

ARTIKEL

REVIEW: AKTIVITAS ANTIMIKROBA SEDIAAN YANG MENGANDUNG RIMPANG TEMU KUNCI (*Boesenbergia pandurata* (L.) Mansf.)

REVIEW: ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF FINGERROOT RHIZOME (*Boesenbergia pandurata* (L.) Mansf.) IN DOSAGE FORMS

Alifathun Nurwinda Sari¹, Sri Mulyaningsih^{1*}

¹Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author. Email: sri.mulyaningsih@pharm.uad.ac.id

ABSTRACT

Boesenbergia pandurata L., or fingerroot rhizome, has long been used as a spice and also for traditional remedies. The purpose of this review was to summarize the chemical content and antimicrobial activity in the extract, essential oil, or dosage forms of the rhizome of fingerroot. We sourced the review from relevant articles published between 2014 and 2024. From some literature, some research showed fingerroot rhizomes had antimicrobial activity against several microbes. The most commonly used antimicrobial method was the agar diffusion method. The diameters of the inhibition zone varied depending on the microorganisms and the tested concentration. The chemical contents of the fingerroot extract are alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins. The main compounds of the essential oil were champhor and nerol. The mechanism of antibacterial activity that essential oil might cause is leakage of the bacterial cell membrane, so that important cell components such as proteins, nucleic acids, and ions are detected outside of the cell. Several references reported that fingerroot extracts that have been formulated into soap, toothpaste, cream, and ointment showed antibacterial effects as well. Fingerroot rhizome has long been used as a spice and also for traditional remedies. The purpose of this review was to summarize the chemical content and antimicrobial activity in extract, essential oil or dosage forms of the rhizome of fingerroot. The review was extracted from related articles from 2014 until 2024. From some literatures, Some research showed the fingerroot rhizomes had antimicrobial activity against several microbes. The most commonly antimicrobial method used was the agar diffusion method. The diameters of inhibition zone varied depend on the microorganisms and the tested concentraion. The chemical contents of the fingerroot extract are alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins. The main compound of the essential oil was champhor and nerol. The mechanism of antibacterial activity of essential oil might cause be through leakage of the bacterial cell membrane so that important cell components such as proteins, nucleic acids, and ions are detected outside of the cell. Several references reported that fingerroot extracts have been formulated into soap, toothpaste, cream, and ointment showed antibacterial effect as well.

Keywords: Antimicrobial; *Boesenbergia pandurata* (L.) Mansf; Diffusion agar; Phytochemical compounds

ABSTRAK

Boesenbergia pandurata L., atau rimpang temu kunci, telah lama digunakan sebagai rempah-rempah dan juga untuk pengobatan tradisional. Tujuan dari review ini adalah untuk melakukan *resume* kandungan kimia dan aktivitas antimikroba dalam ekstrak, minyak atsiri, atau bentuk sediaan dari rimpangtemu kunci. Kami mengambil sumber review dari artikel-artikel yang relevan yang diterbitkan antara tahun 2014 dan 2024. Beberapa literatur menunjukkan rimpang temu kunci memiliki aktivitas antimikroba terhadap beberapa mikroba. Metode antimikroba yang paling umum digunakan adalah metode difusi agar. Diameter zona hambat yang dihasilkan bervariasi tergantung pada mikroorganisme dan konsentrasi yang diuji. Kandungan kimiawi dari ekstrak temu kunci adalah alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin. Senyawa utama dari minyak atsiri adalah kamfor dan nerol. Mekanisme aktivitas antibakteri yang mungkin ditimbulkan oleh minyak atsiri adalah kebocoran membran sel bakteri, sehingga komponen-komponen sel yang penting seperti protein, asam nukleat, dan ion-ion terdeteksi berada di luar sel. Beberapa referensi melaporkan bahwa ekstrak atau minyak atsiri temu kunci yang diformulasikan ke dalam sabun, pasta gigi, krim, dan salep juga menunjukkan efek antibakteri.

