkatan dalam reaksi hidrolisis tersebut diantaranya adalah molekul pati yang awalnya pecah menjadi unit rantai glukosa yang lebih pendek yaitu 6 sampai 10 molekul yang dikenal sebagai dekstrin. Dekstrin tersebut kemudian didegradasi menjadi maltose dan pada tahapan selanjutnya akan didegradasi kembali menjadi unit glukosa dengan berat molekul paling kecil. Dekstrin adalah salah satu jenis karbohidrat yang terbentuk selama hidrolisis pati menjadi gula yang dilakukan oleh panas, asam, dan enzim. Gula sederhana tersebut juga secara ideal akan dirombak oleh Khamir menjadi alkohol. Madu pada dasarnya mengandung asam asetat. Asam asetat pada madu dapat berperan penting sebagai katalisator dalam mekanisme hidrolisis pati [24].

Terjadinya penurunan kadar gula pada kombucha bunga telang di fermentasi yang kedua terduga bahwa madu yang berperan sebagai gula dimanfaatkan sebagai sumber energi oleh kultur awal kombucha atau scoby selama proses fermentasi terjadi secara langsung. Hal tersebut telah diperkuat bahwa khamir maupun bakteri idealnya menggunakan gula sebagai sumber energi selama proses fermentasi dalam mempertahankan kehidupan di dalam sel [25].

Analisis Total Mikroba

Gambar 6 telah menerangkan bahwa semakin tinggi penambahan madu Baduy SR12 maka nilai total mikroba menjadi meningkat. Hal ini terduga karena semakin banyak konsentrasi madu maka semakin banyak gula yang dirombak oleh khamir sehingga semakin banyak asam-asam organik yang dihasilkan. Greenwalt et al., (1998) menjelaskan bahwa selama proses fermentasi gula yang dirombak oleh bakteri akan dimanfaatkan dalam menghasilkan berbagai jenis asam-asam organik, alkohol, dan senyawa fenol yang berperan penting sebagai pembatas pertumbuhan mikroba.

Analisis Antibakteri Gram Positif dan Negatif

Penentuan aktivitas antibakteri kombucha bunga telang telah dilakukan secara in-vitro, yaitu terukur berdasarkan potensinya dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan telah teruji baik bakteri patogen jenis gram positif maupun negatif. Bakteri gram positif yang telah dilakukan dalam pengujian ini terdiri dari *Staphylococcus aureus*, dan *Staphylococcus epidermidis*, sedangkan bakteri uji berupa gram negatif terdiri dari *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*. Data hasil penelitian mengenai perhitungan zona hambat dari hasil penelitian, telah diketahui bahwa fermentasi kombucha bunga telang yang mengandung konsentrasi madu Baduy Produk SR12 yang bervariasi mengindikasikan terbentuknya suatu zona hambat dalam bentuk zona bening. Terjadinya aktivitas antibakteri pada kombucha bunga telang disebabkan adanya kandungan senyawa-senyawa kimia yang berperan penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen baik gram positif maupun negatif. Salah satu asam-asam kimia organik yang dihasilkan selama proses fermentasi kombucha pada umumnya adalah asam asetat. Asam asetat yang telah terbentuk melalui hasil fermentasi kombucha memiliki peranan penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan negatif. Hasil penelitian ini didukung penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa asam asetat yang telah terbentuk selama fermentasi kombucha secara ideal akan terurai melalui mekanisme pelepasan proton-proton bebas sehingga menyebabkan pH media tidak mengalami peningkatan [10] [26].

Selain itu Asam asetat yang telah tidak terdisosiasi idealnya berperan penting dalam merusak struktur bilayer lipid bakteri melalui penyisipan proton ke dalam sitoplasma, sehingga jumlah proton secara intraseluler yang banyak, menyebabkan sitoplasma berada dalam kondisi asam. Hal tersebut juga menyebabkan terjadinya denaturasi protein dan kehilangan energi. Dimana semakin tinggi kandungan asam organik pada asam asetat semakin tinggi juga kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Asam organik yang telah terbentuk selama proses fermentasi kombucha idealnya berpotensi dalam menurunkan pH dari kondisi asam menjadi sangat asam artinya pH substrat yang berada dalam keadaan rendah mampu mempengaruhi pertumbuhan bakteri patogen menjadi asam. Selain itu adanya kandungan antosianin yang berasal dari bunga telang itu sendiri berperan sebagai antioksidan maupun antibakteri. Sehingga berpotensi untuk dikembangkan melalui proses fermentasi kombucha tanpa mengurangi kestabilannya yang sangat dipengaruhi oleh pH, cahaya, suhu, dan kondisi



