

Original Research

Antibakteri Clostridium botulinum dari Bunga Telang (Clitoria ternatea L) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha

Antibacterial Clostridium botulinum from Telang Flower (Clitoria ternatea L) Through Kombucha Fermentation Biotechnology Method

Fernanda Desmak Pertiwi^{1*}, Aris Ma'ruf¹, Siska Dwi Anggraeni¹, Firman Rezaldi¹, Titin Sulastri², Desi Trisnawati³, M. Fariz Fadillah³, Kusumiyati⁴

1 Program Studi Farmasi, Fakultas Sains Farmasi, dan Kesehatan, Universitas Mathla'ul Anwar, Banten, Indonesia

2 Program Studi Biologi, Fakultas Matematika, dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent, Bandung, Indonesia

3 Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Mathla'ul Anwar, Banten, Indonesia

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

* *Email corresponding author: dpfernanda6@gmail.com*

Received: 31 October 2022

Revised: 25 November 2022

Accepted: 28 November 2022

Abstrak: Keracunan pada produk makanan yang diolah secara tidak higienis dapat disebabkan oleh bakteri Clostridium botulinum, sehingga dapat menyerang sistem saraf dan juga lumpuh. Bunga telang (Clitoria ternatea L) yang difermentasi oleh kombucha merupakan salah satu minuman probiotik yang digunakan untuk mencegah atau menghambat pertumbuhan bakteri Clostridium botulinum. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi secara ilmiah terhadap aktivitas farmakologi pada kombucha bunga telang sebagai antibakteri Clostridium botulinum pada berbagai konsentrasi gula pasir putih sebesar 20%, 30%, dan 40%. Rancangan penelitian ini adalah dengan membuat 3 sediaan kombucha bunga telang pada konsentrasi gula pasir putih sebesar 20%, 30%, dan 40% serta akuades sebagai kontrol negatif dan kombucha berbahahan dasar teh hitam sebagai kontrol positif. Metode yang digunakan dalam menguji daya hambat pertumbuhan bakteri Clostridium botulinum adalah difusi cakram. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah ANOVA satu jalur pada taraf kepercayaan 95% dan uji lanjut melalui analisis pos hoc. Hasil penelitian berdasarkan ANOVA satu jalur dengan Fhitung lebih besar daripada Ftable dan analisis pos hoc membuktikan bahwa kombucha bunga telang berkolerasi secara positif dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji pada seluruh perlakuan. Konsentrasi 40% merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji dengan rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan adalah sebesar 18,35 mm dan masuk dalam kategori kuat

Kata kunci: Kombucha, Bunga Telang, Clostridium botulinum

Abstract: Poisoning in food products that are processed unhygienically can be caused by the bacterium Clostridium botulinum, so that it can attack the nervous system and also become paralyzed. Telang flower (Clitoria ternatea L) fermented by kombucha is one of the probiotic drinks used to prevent or inhibit the growth of Clostridium botulinum bacteria. This study aims to provide scientific information on the pharmacological activity of telang flower kombucha as an antibacterial Clostridium botulinum at various concentrations of white sugar of 20%, 30%, and 40%. The design of this study was to make 3 preparations of telang flower kombucha at concentrations of white sugar of 20%, 30%, and 40% as well as aquadest as a negative control and black tea-based kombucha as a positive control. The method used to test the inhibition of bacterial growth Clostridium botulinum is disc diffusion. Analysis of the data used in this study was a one-way ANOVA at the 95% confidence level and further test through post hoc analysis. The results based on a one-way ANOVA with F-count greater than Ftable and post hoc analysis proved that kombucha telang flower was positively correlated in inhibiting the growth of test bacteria in all treatments. The concentration of 40% is the best concentration in inhibiting the growth of the test bacteria with an average diameter of the resulting inhibition zone of 18.35 mm and is included in the strong category.

