

AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBINASI EKSTRAK DAUN SIRIH DAN BELIMBING WULUH DENGAN METODE HIDROEKSTRAKSI

Dara Pranidya Tilarso^{1*}, Afidatul Muadifah¹, Windu Handaru¹, Putri Indah Pratiwi¹, Mursyidah Lathifatul Khusna¹

¹Program Studi S1 Farmasi, STIKes Karya Putra Bangsa, Tulungagung, Indonesia

e-mail: *dptilarso@stikes-kartrasa.ac.id

Diterima: 23 November 2023; Disetujui: 03 Januari 2023; Dipublikasi online: 28 Februari 2023

DOI: 10.22437/chp.v6i2.21736

ABSTRAK

Zat antibakteri merupakan zat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme mikroba yang merugikan. Tanaman yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri antara lain buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan daun sirih (*Piper betle*). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan daun sirih (*Piper betle*) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode hidroekstraksi pada suhu 40,50,60, dan 90° C dan pengujian aktivitas bakteri menggunakan metode difusi cakram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi memiliki aktivitas daya hambat optimum pada suhu 50° dengan diameter hambat *Staphylococcus aureus* sebesar 19,75 mm dan pada suhu 60° dengan diameter hambat *Escherichia coli* sebesar 11,75 mm..

Kata kunci: *Staphylococcus aureus*; *Escherichia coli*; *Averrhoa bilimbi* L.; *Piper betle*; hidroekstraksi

ABSTRACT

Antibacterial substances are substances that can inhibit the growth of bacteria by interfering with the metabolism of harmful microbes. Plants that have antibacterial activity include star fruit (*Averrhoa bilimbi* L.) and betel leaf (*Piper betle*). The purpose of this study was to determine the antibacterial activity of the combination of star fruit extract (*Averrhoa bilimbi* L.) and betel leaf (*Piper betle*) against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. This research was conducted using the hydro extraction method at temperatures of 40,50,60, and 90°C and activity testing using the disc diffusion method. The results showed that the combination had optimum inhibitory activity at 50° with an inhibition diameter of 19.75 mm for *Staphylococcus aureus* and 11.75 mm for *Escherichia coli*.

Keywords: *Staphylococcus aureus*; *Escherichia coli*; *Averrhoa bilimbi* L.; *Piper betle*; hydro extraction

PENDAHULUAN

Zat antibakteri adalah suatu zat yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme mikroba yang merugikan (Rustanti *et al.*, 2013). Zat antibakteri yang berasal dari bahan sintetik mampu mencegah terjadinya infeksi bakteri, akan tetapi tidak sedikit yang memiliki efek samping seperti iritasi. Permasalahan tersebut mendorong beralihnya penggunaan zat antibakteri dari bahan sintesis ke bahan alam. Ekstrak bahan alam dengan kandungan antibakteri, dapat diformulasikan menjadi sediaan antiseptik dalam bentuk *hand sanitizer* atau sabun cuci tangan. Tanaman yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan daun sirih (*Piper betle*). Tanaman tersebut bermanfaat sebagai obat tradisional yang telah lama

digunakan oleh nenek moyang kita. Belimbing wuluh berkhasiat untuk mengatasi berbagai penyakit seperti batuk, diabetes, rematik, gondongan, sariawan, sakit gigi, gusi berdarah, jerawat, diare sampai tekanan darah tinggi (Maryam *et al.*, 2015). Kandungan senyawa yang terdapat dalam belimbing wuluh diantaranya adalah saponin, flavonoid, steroid/triterpenoid dan tannin. Senyawa tersebut memiliki aktivitas sebagai antibakteri dengan cara menghambat sintesis protein (Ferdyani *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Aifianti (2014) menjelaskan bahwa ekstrak buah belimbing wuluh memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan konsentrasi ekstrak 10%. Konsentrasi ekstrak 10% atau konsentrasi paling rendah dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan menghasilkan diameter zona hambat (Ngajow *et al.*, 2013). Sedangkan daun sirih berkhasiat untuk mengatasi keputihan, menghilangkan bau mulut, mengobati luka, menghentikan gusi berdarah, sariawan, dan menghilangkan bau badan (Inayatullah, 2012). Kandungan kimia yang terdapat dalam tanaman sirih adalah saponin, flavonoid, polifenol, dan minyak atsiri (Noventi & Carolia, 2016). Senyawa saponin bekerja sebagai antibakteri dengan merusak membran sitoplasma dan membunuh sel. Senyawa flavonoid bekerja dengan cara mendenaturasi protein sel bakteri (Triyani *et al.*, 2021). Ekstrak daun sirih dengan konsentrasi ekstrak 40% mampu menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat 17,33 mm (Bagus *et al.*, 2022). Berdasarkan kandungan senyawa di dalam kedua tanaman yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri maka kedua tanaman tersebut memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai antiseptik alami. Pengkombinasian kedua ekstrak diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Kombinasi ekstrak memungkinkan dapat memberikan aktivitas yang sinergis antara senyawa (Kholifah, 2018).