enzim. Proses fermentasi BAL (Bakteri Asam Laktat) memiliki kemampuan dalam meningkatkan kestabilan antosianin dimana antosianin akan cenderung lebih stabil pada pH yang rendah.²⁷ Antosianin merupakan senyawa antioksidan yang kestabilannya dipengaruhi oleh pH, suhu, dan enzim PPO (Polifenol Oksidasi).¹⁹ Antosianin idealnya stabil pada pH 1-4, suhu optimum sebesar 30°C dan inaktivasi enzim PPO, sehingga antosianin berpotensi untuk dipertahankan melalui fermentasi BAL dengan cara menurunkan pH, dan inaktivasi enzim PPO yang menyebabkan tingginya aktivitas sebagai antioksidan.

Kandungan antosianin yang terkandung dalam bunga telang berpotensi sebagai antioksidan, dimana potensi dari senyawa tersebut memiliki kemampuan dalam menghambat berbagai penyakit degenerative seperti kardiovaskular, kanker, dan juga diabetes.²⁸ Aktivitas lainnya secara biologis antosianin berpotensi sebagai pencegah terjadinya kanker usus, antihiperlipidemia, dan juga antibakteri seperti *Salmonella thypi* dan *Escherichia coli* [9]. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa kombucha bunga telang pada perlakuan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 sebesar 20%, 30%, dan juga 40% berpotensi dalam membentuk zona bening yang terdapat pada sekeliling sumuran baik pada bakteri gram positif maupun negatif. Hal tersebut dapat dikategorikan bahwa kombucha bunga telang dengan substrat madu Produk SR12 dan konsentrasi madu Produk SR12 yang difermentasi oleh kombucha bunga telang secara keseluruhan memiliki peranan penting dalam mencegah pertumbuhan bakteri patogen baik gram positif maupun negatif. Hasil penelitian yang telah dihasilkan didukung oleh hasil penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa kombucha yang berbahan dasar teh hitam berpotensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri [29] dan kombucha bunga telang yang memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen baik gram positif maupun negatif pada konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40% [11]. Kemampuan kombucha bunga telang dari hasil penelitian ini yang diperoleh memiliki aktivitas sebagai antibakteri dalam spektrum luas. Kombucha yang berbahan dasar teh hitam dan teh hijau berpotensi sebagai penghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negatif, sehingga dapat disimpulkan sebagai antibakteri dalam spektrum luas [30].

Pada tabel 3 menerangkan bahwa rata-rata diameter zona hambat yang telah dihasilkan pada fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 20% adalah 15,90 mm dengan kategori kuat, fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 30% adalah 18,05 mm dengan kategori kuat, dan fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 40% adalah 20,08 mm dengan kategori kuat, pada bakteri *Staphylococcus aureus*. Rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan pada fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 20% adalah 14,58 mm dengan kategori kuat, fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk 30% adalah 16,8 mm dengan kategori kuat, dan fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 40% adalah 17,98 mm dengan kategori kuat pada bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan pada fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 20% adalah 13,20 mm dengan kategori kuat, fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 30% adalah 14,72 mm dengan kategori kuat, dan fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi Madu Baduy Produk SR12 40% adalah 17,27 mm dengan kategori kuat pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan pada fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 20% adalah 12,55 mm dengan kategori kuat, fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 30% adalah 13,33 mm dengan kategori kuat, dan fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 40% adalah 16,59 mm dengan kategori kuat.

Zona bening secara luas atau zona hambat yang terbentuk selama proses fermentasi merupakan salah satu bagian dari bentuk kepekaan mikroba terhadap senyawa antimikroba yang telah diproduksi. Agen antimikroba yang mempunyai zona bening yang tinggi, mengindikasikan adanya daya hambat sebagai antimikroba tersebut sangat baik.³¹ Hasil penelitian ini terukur bahwa kombucha bunga telang yang telah ditambahkan konsentrasi madu Produk SR12 sebesar 40% mempunyai aktivitas sebagai antibakteri yang terbaik. Konsentrasi larutan fermentasi kombucha bunga telang yang mengandung



