

Analisis Potensi Mukolitik pada Kombucha Terfortifikasi

Adinda Muthmainnah *, Gita Cahya Eka Darma, Bambang Tri Laksono

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

adiinmth@gmail.com, g.c.ekadarma@email.com, bambangtrilaksono@unisba.ac.id

Abstract. Cough is a common health issue frequently experienced by the Indonesian population. In addition to conventional treatments, there is a need for safer alternatives with minimal side effects, one of which is kombucha. Kombucha is a fermented beverage made from sweetened tea fermented with a symbiotic culture of bacteria and yeast, known for its various health benefits. This study aims to develop a kombucha tea formulation fortified with bilimbi fruit, fragrant lemongrass, and basil leaves to enhance mucolytic activity. The method involved making kombucha through the fermentation of sweetened tea with SCOBY culture, followed by fortification with natural ingredients. Viscosity measurements were conducted using cattle intestinal mucus as an in vitro model, with test groups consisting of a negative control, a positive control (acetylcysteine), and five kombucha formulas (F1 to F5). The mucolytic test was performed using a Brookfield viscometer to measure the viscosity of the mucus after treatment. ANOVA analysis showed a significance value of 0.000 ($p < 0.05$), indicating a significant difference. Formula F5, with the highest proportion of bilimbi, achieved a mucolytic effectiveness of 52,4% with a viscosity of 236.80 Cps. This formula was selected as the best based on physical characteristic evaluations and hedonic tests.

Keywords: *Kombucha, Fortification, Bilimbi, Citronella, Basil, Mucolytic.*

Abstrak. batuk merupakan masalah kesehatan umum yang sering dialami masyarakat Indonesia. Selain pengobatan konvensional, diperlukan alternatif pengobatan yang lebih aman dan memiliki efek samping minimal, salah satunya adalah kombucha. Kombucha adalah minuman fermentasi dari teh manis yang difermentasi dengan kultur simbiosis bakteri dan ragi, yang dikenal memiliki berbagai manfaat kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sediaan teh kombucha yang difortifikasi dengan buah belimbing wuluh, batang serai wangi, dan daun kemangi untuk meningkatkan aktivitas mukolitik. Metode yang digunakan mencakup pembuatan kombucha melalui fermentasi teh manis dengan kultur SCOBY, diikuti oleh fortifikasi dengan bahan alami. Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan mukus usus sapi sebagai model in vitro, dengan kelompok uji terdiri dari kontrol negatif, kontrol positif (asetilsistein), dan lima formula kombucha (F1 hingga F5). Uji mukolitik dilakukan menggunakan viskometer Brookfield untuk mengukur kekentalan mukus setelah perlakuan. Analisis ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), mengindikasikan perbedaan signifikan. Formula F5, dengan proporsi tertinggi belimbing wuluh, mencapai efektivitas mukolitik sebesar 52,4% dengan viskositas 236,80 Cps. Formula ini terpilih sebagai yang terbaik berdasarkan evaluasi karakteristik fisik dan uji hedonik.

Kata Kunci: *Kombucha, Fortifikasi, Belimbing wuluh, Serai wangi, Kemangi, Mukolitik.*

A. Pendahuluan

Batuk merupakan gangguan saluran pernapasan atas yang umum terjadi di Indonesia, dengan prevalensi batuk mencapai 25% pada 2018 (Kemenkes RI, 2018). Penyebab batuk bisa berasal dari kebiasaan merokok, paparan asap rokok, dan paparan polusi lingkungan. Batuk merupakan suatu mekanisme pertahanan tubuh untuk mengeluarkan benda asing yang dapat dipicu oleh faktor seperti merokok dan polusi (Pavort et al., 2008). Dalam beberapa kasus, batuk dapat menjadi tanda awal dari penyakit tertentu (Tamaweol et al., 2016). Ketika batuk berdahak terjadi, lendir yang menumpuk di saluran napas dapat mengganggu pernapasan dan membutuhkan penanganan dengan agen mukolitik. Mukolitik merupakan obat batuk yang bekerja dengan memecah serat mukoprotein dan mukopolisakarida dalam sputum, sehingga lendir menjadi lebih cair dan mudah dikeluarkan (Sulistanti et al., 2022). Obat mukolitik seperti asetilsistein dan ambroxol sering digunakan untuk mengatasi gejala batuk berdahak. Namun, penggunaan obat sintesis ini dapat menyebabkan efek samping seperti mual dan urtikaria (Liu et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan upaya alternatif alami yang lebih aman dan minim efek samping (Rizky Hadyan, n.d.).