Kata kunci: Antimikroba; *Boesenbergia pandurata* (L.) Mansf.; Difusi agar; Senyawa fitokimia

PENDAHULUAN

Rimpang temu kunci dengan nama ilmiah *Boesenbergia pandurata* (L.) Mansf. telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bumbu dapur. Selain itu juga banyak digunakan untuk mengobati beberapa penyakit misalnya untuk mengobati rematik, radang lambung, radang selaput lendir, peluruh air seni, malaria, gangguan usus besar, perut kembung, obat penurun panas, tukak lambung, penyakit kulit, diare, sariawan, dan cacingan (Christiana and Soegianto, 2020). Temu kunci yang dikombinasikan dengan rempah-rempah lainnya dapat digunakan sebagai obat tradisional untuk pengobatan radang rahim wanita dan infeksi vagina. Ramuan herbal dari temu kunci dapat pula dimanfaatkan sebagai antiradang dan antikanker (Chahyadi *et al.*, 2014). Beberapa penggunaan tradisional temu kunci ini berkaitan dengan penyakit infeksi yang disebabkan oleh mikroba.

Aktivitas antimikroba dari temu kunci telah banyak dilakukan terhadap beragam mikroba. Beberapa penelitian telah menguji aktivitas antimikroba tentang ekstrak dan sebagian menguji minyak atsirinya. Metode uji antibakteri yang digunakan adalah metode difusi dan sebagian menggunakan metode dilusi. Komponen kimia yang terkandung dari temu kunci telah dilaporkan yang paling dominan pada rimpang temu kunci adalah minyak atsiri. Akan tetapi untuk ekstrak belum spesifik jenis senyawa yang terkandung didalamnya.

Penggunaan rimpang temu kunci secara tradisional biasanya dengan cara rimpang segar diiris-iris lalu dikunyah bersama pinang (*Areca catechu*) (Chahyadi *et al.*, 2014). Pembuatan sediaan yang mudah dan nyaman digunakan sangat diperlukan. penelitian juga sudah mencoba memformulasi ekstrak atau minyak atsiri temu kunci ini dalam suatu sediaan (Sukandar, Sunderam and Fidrianny, 2013; Hati, Dyahariesti and Yuswantina, 2021). Idealnya sediaan yang telah dibuat tersebut diuji sifat fisika kimia, diuji aktivitas antibakterinya lagi dan diuji stabilitas sediaanannya. Akan tetapi belum ada artikel yang mereview tentang bagaimana aktivitas antimikroba temu kunci tersebut setelah dalam sediaan. Oleh karena itu, review ini bertujuan untuk membuat *summary* tentang kandungan kimia, aktivitas antimikroba ekstrak dan sediaan dari rimpang temu kunci yang telah dilakukan selama kurun waktu 2013-2024.