konsentrasi madu Baduy SR12 telah diperoleh dari penelitian ini adalah 20%. Tabel 3 juga telah menerangkan bahwa kombucha bunga telang mempunyai diameter tertinggi yaitu pada bakteri *Staphylococcus aureus* dibandingkan dengan 3 uji bakteri lainnya seperti *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli*. Hasil yang diperoleh dapat dikategorikan bahwa kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 yang berbeda beda berpotensi sebagai antibakteri gram positif lebih tinggi jika dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Adanya kandungan metabolit sekunder yang telah dihasilkan oleh konsorsium bakteri dan ragi pada kombucha lebih berpotensi sebagai antibakteri pada bakteri gram positif dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Mekanisme secara seluler pada metabolit sekunder yang diproduksi oleh konsorsium mikroba kombucha adalah dengan cara merusak komponen peptidoglikan yang berada dalam dinding sel bakteri gram positif dan negatif.

Komponen peptidoglikan yang berada dalam dinding sel bakteri gram positif lebih tinggi apabila dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Sehingga lebih mudah untuk dirusak oleh kombucha yang berpotensi sebagai agensia antimikroba.³² Kombucha mempunyai aktivitas tertinggi pada bakteri gram positif khususnya spesies *Staphylococcus aureus*.³³ Sensitivitas bakteri terhadap suatu antibiotik dipengaruhi oleh potensinya dalam merusak dinding sel bakteri. Antibiotik secara umum lebih banyak memberikan pengaruh besar terhadap cara kerja pada bakteri gram positif dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Hal tersebut disebabkan karena permeabilitas dinding sel bakteri gram positif lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri gram negatif, selain itu bakteri gram negatif pada dasarnya memiliki kapsul yang tebal sehingga tidak mudah dirusak oleh agen antimikroba lainnya.

Hasil penelitian ini telah terbukti bahwa semakin tinggi konsentrasi madu Baduy produk SR12 maka semakin meningkat aktivitas farmakologinya sebagai antibakteri gram positif maupun negatif. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang telah membuktikan bahwa konsentrasi madu *Clover honey* pada konsentrasi 40% pada larutan fermentasi kombucha bunga telang merupakan konsentrasi yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negative [34]. Hasil penelitian sebelumnya pun telah membuktikan bahwa larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi madu hutan baduy murni sebesar 40% merupakan konsentrasi yang terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negatif [35].

Hasil penelitian sebelumnya telah terbukti bahwa larutan fermentasi kombucha bunga telang mengandung senyawa metabolit sekunder baik dari golongan alkaloid, flavonoid, dan saponin [36], yang memiliki aktivitas farmakologi sebagai sumber antibakteri [37], baik gram positif maupun negatif [38 ; 39], sumber antioksidan [40], sumber antikolesterol [41 '42;43], dan sumber antikanker [44], sehingga selain dapat dikembangkan sebagai minuman probiotik dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh [44] dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan aktif dalam pembuatan kosmetik [45 ; 46; 47;48] dan limbah nya pada penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan baku pupuk cair [49 ;50].

Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah diperoleh dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kombucha bunga telang memiliki kemampuan sebagai antibakteri gram positif dan negatif dan dapat juga dikembangkan sebagai inovasi produk bioteknologi terkini. Fermentasi kombucha bunga telang dengan konsentrasi madu Baduy Produk SR12 sebesar 40% memiliki aktivitas sebagai antibakteri tertinggi jika dibandingkan dengan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi madu Baduy Produk SR12 konsentrasi 20% dan 30%. Nilai rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebesar 20,08 mm dengan kategori kuat, *Staphylococcus epidermidis* 17,98 mm dengan kategori kuat, *Pseudomonas aeruginosa* 17,27 mm dengan kategori kuat, dan *Escherichia coli* 16,59 mm dengan kategori kuat.