Beberapa tanaman, seperti buah belimbing wuluh, batang serai wangi, dan daun kemangi, telah terbukti memiliki aktivitas mukolitik. Penelitian menunjukkan bahwa belimbing wuluh dapat menurunkan viskositas lendir hingga 34,35% (Wahyuningsih, 2019), sedangkan serai wangi dan kemangi juga menunjukkan efektivitas serupa (Suntari, 2018; Rahayu et al., 2023). Namun, kombinasi ketiga tanaman ini jika dikonsumsi dalam bentuk rebusan dapat menghasilkan rasa dan aroma yang terlalu kuat, sehingga kurang dapat diterima oleh masyarakat (Nadila Fanny Shafira & Mentari Luthfika Dewi, 2023a).

Salah satu solusi untuk meningkatkan keberterimaan kombinasi tanaman tersebut yaitu dengan memformulasikannya dalam bentuk minuman probiotik, seperti teh kombucha. Teh kombucha merupakan minuman hasil fermentasi teh dan gula dengan kultur simbiosis bakteri dan ragi, yang kaya manfaat kesehatan (Yanti et al., 2020; Antolak et al., 2021). Kombinasi bahan alami dalam kombucha dapat meningkatkan keberterimaan tanpa mengurangi efektivitas mukolitiknya (Nadila Fanny Shafira & Mentari Luthfika Dewi, 2023b).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi teh kombucha yang difortifikasi sebagai produk pangan fungsional yang memiliki aktivitas mukolitik untuk membantu mengatasi batuk berdahak, serta mengembangkan memberikan informasi ilmiah mengenai potensi kombinasi bahan alami dalam teh kombucha.

B. Metode

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental yang diawali dengan determinasi bahan fortifikasi, penapisan fitokimia bahan fortifikasi, pembuatan teh kombucha, penambahan bahan fortifikasi dan pengujian aktivitas mukolitik. Pembuatan kombucha berasal dari larutan teh hijau yang berkualitas dan ragi *Medusomyces gisevii*. Indukan kombucha dibuat dengan fermentasi larutan teh yang telah ditambahkan gula, kemudian difermentasi selama dua minggu. Setelah itu, bahan fortifikasi dipersiapkan dan ditambahkan ke dalam larutan kombucha yang telah difermentasi sebelumnya. Kemudian difermentasi kembali selama dua minggu dengan penambahan bahan fortifikasi dan gula yang selanjutnya akan dilakukan uji aktivitas mukolitik.

Uji aktivitas mukolitik dilakukan secara *in vitro* menggunakan mukosa usus sapi sebagai media uji, dan data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan ditabulasikan untuk menunjukkan efektivitas formula terhadap penurunan mucus. Persentase penurunan efektivitas mukolitik dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$\% \text{ Efektivitas Mukolitik} = \frac{\text{Viskositas Kontrol Negatif} - \text{Viskositas Uji}}{\text{Viskositas Kontrol Negatif}} \times 100\% \quad (1)$$



Gambar 1. Bagan alir penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Determinasi Bahan Fortifikasi

Determinasi merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum menuju tahap lebih lanjut pada proses penelitian. Determinasi tanaman merupakan proses identifikasi dan menentukan spesies tanaman yang digunakan dalam penelitian berdasarkan karakteristik morfologi, anatomi, dan genetiknya. Determinasi dilakukan untuk memastikan bahwa tanaman yang digunakan sesuai dengan spesies yang menjadi subjek penelitian. Determinasi dilakukan di Laboratorium Identifikasi dan Determinasi Herbarium Bandungense, Sekolah Ilmu Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan yaitu kemangi (*Ocimum x africanum* (L.)), serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) dan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* (L.)) dengan nomor surat 2501/IT1.C11.2/TA.00/2025.