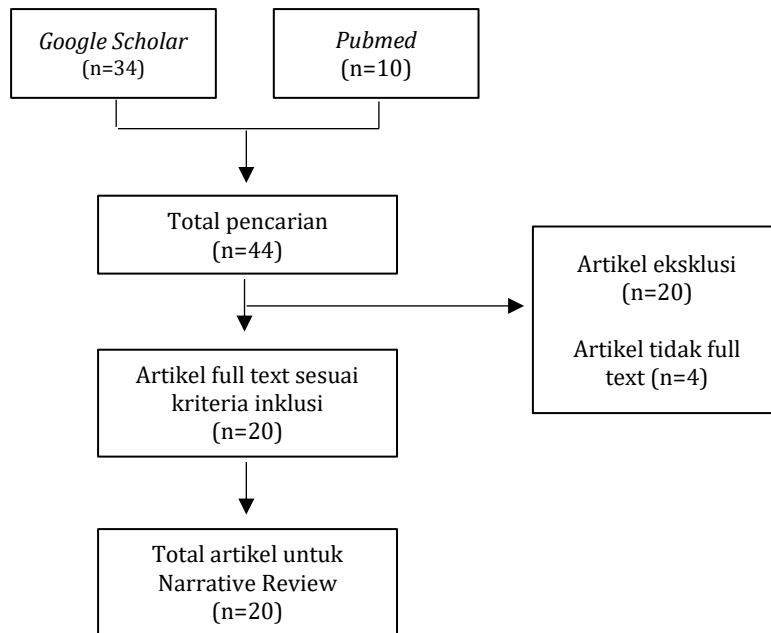
METODE PENELITIAN

Kriteria Artikel

Artikel yang digunakan dalam penelitian ini sesuai seperti kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi dalam penyusunan review ini adalah jurnal yang terbit tahun 2023-2024, berisi tentang aktivitas antibakteri, profil fitokimia, dan sediaan pada tanaman temu kunci yang terdapat dalam *Google Scholar* dan *Pubmed* dengan hasil yang didapatkan full text. Kriteria eksklusi dalam review ini jika artikel tidak ditemukan dalam bentuk fulltext atau bahasa yang digunakan selain Bahasa Indonesia atau Inggris.

Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada narrative review ini, menggunakan pencarian data melalui *Google Scholar* dan *Pubmed* dengan kata kunci "*Boesenbergia pandurata*, aktivitas antimikroba, profil fitokimia dan formulasi sediaan". Jurnal yang dipilih yaitu dari tahun 2014-2023 baik menggunakan Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris.



Gambar 1. Metode pencarian literatur

Tabel I. Aktivitas Antimikroba dari Ekstrak Temu Kunci

Ekstrak	Metode ekstraksi	Metode uji aktivitas	Mikroba Uji	Diameter zona hambatan	Referensi
Etanol 96%	Maserasi	Difusi Agar (Kirby Bauer)	<i>Escherichia coli</i> ATCC-11229, <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC-25923, <i>S. epidermidis</i> FNCC-0048, and <i>Streptococcus mutans</i>	8,15-13.20 mm	(Atun, Sri and Rakhmawati, 2018)
Etanol 96%	Maserasi	Difusi Agar (Kirby Bauer)	<i>Malassezia</i> sp.; <i>M. globosa</i> & <i>furfur</i>	7-11 mm	(Widayat, Naspiah and Ibrahim, 2015)
Etanol 96%	Maserasi	Difusi Agar (Kirby Bauer)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13,85 mm	(Girsang <i>et al.</i> , 2019)
Etanol 70%	Maserasi	Difusi Agar (Kirby Bauer)	<i>S. mutans</i>	11,167 mm	(Hati, Dyahariesti and Yuswantina, 2019)
Etanol	Maserasi	Difusi Agar (Kirby Bauer)	<i>S. mutans</i>	1,85 mm	(Handayani, Mursiti and Wijayati, 2018)
Etanol	-	Difusi Agar (Kirby Bauer)	<i>E. coli</i> ATCC 11229 dan <i>S. epidermidis</i> FNCC 0048	8-10 mm	(Wulandari and Rakhmawati, 2018)
Etanol	-	Uji in vitro	<i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Pseudomonas</i> sp.	Konsentrasi 600, 900 dan 1000 ppm serta konsentrasi lebih dari 4500 ppm menghambat pertumbuhan bakteri	(Hardi <i>et al.</i> , 2016)
Etanol	-	Difusi Agar (Kirby-Bauer)	<i>Streptococcus mutans</i>	6,70- 10,19 mm	(Mahmudah and Atun, 2017)
Etanol	-	Difusi Agar (Kirby Bauer)	<i>Streptococcus</i> sp. dan <i>Aerococcus</i> sp.	2-10 mm	(Carina, Hardi and Pagoray, 2020)
Metanol	Maserasi	Disk diffusion	<i>P. acnes</i> ATCC 6919, <i>P. acnes</i> clinical strain, <i>S. epidermidis</i> KCCM40003 and <i>S. aureus</i> KCCM12255	10, 9, 8, 9 mm	(Rahman, Yan and Rukayadi, 2016)
Minyak atsiri	Distilasi air	Bioautografi Kontak	<i>Staphylococcus aureus</i>	Zona hambat pada MHA yang kontak dengan bercak mengandung minyak atsiri	Christiana, I., & Soegianto, L. (2020)
Minyak atsiri	Distilasi uap	Mikrodilusi cair	<i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i>	10-13,67 mm	(Baharudin, Hamid and Susanti, 2015)