Keywords: Kombucha, Telang Flower, Clostridium botulinum

1. Pendahuluan

Usus yang sehat merupakan salah satu pertanda adanya peningkatan pada sistem kekebalan tubuh karena hal tersebut pertanda juga adanya flora normal dalam batas yang wajar atau terkendali. Flora normal yang terdapat pada tubuh pada kondisi yang tidak terkendali dapat menyebabkan penyakit maupun infeksi serta menurunnya imunitas. Baik berupa bakteri gram positif maupun negatif, jamur, serta virus yang saat ini menjadi *trending topic* di dunia yaitu COVID-19 (Rezaldi et al., 2021). Salah satu bakteri gram positif yang dapat menyebabkan penyakit maupun infeksi pada produk makanan yang terkemas dari kaleng adalah *Clostridium botulinum*.

Bakteri gram positif khususnya pada spesies *Clostridium botulinum* ini berpotensi dalam menghasilkan toksik pada produk makanan seperti olahan daging yang tidak sempurna (Hertiana, 2017). Racun yang diproduksi oleh bakteri spesies ini berpotensi dalam menyerang sistem syaraf. Gejala awal dari toksin yang sudah menyerang organisme targetnya adalah terjadinya kelumpuhan walaupun pada jumlah sedikit racun yang ditelannya. Racun yang dihasilkan oleh bakteri tersebut berasal dari sel berupa toksin progenitor yang berpotensi diaktifkan oleh enzim-enzim jenis tertentu sebagai bagian atau komponen yang toksik pada tubuh organisme yang diserang atau targetnya (Yuswita, 2014).

Solusi yang dapat ditawarkan dalam mencegah ataupun menghambat pertumbuhan bakteri gram positif tersebut adalah dengan konsep *back to nature*. *Back to nature* merupakan salah satu upaya dalam pemanfaatan bahan herbal yang berpotensi sebagai sumber antibakteri (Pertiwi et al., 2022). Bunga telang (*Clitoria ternatea* L) merupakan salah satu bahan alam yang memiliki komponen bioaktif (alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid/triterpenoid) dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Pertiwi et al., 2022) melalui mekanisme seluler yang masing-masing.

Bunga telang yang difermentasi oleh kombucha merupakan salah satu penelitian terbaru untuk menghambat pertumbuhan bakteri pada spesies *Clostridium botulinum*. Penelitian sebelumnya telah terungkap bahwa kombucha bunga telang merupakan salah satu minuman probiotik yang berpotensi sebagai peningkat sistem kekebalan tubuh (Rezaldi et al., 2022). Sumber antibakteri (Rezaldi et al., 2021) baik pada bakteri gram positif maupun negatif (Fadillah et al., 2022 ; Rezaldi et al., 2022 ; Rochmat et al., 2022) sumber antimikroba (Puspitasari et al., 2022), sumber antioksidan (Situmeang et al., 2022), sumber antifungi (Rezaldi et al., 2022), serta sumber antikanker (Taupiqurrohman et al., 2022). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Abdilah et al (2022) telah terbukti bahwa kombucha bunga telang secara kualitatif mengandung senyawa metabolit sekunder seperti golongan alkaloid, flavonoid, dan saponin.

2. Metode

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan membuat 5 sediaan teh fermentasi kombucha yaitu larutan fermentasi kombucha teh hitam sebagai kontrol positif, larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi gula 20%, larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi gula 30%, larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi 40% (Fatthurohim et al., 2022), dan akudes steril sebagai kontrol negatif (Rezaldi et al., 2022). Dasar penggunaan konsentrasi gula yang berbeda-beda merupakan salah satu upaya dalam mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Hal tersebut mengutip pada hasil penelitian Yanti et al., (2020).

Bahan-Bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah gula pasir putih yang berfungsi sebagai substrat atau nutrisi selama proses fermentasi kombucha berlangsung. Teh hitam yang berfungsi sebagai pembanding yang terstandar (kontrol positif) Dario ketiga perlakuan. Akuades steril berfungsi sebagai pembanding secara umum yaitu berupa kontrol negatif. Bunga telang (*Clitoria ternatea*

L) yang diperoleh dari Kampung Pekuncen, Desa Ciwedus, Kota Cilegon dan Provinsi Banten sebagai bahan utama dalam proses fermentasi kombucha. *Scoby* yang telah diperoleh dari Rumah Fermentasi Tangerang, Banten berfungsi sebagai kultur awal atau *starter*. Media *Muller Hinton Agar* (MHA) berfungsi sebagai tempat pertumbuhan bakteri uji. *Clostridium botulinum* berfungsi sebagai bakteri uji atau variabel terikat yang akan dites pada seluruh perlakuan baik pembanding (kontrol positif-negatif) maupun larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40% (Rezaldi et al., 2022).