Teknik ekstraksi merupakan proses perpindahan suatu zat atau solut dari larutan asal atau padatan ke dalam pelarut tertentu (Aji & Bahri, 2017). Teknik ekstraksi secara maserasi, soxhlet dan hidrodistilasi dapat menghasilkan antibakteri yang sangat efektif namun memerlukan pelarut yang sangat mahal. Oleh karena itu, dipilih metode hidroekstraksi menggunakan air panas dengan cara perebusan dan kukusan karena metode ini dinilai lebih ekonomis (Ahmed *et al.*, 2005). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan membandingkan aktivitas antibakteri yang dihasilkan dari kombinasi ekstrak daun sirih hijau dan buah belimbing wuluh menggunakan teknik hidroekstraksi. Ekstrak yang diperoleh diharapkan lebih efektif dan ekonomis sebagai antiseptik dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan adalah pisau, nampan, kain penyari, kompor, panci, beaker glass, termometer, cawan petri, gelas ukur, pipet tetes, tabung reaksi, rak tabung, timbangan analitik, lampu spiritus, plat tetes, erlenmeyer.

Bahan yang digunakan adalah daun sirih, belimbing wuluh, bakteri uji adalah bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Media uji adalah *Nutrient agar* (NA), *Nutrient broth* (NB). Bahan tambahannya aquadest (H_2O), pereaksi mayer, pereaksi dragendroff, asam klorida pekat (HCl P), Besi (III) Klorida ($FeCl_3$), etil asetat ($C_4H_8O_2$), asam asetat anhidrat ($C_4H_6O_3$), asam sulfat pekat (H_2SO_4), air panas, asam klorida (HCl).

Pembuatan Ekstrak

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah daun sirih hijau (*Piper betle*), buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang diperoleh dari desa Bendiljati Wetan, Tulungagung dan dideterminasi di Materia Medica Batu, Malang. Pembuatan ekstrak dimulai dengan memilih beberapa buah belimbing wuluh berwarna kuning segar dan daun sirih hijau yang berwarna hijau segar, dicuci dengan air bersih, kemudian ditiriskan pada suhu ruang sampai kering. Setelah kering, sampel dipotong-potong kecil $\pm 0,5$ cm dan ditimbang hingga berat 100 gram. Metode yang digunakan adalah metode hidroekstraksi dengan cara rebus pada suhu $40^\circ C$, $50^\circ C$, $60^\circ C$ dan kukus pada suhu $90^\circ C$ (Rahayu *et al.*, 2016). Perlakuan pada metode rebus disiapkan air sebanyak 100 ml kemudian dipanaskan pada waterbath dengan pengaturan suhu $40^\circ C$, $50^\circ C$, dan $60^\circ C$ serta ditambahkan 100 gram sampel yang telah dipotong, tunggu selama 30 menit lalu disaring menggunakan plastik kasa untuk penyaringan pertama kemudian disaring kembali menggunakan kertas saring. Perlakuan dengan metode kukus, disiapkan air secukupnya pada dandang yang telah dilubangi pada bagian penutup dan dimasukkan termometer pada bagian yang dilubangi tersebut untuk pengaturan suhu, dimasukkan sampel sebanyak 100 gram, panaskan pada kompor dengan suhu $90^\circ C$, tunggu kurang lebih 30 menit hingga didapatkan ekstrak lalu disaring dengan kertas saring (Indrayati *et al.*, 2019)

Skrining Fitokimia

Flavonoid: Sebanyak 1 gr ekstrak sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan HCl pekat lalu dipanaskan dengan waktu 15 menit di atas penangas air. Apabila terbentuk warna merah atau kuning berarti positif mengandung flavonoid (flavon, kalkon, dan auron) (Mutmainnah, 2017). **Tanin:** Sebanyak 2 g ekstrak ditambah etanol hingga sampel terendam. Sebanyak 1 mL larutan sampel dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 2-3 tetes larutan $FeCl_3$ 1%. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna hitam kebiruan atau hijau (Harborne, 2006). **Alkaloid:** Identifikasi larutan uji terhadap senyawa golongan alkaloid dilakukan dengan menggunakan pereaksi Mayer dan pereaksi Dragendorff (Zulney *et al.*, 2008). **Terpenoid:** Sebanyak 2 gr ekstrak sampel dimasukkan dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan dengan 2 ml etil asetat dan dikocok. Lapisan etil asetat diambil lalu ditetesi pada plat tetes dan dibiarkan hingga kering. Setelah kering, ditambahkan 2 tetes asam asetat anhidrat dan 1 tetes asam sulfat pekat. Apabila terbentuk warna merah atau kuning berarti positif mengandung terpenoid, sedangkan jika terbentuk warna hijau berarti positif mengandung steroid (Muthmainnah, 2017). **Saponin:** Setengah gram ekstrak sampel dari hasil ekstraksi

ditambahkan 0,5 mL air panas kemudian dikocok selama 1 menit. Apabila menimbulkan busa ditambahkan HCl 1N, apabila busa stabil selama 10 menit dengan ketinggian 1-3 cm, maka ekstrak positif mengandung saponin (Lathifah, 2008)