Penapisan Fitokimia Bahan Fortifikasi

Penapisan fitokimia merupakan langkah awal yang memberikan gambaran tentang senyawa tertentu dalam bahan yang akan diteliti. Sebelum dilakukan penapisan fitokimia, dilakukan terlebih dahulu preparasi sampel, yang dimulai dengan mengekstraksi senyawa dari berbagai bagian tanaman menggunakan pelarut seperti air atau etanol. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi dengan menggunakan metode infusa. Digunakannya metode infusa karena metode ini mampu mengeluarkan rasa dan aroma alami dari buah belimbing wuluh dan serai wangi, menjadikannya lebih menarik untuk dikonsumsi sebagai minuman herbal. Penggunaan suhu rendah dalam proses infusa juga membantu menjaga stabilitas senyawa sensitif yang mungkin terdegradasi jika menggunakan metode ekstraksi panas yang lebih tinggi. Selain itu, metode infusa relatif mudah dilakukan dan tidak memerlukan peralatan khusus, sehingga sangat praktis untuk digunakan. Lalu, senyawa yang terkandung dalam ketiga tanaman tersebut, seperti flavonoid dan asam organik, dapat diekstraksi dengan baik menggunakan metode ini. Proses preparasi sampel dimulai dengan menyiapkan simplisia kering yang telah dibersihkan dan dihaluskan menggunakan grinder hingga menjadi serbuk halus. Penghalusan dengan grinder bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel agar diperoleh partikel yang homogen. Partikel kecil yang homogen dapat meningkatkan interaksi antara sampel dengan pelarut sehingga proses ekstraksi berlangsung maksimal (Julianto, 2019). Selanjutnya, semua bahan yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam beaker glass dan dicampurkan dengan aquadest. Selanjutnya, campuran tersebut dipanaskan menggunakan waterbath hingga mencapai suhu 90°C selama 15 menit sambil terus diaduk. Setelah itu, larutan infusa disaring dengan saringan halus berupa kain bersih untuk memisahkan ampasnya. Hasil infusa yang diperoleh kemudian dilakukan proses penapisan fitokimia sehingga diperoleh gambaran awal mengenai kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam masing-masing infusa.

Penapisan fitokimia dilakukan secara kualitatif sebagai uji pendahuluan yang dilakukan terhadap infusa dari buah belimbing wuluh, batang serai wangi dan daun kemangi dengan tujuan untuk mengetahui adanya kandungan metabolit sekunder dengan menggunakan pereaksi warna. Penapisan fitokimia yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji senyawa flavonoid, saponin dan tanin.

Hasil penapisan fitokimia yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ketiga bahan fortifikasi yang digunakan mengandung senyawa flavonoid, tanin dan saponin.

Tabel 1. Hasil penapisan fitokimia bahan fortifikasi

Golongan Senyawa	Serai Wangi	Belimbing Wuluh	Kemangi
Flavonoid	+	+	+
Tanin	+	+	+
Saponin	+	+	+

Dimana: (+) = Terdeteksi (-) = Tidak terdeteksi

Kandungan senyawa flavonoid diketahui memiliki berbagai aktivitas, seperti sebagai antivirus, antibakteri, dan antihistamin, serta dapat meningkatkan pergerakan pernapasan. Hal tersebut diduga berperan pada penyembuhan penyakit radang saluran pernapasan (Williaman, 1955), sehingga senyawa ini kemungkinan juga berfungsi sebagai mukolitik yang mempermudah pengeluaran lendir dari saluran pernapasan. Selain itu, keberadaan saponin dalam ketiga bahan tersebut dapat merangsang sekresi dari saluran bronkial, meningkatkan pengeluaran dahak dengan memperbaiki aktivitas silia pada sel-sel epitel pernapasan (Gunawan, 2004). Di sisi lain, senyawa tanin dalam ketiga bahan tersebut juga dapat membentuk ikatan kompleks dengan protein, yang berpotensi menyebabkan denaturasi enzim bakteri dan mengganggu metabolisme. Dengan mengurangi aktivitas bakteri, tanin juga membantu mengurangi peradangan di saluran pernapasan, sehingga menurunkan sekresi lendir berlebih, tanin dapat membantu mengurangi produksi lendir berlebihan secara alami oleh tubuh (Ngajow et al., 2013).