Daftar Pustaka

- [1] Priyono, P., Riswanto, D. 2021. Studi Kritis Minuman Teh Kombucha: Manfaat Bagi Kesehatan, Kadar Alkohol Dan Sertifikasi Halal. *International Journal Mathla'ul Anwar of Halal Issues*. 1(1): 9-18. <https://doi.org/10.30653/ijma.202111.7>
- [2] Suhardini, P.N., Zubaidah, E. 2016. Studi Aktivitas Antioksidan Kombucha Dari Berbagai Jenis Daun Selama Fermentasi. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 4(1). <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/322>.
- [3] Rezaldi, F., Taupiqurrohman, O., Fadillah, M.F., Rochmat, A., Humaedi, A., Fadhilah, F. 2021. Identifikasi Kandidat Vaksin Covid-19 Berbasis Peptida Dari Glikoprotein Spike Sars Cov-2 Untuk Ras Asia Secara In Silico. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. 10(1): 77–85. <https://doi.org/10.22435/jbmi.v10i1.5031>
- [4] Shereen, M.A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N., Siddique, R. 2020. COVID-19 Infection: Origin, Transmission, And Characteristics Of Human Corona Viruses. *Journal of Advanced Research*. 24: 91. <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jare.2020.03.005>
- [5] Al-Kalifawi, E.J. 2014. Antimicrobial Activity Of Kombucha (Kh) Tea Against Bacteria Isolated From Diabetic Foot Ulcer. *Journal of Biotechnology Research Center*. 8(4): 27–33. <https://doi.org/10.12816/0010111>.
- [6] Pertiwi, F.D., Rezaldi, F., Puspitasari, R. 2022. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *BIOSAINSTROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC)*. 7(2): 57-68. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v7i2.471>
- [7] Hunaefi, D., Akumo, D.N., Smetanska, I. 2013. Effect Of Fermentation On Antioxidant Properties Of Red Cabbages. *Food Biotechnology*. 27(1): 66–85. <https://doi.org/10.1080/08905436.2012.755694>
- [8] Dibyanti, P., Radiati, L.E., Rosyidi, D. 2014. Effect Of Addition Of Various Concentrations Of Culture & Incubation Period On Ph, Acidity Levels, Viscosity & Syneresis Set Yoghurt. *Jurnal Ilmu Ternak*. 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00201-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00201-1)
- [9] Saati, E.A. 2016. Antioxidant Power Of Rose Anthocyanin Pigment. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 11(17): 1201–1204. <https://eprints.umm.ac.id/57868/>
- [10] Yanti, N.A., Ambardini, S., Ardiansyah, A., Marlina, W.O., Cahyanti, K.D. 2020. Aktivitas Antibakteri Kombucha Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dengan Konsentrasi Gula Berbeda. *Berkala Sainstek*. 8(2): 35–40. <https://doi.org/10.19184/bst.v8i2.15968>.
- [11] Rezaldi, F., Ningtias, R.Y., Anggraeni, S.D., Ma'ruf, A., Fatonah, N.S., Pertiwi, F.D., Fitriyani, A., Lucky, D., Sunarlin, U.S., Fadillah, M.F., Subekhi, A.I. 2021. Pengaruh Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai Antibakteri Gram Positif Dan Negatif. *Jurnal Biotek*. 9 (2). <https://doi.org/10.24252/jb.v9i2.25467>
- [12] Sarwono, B. 2001. *Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis Lebah Madu*. Jakarta; AgroMedia
- [13] Rosita. 2007. *Berkat Madu*. Bandung; Qanita
- [14] Hidayat, D. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta; Andi offset.
- [15] Marwati, H.S., Handria, R. 2013. Pengaruh Konsentrasi Gula Dan Starter Terhadap Mutu Teh Kombucha. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 8(02): 49–53. <https://jtpunmul.files.wordpress.com/2014/03/2-vol-8-no-2-marwati.pdf>
- [16] Murti, T.W. 2007. Kajian Cita Rasa Dan Ragam Asam Organik Fermentasi Susu Kambing Menggunakan Bakteri *Lactobacillus casei*. *J. Indon.Trop.Anim.Agric*. 32 (4).