Analisis Ekstrak menggunakan Kromatografi Cair – Spektrometri Massa Resolusi Tinggi (LC-HRMS)

Analisis ekstrak kombinasi daun sirih hijau (*Piper betle*) dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang disuntikkan ke dalam sistem instrumen Kromatografi Cair, pelarut: A= 0,1% Asam format dalam Air; B= 0,1% Asam format dalam Asetonitril. Kolom analitik: Hypersil GOLD aQ 50 x 1 mm x 1,9 u ukuran partikel. Laju aliran analitik: 40 L/mnt. Gradien aliran: (Tabel 1), Waktu pengoperasian: 30 menit, dan Oven kolom: 30°C. Kondisi analisis HRMS, Pemindaian penuh pada 70.000 Resolusi tergantung data MS2 pada Resolusi 17.500. Waktu berjalan: 30 menit dan Polaritas: Positif dan atau Negatif.

Tabel 1. Elusi Gradien

No	Waktu	Laju Alir ($\mu\text{L}/\text{min}$)	% B	Kurva
1	0.000	Kesetimbangan		
2	0.000	40.000	5.0	5
3	<i>New Row</i>			
4	0.000	Run		
5	2.000	40.000	5.0	5
6	15.000	40.000	60.0	5
7	22.000	40.000	95.0	5
8	25.000	40.000	95.0	5
9	25.100	40.000	5.0	5
10	30.000	40.000	5.0	5
11	<i>New Row</i>			
12	30.000	Stop Run		

Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Buah Belimbing Wuluh

Pengujian antibakteri ini diawali dengan pembuatan media nutrient agar. Pembuatan media dilakukan dengan menimbang sebanyak 2 g bubuk agar, kemudian dilarutkan dalam 100 ml akuades. Campuran dihomogenkan, kemudian setelah bening, media disterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Tahap berikutnya adalah membuat perbandingan ekstrak antara buah belimbing wuluh dengan daun sirih hijau yakni 20:10 mg/mL dan kontrol positif Kloramfenikol serta kontrol negatif aquadest. Selanjutnya, menginokulasikan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* pada masing-masing media agar plate secara merata. Setelah bakteri selesai diinokulasikan, ditambahkan sebanyak 10 μl ekstrak dan 10 μl antibiotik masing-masing ke kertas cakram yang sudah ditentukan. Setelah pemasangan

kertas cakram selesai, bakteri diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, kemudian diamati dan diukur diameter zona hambatnya. Pengukuran diameter zona hambat menggunakan jangka sorong, kemudian hasilnya dibandingkan dengan kontrol positif, kontrol negatif, dan nilai klasifikasi diameter zona hambat.

PEMBAHASAN

Sampel diekstrak menggunakan pelarut aquadest karena aquadest bersifat netral, tidak memiliki aktivitas antibakteri, tidak mudah menguap dan bersifat polar (Dewi *et al.*, 2015). Metode yang digunakan adalah metode hidroekstraksi karena metode ini lebih efektif dan efisien sehingga mampu menghemat biaya produksi. Selain itu, metode ini juga lebih mudah diaplikasikan oleh masyarakat (Rahayu *et al.*, 2016).

Uji Skrining Fitokimia Ekstrak

Uji skrining fitokimia kombinasi ekstrak daun sirih hijau dan buah belimbing wuluh perbandingan (2: 1) dilakukan dengan pewarnaan reagen (Harbone, 2006). Warna yang terbentuk dalam tabung reaksi menunjukkan kandungan ekstrak. Hasil pengamatan warna yang terbentuk menunjukkan kombinasi ekstrak daun sirih hijau dan buah belimbing wuluh mengandung senyawa flavonoid, alkaloid dan tannin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skrining Fitokimia

Penguji	Nama Reagen	Hasil	Keterangan
Flavonoid	HCl	+	Ada
	Mayer	+	Ada
Alkaloid	Dragendroff	+	Ada
	FeCl ₂	+	Ada
Tannin	FeCl ₂	+	Ada
Saponin	HCl	-	Tidak ada
	Etil Asetat	-	Tidak ada
Steroid	Asam Asetat	-	Tidak ada
	Anhidrat	-	Tidak ada
Terpenoid	Asam Sulfat	-	Tidak ada
	Etil Asetat	-	Tidak ada
	Asam Asetat	-	Tidak ada
	Anhidrat	-	Tidak ada
	Asam Sulfat	-	Tidak ada