Pembuatan Kombucha

Kombucha merupakan minuman fermentasi yang terbuat dari teh yang dicampur dengan gula dan kultur simbiotik bakteri serta ragi (SCOBY). Kombucha memiliki rasa yang asam, sedikit manis, dan aroma segar, yang bervariasi tergantung pada jenis teh yang digunakan dan lama fermentasi. Aroma khas pada teh kombucha dihasilkan oleh asam-asam organik serta senyawa-senyawa volatil seperti alkohol, asam asetat, dan asam-asam organik yang terbentuk selama fermentasi (Mahadewi *et al.*, 2022). Pembuatan kombucha melibatkan tiga bahan utama yaitu teh, air dan sukrosa (gula). Proses pembuatan diawali dengan membuat larutan teh, menambahkan gula dan menambahkan indukan kombucha (SCOBY). Wadah yang digunakan untuk fermentasi kombucha ditutup dengan menggunakan kain bersih dan disimpan di tempat hangat selama 7 hingga 14 hari. Selama proses fermentasi ragi dan bakteri yang terkandung dalam SCOBY akan mengubah gula menjadi asam, gas dan alkohol. Kemudian alkohol yang terbentuk akan diubah menjadi asam organik seperti asam asetat, asam glukonat dan asam glukoronat yang memberi rasa asam khas pada kombucha. Selain itu, hasil dari fermentasi kombucha menghasilkan pelikel selulosa yang mengambang berupa nata (SCOBY) pada bagian atas kombucha yang bisa digunakan untuk pembuatan kombucha atau sebagai indukan.

Fortifikasi Kombucha

Menurut WHO, fortifikasi merupakan penambahan untuk meningkatkan zat gizi tertentu ke dalam bahan pangan dengan tujuan meningkatkan kualitas pangan tersebut yang dapat bermanfaat bagi Kesehatan (WHO, 2006). Fortifikasi didefinisikan sebagai penambahan zat-zat gizi ke dalam bahan pangan. Fortifikasi terhadap suatu bahan pangan bertujuan meningkatkan nilai gizi bahan pangan dan juga untuk meningkatkan konsumsi suatu zat gizi tertentu oleh masyarakat (Allen *et al.*, 2006).

Fortifikasi kombucha dengan buah belimbing wuluh, batang serai wangi dan daun kemangi bertujuan untuk meningkatkan manfaat dari kombucha khususnya sebagai mukolitik. Buah belimbing wuluh dapat mengurangi frekuensi batuk karena diketahui memiliki sifat antibakteri dan juga mengandung saponin yang memberikan efek antitusif dan ekspektoran yang mendukung proses penyembuhan batuk. Batang serai wangi diketahui mengandung senyawa saponin yang berperan sebagai agen mukolitik yang dimana senyawa saponin dapat merangsang keluarnya sekret dari saluran bronkial dan meningkatkan aktivitas sel bersilia, sehingga dapat membantu pengeluaran dahak. Daun kemangi mengandung senyawa flavonoid dan saponin yang dapat memberikan aktivitas mukolitik dengan cara memecah benang mukoprotein dan mukopolisakarida dalam mukus yang dapat menurunkan viskositas dari mukus. Selain itu, berdasarkan beberapa penelitian terdahulu bahwa buah belimbing wuluh secara *in vitro* dapat menurunkan viskositas dengan persentase penurunan sebesar 34,35% (Wahyuningsih, 2019). Selain itu, batang serai wangi dapat menurunkan viskositas ditunjukkan pada sebuah penelitian (Suntari, 2018) yang menyebutkan bahwa didapatkan penurunan viskositas sebesar 1.0266 Cps yang dapat memberikan aktivitas mukolitik. Kemudian daun kemangi juga dapat menurunkan viskositas dengan persentase sebesar 81,03 % (Rahayu *et al.*, 2023). Maka kombinasi dari ketiga bahan ini dapat menjadi minuman alternatif yang efektif untuk mengobati batuk.

Uji Aktivitas Mukolitik

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh kombucha yang difortifikasi dengan buah belimbing wuluh, batang serai wangi dan daun kemangi terhadap penurunan viskositas pada mukus yang diperoleh dari usus sapi segar. Pada penelitian ini dibuat menjadi 8 kelompok uji yaitu kelompok kontrol negatif, kelompok kontrol positif, kelompok basis kombucha, kelompok uji 1, kelompok uji 2, kelompok uji 3, kelompok uji 4 dan kelompok uji 5. Pada kelompok kontrol negatif terdiri dari mukus usus sapi, dapar fosfat pH 7 dengan konsentrasi 20% dan tween 80, pada kelompok kontrol positif terdiri dari mukus usus sapi, asetilsistein 0,1%, dapar fosfat pH 7 dengan konsentrasi 20% dan tween 80, pada kelompok basis terdiri atas basis kombucha, mukus usus sapi, dapar fosfat pH 7 dengan konsentrasi 20% dan tween 80. Kemudian pada masing-masing kelompok uji berisikan masing-masing formula sebanyak 1,5%, mukus usus sapi, dapar fosfat pH 7 dengan konsentrasi 20% dan tween 80. Penggunaan dapar fosfat pH 7 berfungsi untuk menciptakan kondisi optimal yaitu sebagai sistem penyangga yang stabil, fosfat pH 7 mempertahankan kondisi lingkungan reaksi tetap netral sehingga memungkinkan senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, dan tanin dari bahan fortifikasi dapat berinteraksi dengan mukoprotein dalam lendir tanpa gangguan perubahan pH.