Alat-Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah timbangan analitik berfungsi sebagai alat ukur bahan-bahan penelitian baik pada gula, bunga telang, dan juga teh hitam yang akan difermentasi oleh *Scoby*. Blender berfungsi untuk menghaluskan daun teh hitam. Gelas ukur berfungsi untuk mengukur larutan dan akudes. Erlenmeyer 500 mL berfungsi untuk mengukur larutan dan akuades. Spatula untuk mengambil objek penelitian baik berupa bahan kimiawi maupun biologis. Corong laboratorium berfungsi untuk memindahkan atau memasukkan ke dalam wadah. Kompor gas laboratorium berfungsi untuk memanaskan larutan. Panci *stainless steel* berfungsi untuk memanaskan larutan teh bersamaan dengan kompor gas laboratorium. Toples kaca berfungsi sebagai inkubator pada kombucha. Kain katun berfungsi untuk menutup toples ketika fermentasi kombucha berjalan secara langsung. Pisau berfungsi sebagai alat pemotong pada bahan yang akan digunakan. Karet gelang berfungsi sebagai pengikat pada kain katun ketika ditutup diatas toples dan proses fermentasi kombucha berjalan selama 12 sampai 14 hari. Sarung tangan berfungsi sebagai pelindung tangan dari bahan-bahan kimia yang berbahaya. Labu ukur berfungsi pengencer zat tertentu hingga batas leher.

Termometer berfungsi untuk mengukur suhu. *Beaker glass* berfungsi untuk mengaduk, mencampur, dan memanaskan cairan ketika dilaboratorium. Pipet tetes berfungsi untuk memindahkan cairan dengan volume yang kecil dan jarak tertentu. Aluminium foil berfungsi untuk penutup erlenmeyer maupun tabung reaksi. Penangas air berfungsi untuk menciptakan suhu yang konstan. *Laminair Air Flow* (LAF) berfungsi untuk menginokulasi atau menguji bakteri uji yang akan dilakukan. Mikropipet yang berukuran 100 maupun 1000 mikro liter mengambil atau memindahkan cairan baik pada jumlah kecil dan besar. Jangka sorong analitik berfungsi untuk mengukur rata-rata diameter zona hambat pada pertumbuhan bakteri uji. *Bluetip & yellowtip* berfungsi untuk menampung cairan secara sementara yang akan dipindahkan pada alat lab lainnya. Autoklaf berfungsi untuk sterilisasi alat basah dan media.

Tahapan Kerja

Pengumpulan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L)

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L) yang terdapat di Kampung Pekuncen, Desa Ciwedus, Kota Cilegon, Banten diambil sebanyak 500 gram dengan kondisi segar, selanjutnya dilakukan pencucian hingga bersih pada air mengalir serta dikeringanginkan untuk disimpan pada wadah yang bersih maupun direbus hingga dingin lalu difermentasi menggunakan *scoby* (Rezaldi et al., 2022).

Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L)

Menyiapkan alat dan bahan utama seperti toples kaca, gula sebagai nutrisi atau substrat, *baby scoby* dan *scoby* sebagai *starter*. Mengukur bunga telang sebanyak 500 gram dan teh hitam dalam 1 liter air. Menimbang air sebesar 7,2% sampai tersisa hingga 2,4% air untuk kombucha bunga telang maupun teh hitam. Menambahkan konsentrasi gula pasir putih sebesar 20%, 30%, dan 40%. Memanaskan gula hingga mendidih selama 10 menit serta menuangkan kedalam toples kaca yang telah ditambahkan konsentrasi larutan gula pasir putih. Mendinginkan air rebusan dengan suhu 25°C serta menambahkan kultur awal kombucha sebesar 8% (v/v) pada usia 1 minggu diseluruh perlakuan kecuali kontrol negatif. Menutup toples

kaca dengan kain penutup serta karet dengan tujuan supaya proses fermentasi berjalan secara statis selama 12 hari hingga 14 hari pada suhu ruang (Rezaldi et al., 2022).