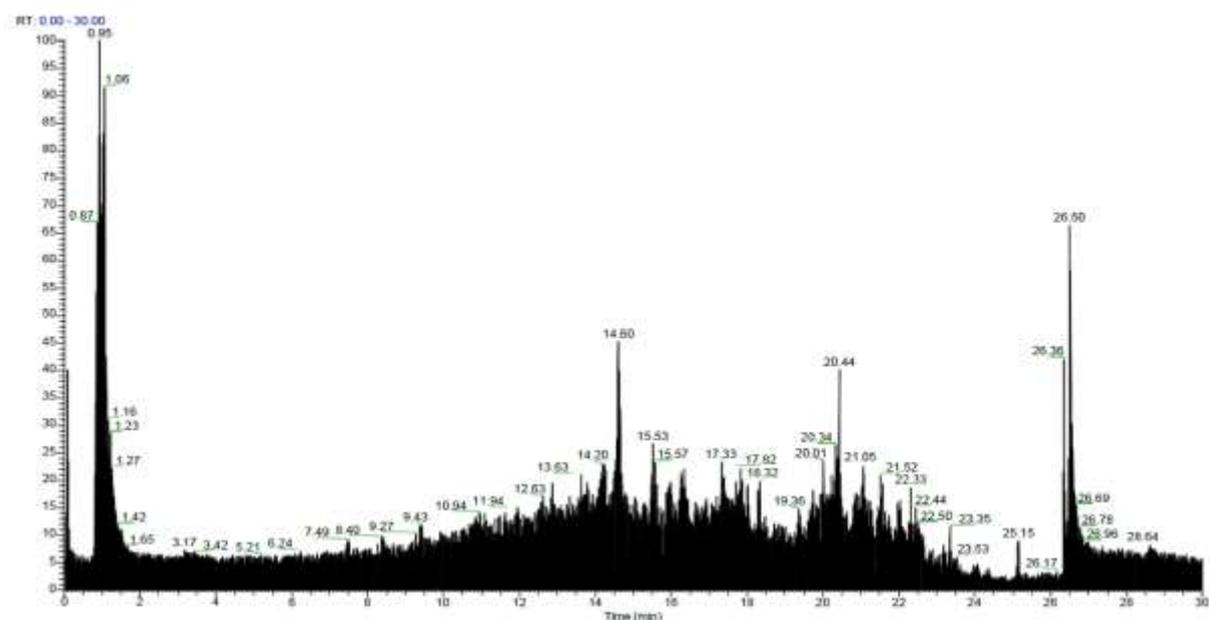
Analisis Ekstrak Kombinasi *Piper betle L* dan *Averrhoa bilimbi L* menggunakan Kromatografi Cair – Spektrometri Massa Resolusi Tinggi (LC-HRMS)

Hasil analisis LC-HRMS menunjukkan bahwa ekstrak kombinasi *Piper betle L* dan *Averrhoa bilimbi L* mengandung senyawa aktif yang berpotensi sebagai antibakteri (Tabel 3).

Tabel 3. Senyawa Aktif Antibakteri dalam Ekstrak Kombinasi

Nama	Formula	Bobot Molekul	Waktu		
			Retensi (min)	Area (max)	m/z
Apigenin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	271.05991	0.870	35,328,318.48	99.2
Piperine	C ₁₇ H ₁₉ N O ₃	286.14337	14.602	4,570,066,672.75	98.7
Betaine	C ₅ H ₁₁ N O ₂	118.0863	20.442	101,427,056.68	98.2