Pada pH tersebut, struktur dan stabilitas senyawa bioaktif dapat terjaga dengan baik yang memungkinkan adanya mekanisme mukolitik melalui pemutusan ikatan disulfida pada mucin maupun perubahan struktur protein lendir berlangsung optimal. Selain itu, pH 7 merupakan kondisi yang sesuai untuk meminimalkan denaturasi protein sekaligus mempertahankan aktivitas enzim proteolitik yang mungkin berkontribusi dalam proses pengenceran dahak. Selain itu, penggunaan dapar fosfat pH 7 juga berperan dalam standarisasi kondisi uji sehingga hasil yang diperoleh akurat sebagai parameter utama dalam aktivitas mukolitik. Lalu, penggunaan tween 80 pada masing-masing kelompok berfungsi sebagai *emulsifier* yang membantu mencampurkan bahan-bahan yang tidak larut atau sulit bercampur, misalnya antara sediaan uji (kombucha) dengan mukus, sehingga dapat meningkatkan distribusi senyawa mukolitik dalam larutan. Selain itu, penggunaan tween 80 dapat meningkatkan permeabilitas membran sel yang memungkinkan senyawa aktif untuk lebih mudah masuk ke dalam sel-sel yang menghasilkan lendir. Selain itu, tween 80 juga dapat membantu menjaga stabilitas formula, mencegah pemisahan fase, dan memastikan konsistensi dalam pengujian.

Pada masing-masing kelompok diukur viskositas nya menggunakan viskometer *brookfield* dengan *spindle* nomor 62 dan kecepatan 100 rpm. Data viskositas yang diperoleh kemudian dihitung persentase efektivitas mukolitik nya.

Tabel 2. Viskositas dan Persentase Efektivitas Mukolitik

Kelompok	Viskositas (Cps)			Rata-Rata $\pm$ SD	Efektivitas (%)
	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3		
Kontrol Negatif	518,4	486,4	486,4	497,07 $\pm$ 18,475	-
Kontrol Positif	172,8	185,6	172,8	177,07 $\pm$ 7,390	64,4
Kelompok Basis	397,4	412,5	418,2	409,37 $\pm$ 10,75	17,64
Kelompok Uji (F1)	307,2	320,6	326,4	318,07 $\pm$ 9,848	36
Kelompok Uji (F2)	262,4	262,4	268,8	264,53 $\pm$ 3,695	46,8
Kelompok Uji (F3)	275,2	281,6	288	281,60 $\pm$ 6,400	43,3
Kelompok Uji (F4)	294,4	300,8	300,8	298,67 $\pm$ 3,695	39,9
Kelompok Uji (F5)	230,4	236,8	243,2	236,80 $\pm$ 6,400	52,4

Pada kontrol negatif didapatkan viskositas sebesar 497,07 Cps dan kontrol positif didapatkan viskositas sebesar 177,07 Cps dengan persentase efektivitas mukolitik sebesar 64,4%. Kemudian, kelompok uji 5 merupakan kelompok yang memiliki persentase efektivitas mukolitik terbesar yaitu dengan nilai viskositas sebesar 236,80 Cps dan persentase efektivitas mukolitik sebesar 52,4%. Hal tersebut dapat disebabkan karena kandungan belimbing wuluh yang dominan dalam kelompok uji 5 yang dimana kelompok 5 mengandung 27 gram buah belimbing wuluh, 9 gram batang serai wangi dan 9 gram daun kemangi. Buah belimbing wuluh memiliki kandungan asam organik dan senyawa bioaktifnya yang berperan dalam melarutkan lendir. Adanya aktivitas mukolitik pada belimbing wuluh dapat disebabkan karena adanya kandungan asam organik seperti asam sitrat yang dapat menurunkan viskositas mukus sehingga memudahkan pengeluarannya. Kandungan asam ini tidak hanya membantu menurunkan viskositas mukus, tetapi juga meningkatkan interaksi dengan bahan aktif lain dalam formula. Selain itu adanya kombinasi antara batang serai wangi dan daun kemangi yang dimana kedua bahan tersebut juga memiliki kandungan saponin yang memiliki kemampuan untuk mengurangi viskositas lender dan kandungan senyawa tanin yang dikenal dapat mengurangi iritasi dan peradangan, serta memiliki efek astringen yang dapat membantu mengatasi batuk. Sinergi antara belimbing wuluh dan bahan lainnya dalam kelompok 5 memperkuat efek mukolitik, memberikan hasil yang lebih optimal.