Uji Daya Hambat Bakteri *Clostridium botulinum* Dengan Metode Difusi Cakram

Cawan petri sebanyak 24 buah disiapkan untuk dituangkan pada media *Muller Hinton Agar* (MHA) pada 15 mL cawan petri secara masing-masing. Memastikan media tersebut hingga padat. Lidi dan kapas steril dimasukkan pada bagian dalam suspensi bakteri uji yaitu *Clostridium botulinum*. Media MHA (*Muller Hinton Agar*) yang tertutup secara rapat sebelumnya diusapkan. *Disk* yang sudah direndam ditempelkan pada sediaan larutan fermentasi kombucha dengan variasi konsentrasi gula pasir putih. Cawan I berisi larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi gula pasir putih sebesar 20%. Cawan II berisi larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi gula pasir putih sebesar 30%. Cawan III berisi larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi gula pasir putih sebesar 40%. Cawan IV berisi larutan fermentasi kombucha teh hitam sebagai kontrol positif. Cawan V berisi akuades steril sebagai kontrol negatif. Kelima cawan petri tersebut dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali serta menginkubasi selama 24 jam. Mengukur rata-rata diameter zona hambat pada masing-masing konsentrasi larutan fermentasi kombucha bunga telang yang disertai pembanding nya baik dalam bentuk kontrol positif maupun negatif (Pamungkas et al., 2022).

Analisis Data

Data yang diperoleh berupa rata-rata diameter zona hambat pada seluruh perlakuan maupun pembanding dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum* diolah menggunakan ANOVA satu jalur pada taraf kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan secara nyata dan terkecil maka akan dilanjutkan melalui uji lanjut yaitu berupa analisis *pos – hoc* (Ma’ruf et al., 2022).

3. Hasil

Tabel 1 menunjukkan bahwa bunga telang yang telah dihasilkan melalui metode bioteknologi fermentasi kombucha pada konsentrasi gula pasir putih pada konsentrasi secara keseluruhan memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji yaitu *Clostridium botulinum* dan konsentrasi gula pasir putih sebesar 40% pada kombucha bunga telang merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji jika dibandingkan dengan konsentrasi 20%, 30%, kontrol negatif serta kontrol positif berupa kombucha berbahan dasar teh hitam. Rata-rata diameter zona hambat yang dihasilkan adalah sebesar 18,35 mm dengan kategori kuat. Berikut ini merupakan tabel 1 mengenai hasil pengukuran rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum* secara keseluruhan.

Tabel 1. Hasil perhitungan Rata-Rata Diameter Zona Hambat Pada Media MHA

Spesies	Diameter zona hambat (mm)	Kontrol negatif (mm)	kontrol positif (mm)	Diameter zona hambat setiap Konsentrasi Fermentasi kombucha bunga telang(mm)		
				20%	30%	40%
<i>Clostridium botulinum</i>	I	0	15,02	6,7	7,03	16,70
	II	0	15,03	6,6	8,00	18,80
	III	0	15,50	6,4	8,7	19,55
	Rata-rata	0	15,18	6,6	7,91	18,35

Tabel 2. Pengujian Normalitas Data

	Uji <i>saphiro-Wilk</i>	Sig
<i>Clostridium botulinum</i>		0,63

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai F tabel yang dihasilkan adalah sebesar 0,63 dan tentunya lebih tinggi dari nilai F hitung yang telah ditentukan yaitu sebesar 0,05, sehingga dapat dilakukan uji selanjutnya yaitu analisis data yang varians atau homogeny yang tercantum pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Varians Data

Uji Varians Data	Sig
<i>Clostridium botulinum</i>	0,53

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan secara keseluruhan yaitu berupa rata-rata diameter zona hambat dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum* memiliki variasi data yang sama atau homogen, sehingga dapat dilakukan uji ANOVA satu jalur yang terlampir pada tabel 4.