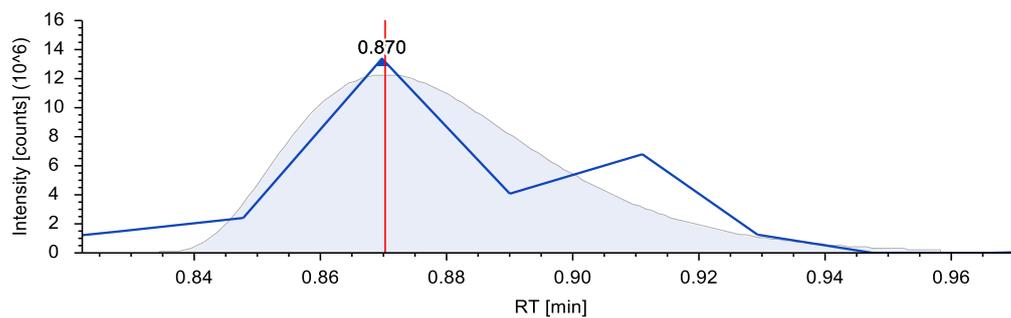
Ket. : m/z = massa/muatan

**Gambar 1.** Total Ion Kromatogram

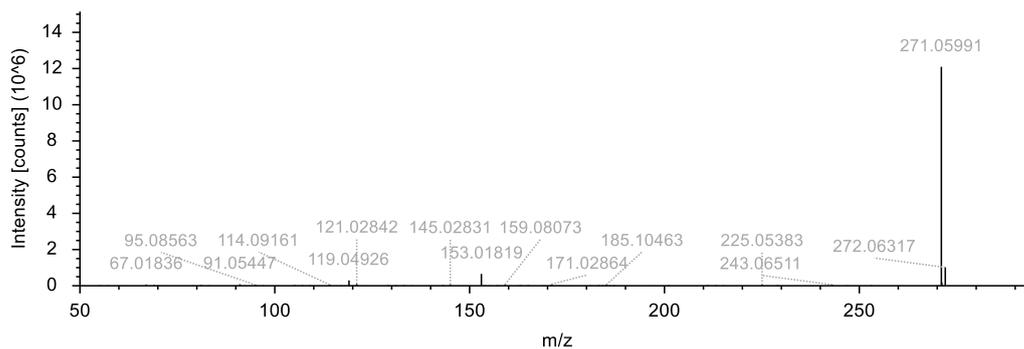
Senyawa apigenin pada ekstrak kombinasi daun sirih dan belimbing wuluh dapat terelusi pada waktu retensi 0,870 menit (Tabel 3) dengan berat molekul 271,05991 (Tabel 3). Senyawa apigenin termasuk dalam kelompok senyawa Flavonoid. Mekanisme flavonoid sebagai antibakteri adalah membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan protein terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan pelepasan senyawa intraseluler (Nuria *et al.*, 2009). Apigenin mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, (Parama *et al.*, 2019). Apigenin bekerja dengan menghambat enzim glukosiltransferase, sehingga dapat mengurangi perlekatan dan pembentukan bakteri (Isnarianti *et al.*, 2013).

Senyawa piperin pada ekstrak kombinasi daun sirih dan belimbing wuluh dapat dielusi pada waktu retensi 14,602 menit (Gambar 4) dengan berat molekul 286,14337 (Gambar 5). Senyawa piperin termasuk dalam kelompok senyawa Alkaloid. Mekanisme Alkaloid sebagai antibakteri adalah dengan cara mengganggu blok penyusun sel peptidoglikan bakteri, sehingga mencegah pembentukan dinding sel yang utuh dan menyebabkan kematian pada

bakteri (Lisdawati *et al.*, 2008). Senyawa piperin memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

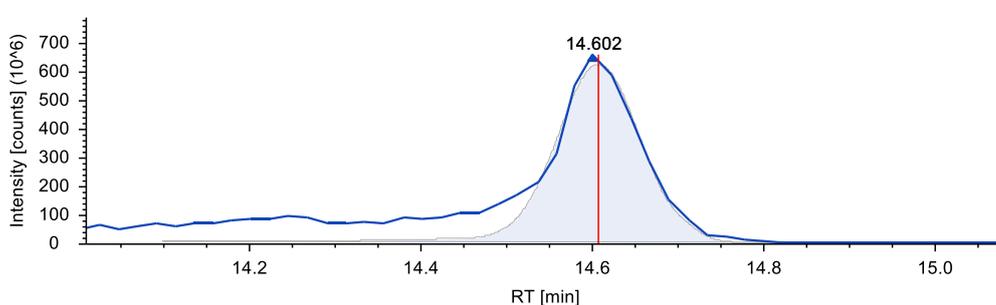


Gambar 2. Kromatogram tunggal apigenin dari analisis LC

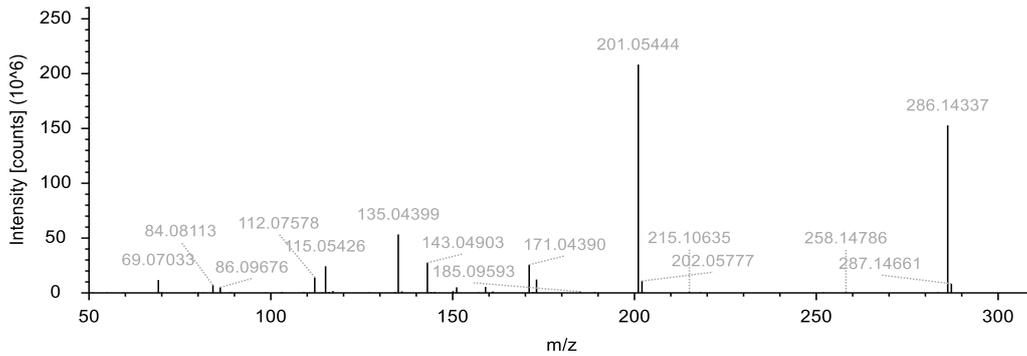


Gambar 3. Spektrum Massa Apigenin

Mekanisme antibakteri dari piperin terhadap *Staphylococcus aureus* adalah sebagai inhibitor protein A. Protein A merupakan protein yang hanya terdapat pada permukaan sel bakteri *Staphylococcus aureus* (Sari *et al.*, 2014).