Selanjutnya dilakukan analisis data dengan menggunakan metode *one way* ANOVA. Data yang dianalisis yaitu nilai viskositas dari setiap kelompok uji. Dilakukan uji *One Way* ANOVA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap nilai viskositas antar kelompok, yaitu kelompok kontrol negatif, kontrol positif, kelompok basis dan lima kelompok uji (1 hingga 5).

Tabel 3. Hasil Uji *One-Way* ANOVA

ANOVA					
Viskositas					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	203.720.667	6	33.953.444	6.254.582	0.000
Within Groups	76.000	14	5.429		
Total	203.796.667	20			

Berdasarkan hasil uji *One Way* ANOVA diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang secara statistik signifikan antara rata-rata viskositas mukus antar kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol negatif, kontrol positif, kelompok basis serta lima kelompok uji (1 hingga 5). Dengan demikian, menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan, baik berupa obat maupun sediaan kombucha dalam berbagai konsentrasi

formula, memberikan pengaruh yang berbeda terhadap viskositas mukus usus sapi. Untuk mengetahui secara spesifik kelompok mana yang berbeda secara signifikan, maka dilakukan uji lanjutan menggunakan post hoc Tukey HSD.

Setelah dilakukan uji tukey HSD diperoleh bahwa kelompok kontrol negatif memiliki rata-rata viskositas yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan semua kelompok lainnya, dengan selisih rata-rata viskositas terbesar terjadi antara kontrol negatif dan kelompok uji F5 (*mean difference* = 282.00, $p = 0.000$). Hal ini menunjukkan bahwa kelompok uji 5 menyebabkan penurunan viskositas paling besar, mengindikasikan potensi efek mukolitik tertinggi di antara seluruh kelompok uji yang menandakan bahwa formula ini paling efektif sebagai agen mukolitik. Begitu pula, kelompok kontrol positif memiliki rata-rata viskositas yang lebih tinggi dibandingkan seluruh kelompok uji 1 hingga 5. Dengan demikian, berdasarkan hasil uji tukey HSD pada kelompok uji 5 memiliki efek mukolitik paling besar karena mampu menurunkan viskositas mukus secara signifikan lebih besar dibandingkan kelompok positif maupun kelompok uji lainnya.

D. Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa kombucha yang difortifikasi dengan buah belimbing wuluh, batang serai wangi dan daun kemangi memiliki potensi sebagai mukolitik. Berdasarkan pengukuran uji mukolitik diketahui bahwa adanya efektivitas mukolitik sebesar 52,4% pada kelompok uji 5 dan didapatkan nilai viskositas sebesar 236,80 Cps. Selain itu, berdasarkan uji *one-way* ANOVA didapatkan perbedaan yang signifikan antar masing-masing kelompok yang dimana menunjukkan bahwa kelompok uji 5 merupakan kelompok yang penurunan viskositas nya paling besar yang mengindikasikan bahwa potensi efek mukolitik tertinggi dan paling efektif jika dibandingkan seluruh kelompok uji.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. apt. Suwendar, M.Si., selaku Dekan FMIPA Unisba, dan Ibu Dr. apt. Dina Mulyanti, M.Si., selaku Ketua Program Studi Farmasi FMIPA Unisba. Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak apt. Gita Cahya Eka Darma, M.Si., dan Bapak apt. Bambang Tri Laksono, M.S.Farm., selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran dan ilmu yang sangat berarti selama proses penelitian ini. Selain itu, penulis berterima kasih kepada seluruh dosen dan staf di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ilmu dan mendukung kelancaran selama perkuliahan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada teman-teman penulis yang selalu memberikan dukungan dan saran, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Nadila Fanny Shafira, N. F. S., & Mentari Luthfika Dewi. (2023a). Formulasi Masker Bioselulosa dengan Essence Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Riset Farmasi*, 37–42. <https://doi.org/10.29313/jrf.v3i1.3162>
- Nadila Fanny Shafira, N. F. S., & Mentari Luthfika Dewi. (2023b). Formulasi Masker Bioselulosa dengan Essence Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* L.) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Riset Farmasi*, 37–42. <https://doi.org/10.29313/jrf.v3i1.3162>
- Rizky Hadyan, M. (n.d.). *Uji Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol Daun Sirsak (Annona Muricata L.) yang Tumbuh di Daerah Cianjur Menggunakan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)*. <https://journals.sangkurianpublisher.com/pharmacomedic>
- Allen, L. H., et al. (2006). *Fortification of Foods with Micronutrients*. Geneva: World Health Organization.