Tabel 4. Uji ANOVA Satu Jalur

Uji ANOVA Satu Jalur	Sig
<i>Clostridium botulinum</i>	0,03

Tabel 4 merupakan salah satu pengujian ANOVA satu jalur dimana F tabel yang dihasilkan dibawah F hitung yang telah ditetapkan yaitu sebesar 0,05, sehingga dapat dilakukan uji lanjut melalui analisis *pos hoc* yang tercantum pada tabel 5.

Tabel 5. Analisis Pos Hoc

Spesies				Kontrol Positif	Kontrol Negatif
	20%	30%	40%		
<i>Clostridium botulinum</i>	20%	-	0,333	0,006*	0,000*
	30%	0,333	-	0,333	0,000*
	40%	0,006*	0,66	-	0,000*
	Kontrol Positif	0,000*	0,000*	0,000*	-
Keterangan:					
*: Menyatakan terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$)					

Tabel 5 merupakan uji lanjut berupa analisis *pos hoc*. Tabel 5 telah membuktikan bahwa kontrol positif berupa kombucha berbahan dasar teh hitam memiliki perbedaan secara bermakna pada konsentrasi gula 20% dan 30% larutan fermentasi kombucha bunga telang sebagai antibakteri *Clostridium botulinum* namun tidak berbeda nyata terhadap larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi gula pasir putih sebesar 40%. Kontrol negatif berupa akuades steril memiliki perbedaan secara nyata pada seluruh perlakuan. Konsentrasi gula pasir putih sebesar 20% memiliki perbedaan secara nyata terhadap dua perbandingan baik kontrol positif maupun negatif, konsentrasi gula pasir putih sebesar 40% larutan fermentasi kombucha bunga telang dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum*, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi gula pasir putih sebesar 30% pada larutan fermentasi kombucha bunga telang. Konsentrasi gula pasir putih sebesar 30% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum* memiliki perbedaan terhadap kedua perbandingan dan konsentrasi gula pasir putih 40% pada kombucha bunga telang namun tidak berbeda nyata terhadap kombucha bunga telang pada konsentrasi gula pasir putih sebesar 20%. Konsentrasi 40% pada kombucha bunga telang memiliki perbedaan secara nyata terhadap kontrol negatif, kombucha bunga telang pada konsentrasi 20% dan 30% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum*, namun tidak memiliki perbedaan secara nyata pada kontrol positif sebagai antibakteri *Clostridium botulinum*.

4. Pembahasan

Pengukuran diameter zona hambat pada pertumbuhan bakteri patogen dengan spesies *Clostridium botulinum* pada sediaan minuman probiotik yang berbahan dasar bunga telang melalui metode bioteknologi fermentasi kombucha memanfaatkan dengan perlakuan yang sama seperti pada riset sebelumnya yaitu berupa difusi cakram (Rezaldi et al., 2022). Keunggulan dari metode difusi cakram tersebut diantaranya adalah praktis dalam pengujian, memiliki tingkat kepekaan yang tinggi baik pada bakteri aerob maupun fakultatif aerob, cepat dalam memberikan hasil, dan cocok untuk digunakan dalam suatu penelitian (Rezaldi et al., 2022). Berdasarkan hasil perhitungan pada rata-rata diameter zona hambat sekitar kertas cakram pada kontrol negatif berupa akuades steril tidak menunjukkan sama sekali zona bening yang terbentuk. Kontrol positif berupa teh hitam menghasilkan rata-rata diameter zona hambat sebesar 15,83 mm dengan kategori kuat. Larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi 20% menghasilkan rata-rata diameter zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri uji sebesar 6,6 dengan kategori sedang. Larutan fermentasi kombucha bunga telang pada konsentrasi 30% telah menghasilkan rata-rata diameter zona hambat sebagai antibakteri *Clostridium botulinum* sebesar 7,91 mm dengan kategori sedang. Konsentrasi gula pasir putih sebesar 40% pada fermentasi kombucha bunga telang dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji telah menghasilkan rata-rata diameter zona hambat sebesar 18,35 mm dengan kategori kuat.