- [17] Koswara, S. 2009. *Madu: Jenis Dan Penggunaannya*. Semarang; eBook Pangan Unimus. 2009.
- [18] Malbasa, R., Loncar, E., Djuric, M. 2008. Comparison Of The Products Of Kombucha Fermentation On Sucrose And Milasses. *Journal Food Chemistry*. 106: 1039-1045.
- [19] Kunnaryo, H.J, Wikandari, P.R. 2021. Antosianin Dalam Produksi Fermentasi Dan Perannya Sebagai Antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*. 10(1):24–36. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/unesa-journal-of-chemistry/article/view/40298>.
- [20] Wiczowski, W., Szawara-Nowak, D., Topolska, J. 2015. Changes In The Content And Composition Of Anthocyanins In Red Cabbage And Its Antioxidant Capacity During Fermentation, Storage And Stewing. *Food Chemistry*. 167: 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.087>
- [21] Chayati, I, Isnati, M. 2014. *Kandungan Komponen Fenolat, Kadar Fenolat, Dan Aktivitas Antioksidan Madu Dari Beberapa Daerah Di Jawa Dan Sumatera*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [22] Beek, S.V., Priest, F.G. 2000. Decarboxylation Of Substituted Cinnamic Acid By Lactic Acid Bacteria Isolated During Malt Whisky Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*. 5322-28.
- [23] Utami, S.R., Eva, P.S., Inayati. 2014. *Pengaruh Waktu Hidrolisa Dan Konsentrasi Asam Pada Hidrolisa Pati Kentang Dengan Katalis Asam*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [24] Suranto, A. 2004. *Khasiat Dan Manfaat Madu Herbal*. Jakarta; AgroMedia Pustaka.
- [25] Frank, G.W. 1996. *Kombucha Healthy Beverage And Natural Remedy From The Far East*. Austria; Publishing House Ennsthaler.
- [26] Kumar, V., Joshi, V.K. 2016. Kombucha: Technology, Microbiology, Production, Composition And Therapeutic Value. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 6(1): 13–24. <http://dx.doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00022.2>.
- [27] Loypimai, P., Moongngarm, A., Chottanom, P. 2016. Thermal And Ph Degradation Kinetics Of Anthocyanins In Natural Food Colorant Prepared From Black Rice Bran. *Journal of Food Science and Technology*. 53(1): 461–470. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2002-1>
- [28] Konchzak, I., Zhang, W. 2014. Anthocyanins more Than Natures Colours. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 5(2): 239-250.
- [29] Khaleil, M.M., Abd Ellatif, S., Soliman, M.H., Abd Elrazik, E.S., Fadel, M.S. 2020. A Bioprocess Development Study Of Polyphenol Profile, Antioxidant And Antimicrobial Activities Of Kombucha Enriched With *Psidium guajava* L. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 9(6): 1204–1210. <https://office2.jmbfs.org/index.php/JMBFS/article/view/4505>
- [30] Battikh, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A., Ammar, E. 2013. Antibacterial And Antifungal Activities Of Black And Green Kombucha Teas. *Journal of Food Biochemistry*. 37(2): 231–236. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2011.00629.x>
- [31] Allison, D.G., Lambert, P.A. 2015. *Modes Of Action Of Antibacterial Agents*. Dalam *Molecular Medical Microbiology*. Elsevier. 583-598 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397169-2.00032-9>.
- [32] Sreeramulu, G., Zhu, Y., Knol, W. 2000. Kombucha Fermentation And Its Antimicrobial Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(6): 2589–2594. <https://doi.org/10.1021/jf991333m>



- [33] Borkani, R.A., Doudi, M., Rezayatmand, Z. 2016. Study Of The Anti-Bacterial Effects Of Green And Black Kombucha Teas And Their Synergetic Effect Against Some Important Gram Positive Pathogens Transmitted By Foodstuff. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*. 7: 1741–1747. <https://bipublication.com/files/201603207Monir.pdf>
- [34]. Fadillah, M. F., Hariadi, H., Kusumiyati, K., Rezaldi, F., & Setyaji, D. Y. (2022). Karakteristik biokimia dan mikrobiologi pada larutan fermentasi kedua kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai inovasi produk bioteknologi terkini. *Jurnal Biogenerasi*, 7(2), 19-34. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v7i2.1765>
- [35]. Kusumiyati, K., Setyaji, D.Y., Fadillah, M.F., & Rezaldi, F. (2022). Uji Daya Hambat Madu Hutan Baduy Sebagai Substrat Pada Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen. *MEDFARM: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 11(2), 142-160. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v11i2.109>
- [36]. Abdilah, N. A., Rezaldi, F., Pertiwi, F. D., & Fadillah, M. F. (2022). Fitokimia Dan Skrining Awal Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Bahan Aktif Sabun Cuci Tangan Probiotik. *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 11(1), 44-61. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v11i1.72>
- [37]. Rezaldi, F., Hidayanto, F., Setyaji, D. Y., Fathurrohman, M. F., & Kusumiyati, K. (2022). Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antibakteri *Streptococcus* mutan Dan *Klebsiella pneumoniae* BERDASARKAN Konsentrasi Gula Yang Berbeda Beda. *Jurnal Farmagazine*, 9(2), 21-27. <http://dx.doi.org/10.47653/farm.v9i2.608>
- [38]. Rochmat, A., Aditya, G., Kusmayanti, N., Kustiningsih, I., Hariri, A., & Rezaldi, F. (2022). Invitro Activity and Docking Approach In Silico Leaf Extract *Syzygium polyanthum* (Wight) Walp. as a *Salmonella typhi* Inhibitor. *Trends in Sciences*, 19(16), 5654-5654. <https://doi.org/10.48048/tis.2022.5654>
- [39]. Ma'ruf, A., Safitri, E., Ningtias, R. Y., Pertiwi, F. D., & Rezaldi, F. (2022). Antibakteri Gram Positif Dan Negatif Dari Sediaan Sabun Cuci Piring Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi. *Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*, 1(2), 16-25. <https://doi.org/10.56127/jukeke.v1i2.115>
- [40]. Situmeang, B., Shidqi, M. M. A., & Rezaldi, F. (2022). The Effect Of Fermentation Time On Antioxidant And Organoleptic Activities Of Bidara (*Zizipus Spina Cristi* L.) Kombucha Drink. *Biotik: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 10(1), 73-93. <http://dx.doi.org/10.22373/biotik.v10i1.11370>
- [41]. Rezaldi, F., Setiawan, U., Kusumiyati, K., Trisnawati, D., Fadillah, M. F., & Setyaji, D. Y. (2022). Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) dengan Variasi Gula Stevia sebagai Antikolesterol pada Bebek Pedaging. *Jurnal Dunia Farmasi*, 6(3), 156-169. <https://doi.org/10.33085/jdf.v6i3.5279>
- [42]. Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Agustiansyah, L. D., Trisnawati, D., & Pertiwi, F. D. (2022). Pengaruh Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Penurun Kadar Kolesterol Bebek Pedaging Berdasarkan