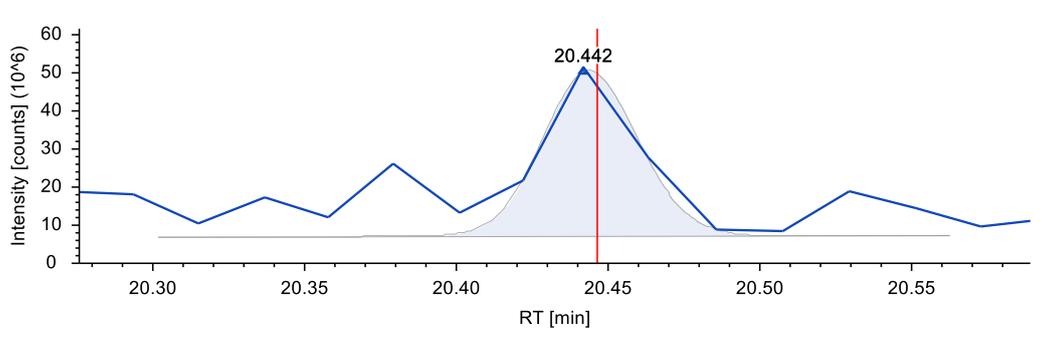


Gambar 4. Kromatogram Tunggal Piperine dari Analisis LC

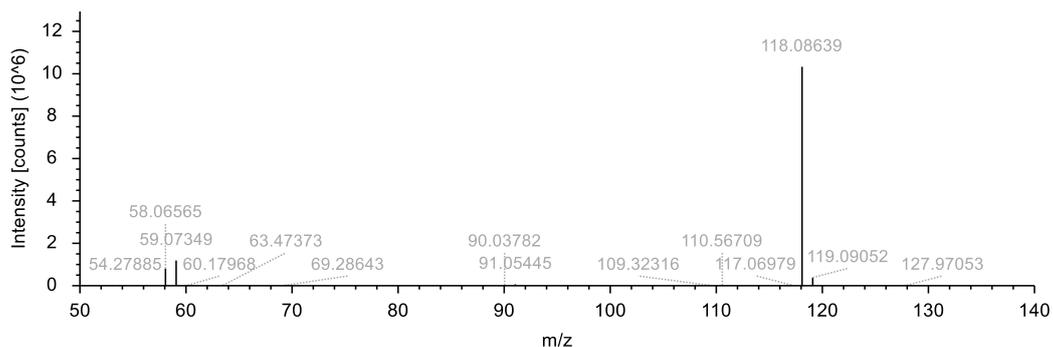


Gambar 5. Spektrum Massa Piperine

Senyawa betaine pada ekstrak kombinasi daun sirih dan belimbing wuluh dapat terelusi pada waktu retensi 20,442 menit (Gambar 6) dengan berat molekul 118,0863 (Gambar 6). Senyawa betaine termasuk dalam golongan senyawa Tanin. Mekanisme antibakteri tanin memiliki efek antibakteri dengan menerapkan penghambatan sintesis protein. Efek antibakteri tanin melalui reaksi terhadap membran sel, inaktivasi enzim, dan inaktivasi materi genetik. Mekanisme tanin sebagai antibakteri adalah menghentikan reverse transcription enzyme dan topoisomerase DNA sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk (Nuria *et al.*, 2009). Senyawa betaine



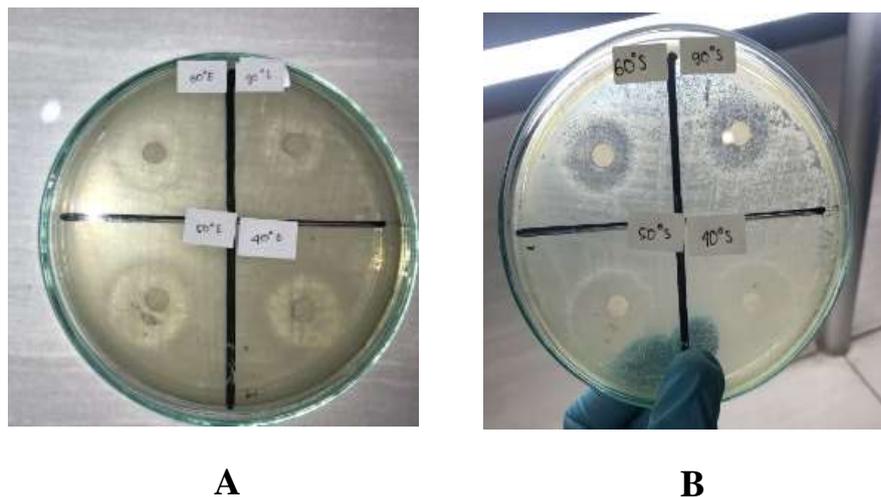
Gambar 6. Kromatogram Tunggal Betaine dari Analisis LC