Tabel II. KHM Ekstrak Temu Kunci *Boesenbergia pandurata*

Ekstrak	Metode ekstraksi	Metode uji aktivitas	Mikroba Uji	KHM	KBM	Referensi
Etanol 96%	Maserasi	Mikrodilusi Cair	<i>S. aureus</i> <i>S. mutans</i>	128 µg/mL 64 µg/mL	>2048 µg/mL >2048 µg/mL	(Sukandar <i>et al.</i> , 2016)
Etanol 96%	Maserasi	Dilusi cair	<i>Malassezia sp.</i> <i>Malassezia globosa</i> & <i>M. furfur</i>	1%	10%	(Widayat, Naspiah and Ibrahim, 2015)
Metanol	-	Dilusi cair	<i>P. acnes</i> ATCC6919, <i>P. acnes</i> clinical strain, <i>S. epidermidis</i> KCCM40003 and <i>S. aureus</i> KCCM12255	0,63, 0,63, 0,31; dan 0,02 mg/mL	1,25-, 1,25-, 0,63, dan 0,04 mg/mL	(Rahman, Yan and Rukayadi, 2016)
Etanol 96%	Ekstraksi Soxhlet	Mikrodilusi cair	<i>S. aureus</i> ATCC 25923, <i>S. epidermidis</i> , <i>B. subtilis</i> ATCC 6633, <i>C. albicans</i> ATCC 10231, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	0.04 to 25 mg/mL	0.16 to 25 mg/mL	(Jitvaropas <i>et al.</i> , 2012)
Etanol 96%	Ekstraksi Soxhlet	Mikrodilusi cair	<i>Methicillin Resistant Staphylococcus aureus</i> (MRSA), <i>Methicillin Resistant Coagulase negative (MRCNS)</i> , <i>MSSA</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella typhi</i>	MRSA & <i>B. subtilis</i> = 16 ppm, <i>MSSA</i> = 8 ppm, <i>MSCNS</i> & <i>S. typhi</i> = 4 ppm	6-16 ppm	(Sukandar, Sunderam and Fidrianny, 2013)
Minyak atsiri	Distilasi uap	Mikrodilusi cair	<i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i>	0,06 - 2,66 µL/mL	-	(Baharudin, Hamid and Susanti, 2015)

Tabel III. Kandungan Fitokimia dari *Boesenbergia pandurata*

Pelarut	Metode	Senyawa Kimia	Keterangan	Referensi
Etanol 70%	<i>Microwave-assisted extraction</i>	Flavonoid dan fenol	Kadar total fenol total 6,69% - 9,18%, dan flavonoid 13,46% - 21,41%	(Kautsari <i>et al.</i> , 2021)
Etil asetat	Uji kualitatif reaksi dan KLT	Alkaloid, terpenoid, flavonoid, fenol, dan saponin, Kuinon	Alkaloid, terpenoid, flavonoid, fenol, dan Kuinon	(Priyadi <i>et al.</i> , 2021)
Etanol	Sepktrofotometri UV, IR, NMR (1 H and 13C)	Flavanon	2',4'-dihydroxy-6-methoxychalcone 5-hydroxy-7-methoxyflavanone 5,7-dihydroxyflavanone	(Atun, Sri and Rakhmawati, 2018)
Etanol 96%	Uji kualitatif reaksi warna	Flavonoid, saponin, dan tanin	flavonoid, saponin, dan tanin.	(Hati, Dyahariesti and Yuswantina, 2021)
Etanol 96%	KLT Bioautografi	Flavonoid, kalkon dan turunannya	Zona hambatan Rf : 0.18, 0.26, 0.49, dan 0.53 diduga merupakan flavonoid	(Widayat, Naspiah and Ibrahim, 2015)
Minyak atsiri	GC-MS	Monoterpen dan sesekuiterpen	Nerol and L-camphor sebagai komponen utama	(Baharudin, Hamid and Susanti, 2015)
Minyak atsiri	GC-MS	Monoterpen dan sekuiterpen	Komponen utama minyak atsiri: <i>o cymene</i> dan <i>champhor</i> tergantung ketinggian tempat tumbuh	(Rouf Shah, Prasad and Kumar, 2016)