- Konsentrasi Gula Aren Yang Berbeda-Beda. *Jurnal Biogenerasi*, 7(2), 57-67.
<https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v7i2.1772>
- [43]. Kolo, Y., Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Trisnawati, D., Pamungkas, B. T., Ma'ruf, A., & Pertiwi, F. D. (2022). Antikolesterol Pada Ayam Boiler (*Gallus Domesticus*) Dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian (JIPANG)*, 4(2), 30-36.
- [44]. Taupiqurrohman, O., Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Amalia, D., & Suryani, Y. (2022). Anticancer Potency of Dimethyl 2-(2-Hydroxy-2-Methoxypropylidene) Malonate in Kombucha. *Jurnal Biodjati*, 7(1), 86-94.
<https://doi.org/10.15575/biodjati.v7i1.14634>
- [45]. Rezaldi, F., Junaedi, C., Ningtias, R. Y., Pertiwi, F. D., Sasmita, H., Somantri, U. W., & Fathurrohman, M. F. (2022). Antibakteri *Staphylococcus Aureus* dari Sediaan Sabun Mandi Probiotik Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi. *Jurnal Biotek*, 10(1), 36-51. <https://doi.org/10.24252/jb.v10i1.27027>
- [46]. FATONAH, Nisa Siti et al. Uji Aktivitas Antibakteri *Escherichia Coli* Pada Formulasi Sediaan Sabun Cair Mandi Probiotik Dengan Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *AGRIBIOS*, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 27-37, june 2022. ISSN 2723-7044. <https://doi.org/10.36841/agribios.v20i1.1510>
- [47]. Halimatusyadiah, L., Octavia, R., Safitri, E., Rezaldi, F., Fadillah, M. F., & Trisnawati, D. (2022). Uji Daya Hambat Bakteri *Staphylococcus epidermidis*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli* Dari Produk Bioteknologi Farmasi Berupa Sabun Cuci Tangan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L). *Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*, 1(3), 85-92. <https://doi.org/10.56127/jukeke.v1i3.381>
- [48]. Rezaldi, F., Agustiansyah, L. D., Safitri, E., Oktavia, S., & Novi, C. (2022). Antifungi *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, dan *Pitosporum ovale* Dari Sediaan Sampo Probiotik Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Produk Bioteknologi Farmasi. *Pharmaqueous: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 4(1), 45-52.
<https://doi.org/10.36760/jp.v4i1.385>
- [49]. Rezaldi, F., & Hidayanto, F. (2022). Potensi Limbah Fermentasi Metode Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoriaternateal*) Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsium Frutences* l. Var Cengek). *JURNAL PERTANIAN CEMARA*, 19(2), 79-88. <https://doi.org/10.24929/fp.v19i2.2239>
- [50]. Saddam, A., Fathurrohman, M. F., Rezaldi, F., Kolo, Y., & Hidayanto, F. (2022). Pengaruh Limbah Fermentasi Metode Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Tomat (*Lycopersicum esculantum* L). *AGRIBIOS*, 20(2), 179-186.
<https://doi.org/10.36841/agribios.v20i2.2291>