Gambar 7. Spektrum Massa Betaine

Uji Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Buah Belimbing Wuluh

Uji aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak daun sirih hijau dan buah belimbing wuluh dilakukan dengan metode difusi cakram. Media perlakuan diinkubasi pada suhu 37°C selama 1 × 24 jam (Darsana *et al.*, 2012). Pada zona bening yang terbentuk di sekitar piringan, diameter zona hambat diukur dengan menggunakan jangka sorong untuk mengetahui daya hambat optimumnya. Hasil zona hambat bening pada kombinasi ekstrak daun sirih hijau dan buah belimbing wuluh yang terbentuk di sekitar kertas cakram dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penghambatan Kombinasi ekstrak daun sirih dan buah belimbing wuluh.
(A) *Staphylococcus aureus*, (B) *Escherichia coli*

Tabel 4. Diameter zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

NO	Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm)							
		<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>			
		R1	R2	R3	Rata-Rata	R1	R2	R3	Rata-Rata
1	40°	5	24,5	14,75	14,75	8	10	9	9
2	50°	17	22,5	19,75	19,75	13	9	11	11
3	60°	13	19,5	16,25	16,25	15,5	8	11,75	11,75
4	90°	8,5	20,5	14,5	14,4	8	8	8	8
5	K+	27,5	25,5	35,5	29,5	33	5,5	28	22,17
6	K-	0	0	0	0	0	0	0	0

R=Replikasi; K+=Kontrol positif (Kloramfenikol); K- = Kontrol negatif (aquades)

Hasil aktivitas antibakteri ekstrak kombinasi memberikan aktivitas antibakteri optimum pada suhu 50° dengan diameter 19,75 mm (terhadap *Staphylococcus aureus*) merupakan respon pertumbuhan bakteri yang kuat dan memberikan aktivitas optimum pada suhu 60° dengan diameter 11,75 mm (terhadap *Escherichia coli*) merupakan respon pertumbuhan bakteri yang sedang (Tabel 4).

Kombinasi ekstrak buah belimbing wuluh dan daun sirih pada uji skrining fitokimia menunjukkan hasil positif pada senyawa alkaloid dan tanin. Alkaloid merupakan senyawa bioaktif yang berperan sebagai senyawa antibakteri sama seperti senyawa bioaktif fenol, flavonoid, serta tannin. Mekanismenya yaitu dengan merusak metabolisme sel sehingga pertumbuhan bakteri terhambat. Menurut Haryati *et al.*, 2015 alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri, diduga mekanismenya yaitu dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut. Adanya metabolit sekunder memiliki faktor penting terhadap mekanisme bakteri, sedangkan mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah dengan menghambat enzim reverse transcriptase dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk. Selain itu tanin memiliki aktivitas antibakteri yang berhubungan dengan kemampuan menginaktifkan enzim dan mengganggu transport protein pada lapisan sel. Tanin juga mempunyai target pada polipeptida dinding sel sehingga pembentukan dinding sel menjadi tidak sempurna, hal tersebut membuat bakteri menjadi lisis karena tekanan osmotik maupun fisik yang bisa menyebabkan bakteri mati (Ngajow *et al.*, 2013).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak belimbing wuluh dan daun sirih mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan kategori kuat, pada bakteri *Escherichia coli* dengan kategori sedang dan hasil diameter zona hambat pada kedua bakteri masih di bawah kontrol positif. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif sedangkan *Escherichia coli* adalah bakteri Gram negatif. Struktur dinding sel pada bakteri Gram positif mengandung lebih banyak peptidoglikan, sedikit lipid dan dinding sel mengandung polisakarida. Komponen penyusun peptidoglikan antara lain adalah asam amino dan gula. Asam teikoat berfungsi sebagai transport ion positif untuk keluar atau masuk dan merupakan polimer yang larut dalam air. Sifat larut air menunjukkan bahwa dinding sel bakteri Gram positif bersifat lebih polar. Senyawa alkaloid dan tanin merupakan bagian yang bersifat polar sehingga lebih mudah menembus lapisan peptidoglikan yang bersifat polar daripada lapisan lipid yang non polar. Hal tersebut menyebabkan aktivitas penghambatan pada bakteri gram positif lebih besar dibandingkan bakteri Gram negatif (Salni dan Ratna, 2011).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil identifikasi senyawa aktif kombinasi ekstrak buah belimbing wuluh dan daun sirih mengandung alkaloid dan tanin. Pada hasil uji antibakteri *Staphylococcus aureus* memiliki aktivitas optimum pada suhu 50° dengan diameter 19,75 mm, merupakan respon pertumbuhan bakteri yang kuat dan memberikan aktivitas optimum pada suhu 60° dengan diameter 11,75 mm terhadap *Escherichia coli* merupakan respon pertumbuhan bakteri yang sedang. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melanjutkan uji aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak buah belimbing wuluh dan daun sirih secara *in vivo*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRPM) untuk pendanaan penelitian ini dengan nomor kontrak 159 / E5 / P6.02.00.PT / 2022 dari APBN Daftar Isian Pelaksanaan (DIPA) Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/Nasional Badan Riset dan Inovasi tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A., & Bahri, S. (2017). Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Konsentrasi HCl untuk Pembuatan Pektin dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(1), 33–44.
- Arifianti, L., Oktarina, R.D. dan Kusumawati, I. 2014. Pengaruh jenis pelarut pengekstraksi terhadap kadar sinesetin dalam ekstrak daun *Orthosiphon stamineus* benth. *E-Jurnal*, 2(1):3
- Bagus, I., Suyasa, O., Bekti, H. S., Rinawati, L. P., & Laksmi, L. P. (2022). Daya Hambat Ekstrak Daun Sirih dan Daun Legundi Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. 1(5).
- Dewi, N. R. K., Kuncoro, H., & Rijai, L. (2015). Potensi Sitotoksik Ekstrak Air Daun Sirih Hitam (*Piper sp.*). *Jurnal sains dan Kesehatan*, 1(1), 11-15.
- Ferdyani, S., Yuniarto, P. F., Savitri Prodi Farmasi, L., -Universitas Kadiri, F., Jl Selomangleng No, K., & Kediri, K. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* Linn) terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Antibacterial Activity Test of Ethanol Extract Gel Preparation of Wuluh Starfruit (*Averrhoa Bilimbi* Linn) against Stap. *Jurnal Kesehatan Mahasiswa UNIK*, 2(1), 30–42.
- Inayatullah, S. (2012). Efek Ekstrak Daun Sirih HIJAU (*Piper betle* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Skripsi Program Studi Pendidikan Kedokteran UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 50.
- Indrayati, A., Farmasi, F., Buana, U., Karawang, P., & Pudding, S. (2019). Formulasi , Uji Stabilitas Fisik Dan Kompatibilitas Produk Kosmetik Anti-Aging Dalam Sediaan Serum. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 4, 2.
- Isnarianti, R., Wahyudi, I. A., & Puspita, R. M. (2013). *Muntingia calabura* L leaves extract inhibits glucosyltransferase activity of *Streptococcus mutans*. *Journal of Dentistry Indonesia*, 20(3), 59-63.
- Lathifah, qurrotu a'yunin. (2008). *Antibakteri Pada Buah Belimbing Wuluh Oleh : Qurrotu A ' Yunin Lathifah Nim: 03530015 Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (Uin) Malang Malang*.
- Maryam, S., Juniasti, S., & Kosman, R. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Asal Kota Watampone. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 7(1), 60–69. <https://doi.org/10.33096/jifa.v7i1.21>
- Muthmainnah. (2017). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica Granatum* L.) Dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi*, 13(3), 1576–1580.
- Ngajow, M., Abidjulu, J., & Kamu, V. S. (2013). Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* secara In vitro. *Jurnal MIPA*, 2(2), 128. <https://doi.org/10.35799/jm.2.2.2013.3121>
- Noventi, W. R.-4272-2-P. pdfa., & Carolia, N. (2016). Potensi Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) sebagai Alternatif Terapi Acne vulgaris The Potential of Green Sirih Leaf (