- Antolak, H., Piechota, D. & Kucharska, A. (2021). *Kombucha tea– a double power bioactive compounds from tea and symbiotic culture of bacteria and yeast (SCOBY)*. *Antioxidants*, 10: 1-20.
- Chung, K.F., Pavord, I.D. (2008). *Prevalence, pathogenesis, and causes of chronic cough. Experimental Studies Airway Disease Section*. 371: 1364- 74.
- Gunawan, D.&Mulyani,S.(2004). *Ilmu Obat Alam(Farmakognosi)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Julianto, T. S. (2019). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia. *In Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). *Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI.
- Liu, H., Wang, W., & Gao, X. (2020). *Comparison of the efficacy of ambroxol hydrochloride and N-acetylcysteine in the treatment of children with bronchopneumonia and their influence on prognosis*. *Experimental and therapeutic medicine*, 20(6), 1-1.
- Mahadewi, P. M. U., Suastuti, N. L., & Massenga, L. M. (2022). Tingkat Kesukaan Panelis Terhadap Teh Kombucha Dengan Menambahkan Apel Hijau Malang Dan Bit Merah Melalui Uji Organoleptik. *Jurnal Gastronomi Indonesia*, 10(2), 99–107.
- Ngajow, M., Jemmy, A., dan Vanda, S.K. (2013). Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* secara In Vitro. *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 2 (2): 128–132.
- Putra, R. (2012). *Khasiat Ajaib Kemangi*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Rahayu, Y. P., Februyani, N., & Mu'alliful Ilmi, M. (2023). FORMULASI SEDIAAN SIRUP OBAT BATUK MUKOLITIK EKSTRAK SERAI DAPUR (*Cymbopogon citratus*) DAN KEMANGI (*Ocimum basilicum*). *In Pharmacy Medical Journal* (Vol. 6, Issue 2).
- Rahayu, Y. P., Februyani, N., & Mu'alliful Ilmi, M. (2023). FORMULASI SEDIAAN SIRUP OBAT BATUK MUKOLITIK EKSTRAK SERAI DAPUR (*Cymbopogon citratus*) DAN KEMANGI (*Ocimum basilicum*). *In Pharmacy Medical Journal* (Vol. 6, Issue 2).
- Sulistiyawati, L., and Solihat, I. (2022). *Kombucha: Fisikokimia dan Studi Kritis Tingkat Kehalalan*. *Warta Akrab*. Vol. 46 (1): 21– 27.
- Suntari, R. N. O., & Oktavia, A. I. (2018). *Test Mukolitik Activity Extract Stew Fragrant Lemongrass (Cymbopogon nardus) on the Intestinal Mucus in the Cow In Vitro (Doctoral dissertation, AKFAR PIM)*.
- Tamaweol, D., Ali, R.H., Simanjuntak, M.L.(2016). Gambaran Foto Toraks Pada Penderita Batuk Kronis di Bagian/SMF Radiologi FK Unsrat/RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado. *Jurnal e-Clinic (eCl)*. Vol. 4, No.1.
- Wahyuningsih, I. (2019). *UJI EFEK MUKOLITIK INFUSA DAUN DAN BUAH BELIMBING WULUH(Averrhoa bilimbi, L) SECARA IN VITRO*.
- WHO. (2006). *Fortifikasi Pangan: Pedoman Umum*. Geneva: World Health Organization.
- Williaman SS. (1955). *Some Biological Effect of the Flavonoids*, *Journal of the American Pharmaceutical Assoc. Sci.*, 44: 404-409.
- 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 Saintek*, 8(2), 35-40.