Pada tabel 1 yang tercantum diatas telah diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi gula pasir putih maka terbukti semakin meningkat dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji. Konsentrasi gula pasir putih pada kombucha bunga telang sebesar 40% merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji jika dibandingkan dengan dua konsentrasi lain nya bahkan kedua pembanding nya baik kontrol positif berupa kombucha yang berbahan dasar teh hitam maupun kontrol negatif berupa akuades steril.

Hal tersebut disebabkan karena kombucha bunga telang pada hasil penelitian sebelumnya memiliki kandungan metabolit sekunder berupa golongan alkaloid, flavonoid, dan saponin yang berpotensi sebagai antibakteri (Rezaldi et al., 2022). Alkaloid yang terkandung pada larutan fermentasi kombucha bunga telang bekerja sebagai antibakteri dengan cara mengganggu komponen peptidoglikan pada sel bakteri patogen sehingga lapisan yang terdapat pada dinding sel bakteri patogen tidak berpotensi untuk disintesis secara utuh serta menyebabkan kematian pada bakteri patogen tersebut (Darsana et al., 2022).

Golongan metabolit sekunder dari flavonoid yang bekerja secara seluler dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen adalah menyebabkan denaturasi serta koagulasi protein yang terkandung pada sel bakteri patogen sehingga sel bakteri patogen mampu memanfaatkan terkait perbedaan diantara kepolaran lipid sebagai pensintesis sel bakteri patogen bersama gugus alkohol yang terdapat pada senyawa flavonoid (Abdilah et al., 2022) pada kombucha bunga telang. Golongan metabolit sekunder seperti saponin pada kombucha bunga telang bekerja sebagai antibakteri yaitu dengan cara merusak sintesis protein yang terdapat dari dalam sel bakteri patogen, sehingga berpotensi dalam menurunkan tegangan pada permukaan dinding sel bakteri maupun permeabilitas membran sel bakteri patogen (Rezaldi et al., 2022).

Adanya konsentrasi gula yang berbeda-beda menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Yanti et al., (2020) pada fermentasi kombucha pun dapat mempengaruhi aktivitas farmakologi nya sebagai antibakteri. Hasil penelitian yang diperoleh pada tabel 1 diatas telah membuktikan bahwa konsentrasi gula pasir putih pada kombucha bunga telang sebesar 40% pada penelitian terkini merupakan konsentrasi terbaik dalam menjalankan aktivitas farmakologi nya sebagai antibakteri. Flavonoid yang terkandung dalam kombucha bunga telang perlu diketahui berupa antosianin memiliki aktivitas farmakologi sebagai antibakteri dan juga penyakit degeneratif lain nya seperti kolesterol. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Rezaldi et al., (2022) yang membuktikan bahwa konsentrasi gula

stevia sebesar 40% dan gula aren sebesar 40% pada kombucha bunga telang merupakan konsentrasi terbaik dalam menurunkan kadar kolesterol pada bebek pedaging.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bunga telang yang dihasilkan melalui metode bioteknologi fermentasi kombucha berkolerasi secara positif dalam menghambat pertumbuhan bakteri Clostridium botulinum. Konsentrasi gula pasir putih sebesar 40% pada kombucha bunga telang merupakan konsentrasi terbaik dalam menjalankan aktivitas farmakologinya sebagai antibakteri Clostridium botulinum dengan rata-rata diameter zona hambat yang telah dihasilkan adalah sebesar 18,35 mm dan masuk dalam kategori kuat.