- Piper betle L.) for Alternative Therapy Acne vulgaris. *Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung*, Vol. 5(1), Hal. 140.
- Parama, P. W., Sukrama, I. D. M., & Handoko, S. A. (2019). Uji efektifitas antibakteri ekstrak buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* in vitro. *Bali dental journal*, 3(1), 45-52.
- Putri Ningsih, A., & dan Anthoni Agustien, N. (2013). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kental Tanaman Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* Linn.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)*, 2(3), 207–213.
- Rahayu, N. W. S., Prasetyo, E. N., & Isdiantoni. (2016). Hindroekstraksi Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L.) sebagai Pengendali Penyakit Ice-ice pada Budidaya *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 1–8.
- Rustanti, E., Jannah, A., & Fasya, A. G. (2013). Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Katekin Dari Daun Teh (*Cameliasinensis* L.Var *Assamica*) Terhadap Bakteri *Micrococcusluteus*. *Alchemy*, 2(2). <https://doi.org/10.18860/al.v0i0.2886>
- Salni, H.M., dan Ratna, W.M. 2011. Isolasi Senyawa Antibakteri Dari Daun Jengkol (*Pithecolobium lobatum* Benth) dan Penentuan Nilai KHM-nya. *Jurnal Penelitian Sains*. 14 (1 D) 14109
- Sari, D. R. A. P., Yustiantara, P. S., Paramita, N. L. P. V., & Wirasuta, I. M. A. G. (2014). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Lada Hitam (*Piper nigrum* L.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Farmasi Udayana*, 3(2), 279831.
- Triyani, M. A., Pengestuti, D., Khotijah, S. L., Susilaningrum, D. F., & Ujilestari, T. (2021). Aktivitas Antibakteri Hand Sanitizer Berbahan Ekstrak Daun Sirih dan Ekstrak Jeruk Nipis. *NECTAR: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(1), 16-23.