Referensi

- 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>
- Darsana, I. G. O., Besung, I. N. K., & Mahatmi, H. (2012). Potensi daun binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* secara in vitro. *Indonesia Medicus Veterinus*, 1(3), 337-351.
- 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>
- Fathurrohman, M. F., Rezaldi, F., Abdilah, N. A., Fadillah, M. F., & Setyaji, D. Y. (2022). Pengaruh Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Antibakteri *Propionobacterium acne*. *SIMBIOSEA*, 11(1), 16-25. <https://doi.org/10.33373/sim-bio.v11i1.4244>
- Hertiana, E. (2017). Toksin botulinum (kajian pustaka). *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi*, 13(1), 1-3. <https://doi.org/10.32509/jitekqi.v13i1.849>
- 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>
- Pamungkas, B. T., Safitri, A., Rezaldi, F., Andry, M., Agustiansyah, L.D., Fadillah, M.F., Hidayanto, F., & Hariadi, H. (2022). ANTIFUNGAL Trycophyton rubrum AND Trycophyton mentagrophytes IN LIQUID BATH SOAP FERMENTED PROBIOTIC FLOWER TELANG (*Clitoria ternatea* L) AS A PHARMACEUTICAL BIOTECHNOLOGY PRODUCT. *BIOTIK : Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 10(2), 179-196. <http://dx.doi.org/10.22373/biotik.v.10i2.15160>
- Pertiwi, F. D., Rezaldi, F., & Puspitasari, R. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. *BIOSAIN TROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC)*, 7(2), 57-68. <https://doi.org/10.33474/e-ibst.v7i2.471>
- Pertiwi, F. D., Rezaldi, F., & Puspitasari, R. (2022). Uji Aktivitas Dan Formulasi Sediaan Liquid Body Wash Dari Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antibakteri *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 1(1), 53-66. <https://doi.org/10.55606/klinik.v1i1.257>
- Puspitasari, M., Rezaldi, F., Handayani, E. E., & Jubaedah, D. (2022). Kemampuan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antimikroba (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus hominis*, Trycophyton mentagrophytes, dan Trycophyton rubrum) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha. *Jurnal Medical Laboratory*, 1(2), 1-10. <https://ejournal.stikeskesosi.ac.id/index.php/Medlab/article/view/36>
- Rezaldi, F., Taupiqurrohman, O., Fadillah, M. F., Rochmat, A., Humaedi, A., & Fadhillah, 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>
- Rezaldi, F., Ningtyas, R. Y., Anggraeni, S. D., Ma'ruf, A., Fatonah, N. S., Pertiwi, F. D., Fitriyani, F., A. L. D., US, 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), 169-185. <https://doi.org/10.24252/jb.v9i2.25467>
- Rezaldi, F., Rachmat, O., Fadillah, M. F., Setyaji, D. Y., & Saddam, A. (2022). Bioteknologi Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Sebagai Antibakteri *Salmonella thypi* dan *Vibrio parahaemolyticus* Berdasarkan

Antibakteri Clostridium botulinum dari Bunga Telang (Clitoria ternatea L) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha

- Konsentrasi Gula Aren. *Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas*, 3(1), 13-22. <http://dx.doi.org/10.52742/jgkp.v3i1.14724>
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Mu'jijah, M., Abdilah, N. A., & Meliyawati, M. (2022). Potensi Kombucha Bunga Telang Sebagai Himbuan Kepada Wisatawan Pantai Carita Dalam Meningkatkan Imunitas. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), 867-871. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i2.8472>
- 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>
- 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>
- 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>
- 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.
- Rezaldi, F., Pertiwi, F. D., Yunita, Y., Rustini, R., & Hidayanto, F. (2022). Potensi Buah Nanas Madu Subang (Ananas comasus) sebagai Antibakteri Gram Positif Negatif Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Berdasarkan Konsentrasi Gula Aren Berbeda. *Biofarmasetikal Tropis*, 5(2), 119-126. <https://doi.org/10.55724/jbt.v5i2.400>
- Rochmat, A. ., Aditya, G. ., Kusmayanti, N. ., Kustiningsih, I. ., Hariri, A. ., & Rezaldi, F. . (2022). In Vitro Activity and Docking Approach In Silico Leaf Extract Syzygium polyanthum (Wight) Walp. as a Salmonella typhi Inhibitor . *Trends in Sciences*, 19(16), 5654. <https://doi.org/10.48048/tis.2022.5654>
- 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>
- 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>
- Yanti, N. A., Ambardini, S., Ardiansyah, A., Marlina, W. O. L., & 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>
- Yuswita, E. (2016). Optimasi proses termal untuk membunuh Clostridium botulinum. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(3)