Tabel IV. Bentuk Sediaan Obat Alami dari *Boesenbergia pandurata*

Sediaan	Spesies Bakteri	Hasil	Judul
Sabun cair	<i>Candida albicans</i>	Diameter zona hambat 19-27,3mm	(Maulana, Ardillah and Irawan, 2023)
Pasta Gigi	<i>S. mutans</i>	Tidak diuji aktivitas antibakterinya. Sediaan pasta gigi memenuhi sifat fisik pasta gigi..	(Ardianto and Safitri, 2021)
Pasta Gigi	<i>S. mutans</i>	Hasil uji antibakteri ekstrak temu kunci dengan konsentrasi 5% terhadap bakteri <i>Streptococcus mutans</i> menunjukkan rata-rata diameter zona bening sebesar 11,167±0,288 mm	(Hati, Dyahariesti and Yuswantina, 2021)
Krim dan salep	<i>S. aureus</i>	Pada dosis 3%, ekstrak etanol rimpang temu kunci mempunyai aktivitas bakterisidal terhadap <i>S. aureus</i> (MBC 256 µg/mL)	(Sukandar, Fidrianny and Kamil, 2015)
Emulgel	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i> dapat dihambat oleh emulgel temu kunci pada konsentrasi 2,5-10% dan emulgel memenuhi sifat fisik emulgel.	(Zainab <i>et al.</i> , 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi literatur ini menunjukkan bahwa rimpang temu kunci mempunyai aktivitas antimikroba terhadap beberapa spesies bakteri dan fungi (**Tabel I**). Mikroorganisme yang sudah diujikan sebagian besar terhadap bakteri (*S. aureus*, *S. epidermidis*, MRSA, MSSA, MSCN, *S. mutans*, *B. cereus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Malassezia spp.*, dan *P. acnes*), dan sebagian kecil terhadap jamur (*C. albicans* dan *S. cerevisiae*). Akan tetapi yang ekstrak temu kunci paling banyak diujikan terhadap *S. mutans*. Bahan yang diujikan adalah ekstrak dan minyak atsiri. Ekstraksi umumnya dilakukan dengan menggunakan metode maserasi meskipun beberapa ada yang menggunakan ekstraksi dengan Soxhlet, refluks atau *microwave*. Metode isolasi minyak atsiri temu kunci dilakukan dengan menggunakan metode distilasi. Pelarut yang banyak digunakan umumnya adalah etanol 96%. Beberapa peneliti menggunakan etanol 96% dan 70%. Adapun metode uji antimikroba yang banyak digunakan adalah metode difusi agar (Kirby Bauer) dengan parameter diameter zona hambatan. Jurnal-jurnal tersebut menunjukkan diameter zona hambat terhadap beberapa jenis mikroba yang diperoleh antara 7,0 mm sampai 13,90 mm. Diameter zona hambatan yang paling besar ditunjukkan oleh minyak atsiri temu kunci terhadap *P. aeruginosa* (13,67 mm).

Tabel II menunjukkan bahwa KHM dari ekstrak maupun minyak atsiri bervariasi tergantung dari jenis mikroba uji yang digunakan. KHM yang paling kecil ditunjukkan oleh ekstrak etanol temu kunci yang diujikan terhadap bakteri *S. aureus* sebesar 64 µg/mL (Sukandar, Sunderam and Fidrianny, 2013). Sedangkan KHM minyak atsiri plaing kecil diujikan terhadap *B. cereus* (Baharudin, Hamid and Susanti, 2015).

Berdasarkan **Tabel III** dapat digolongkan kandungan fitokimia aktif yang berfungsi sebagai antimikroba pada rimpang temu kunci adalah sebagai berikut: (1) flavonoid; (2) polifenol; dan (3) minyak atsiri termasuk nerol, kamfor, sineol, fenchon, hemanthidine, dan limonene. Kandungan minyak atsiri rimpang temu kunci cukup besar, rendemen dari rimpang segar sebesar 0,19% v/b sementara dari rimpang kering sebesar 4%. Analisis menggunakan GC-MS hasil menunjukkan minyak atsiri temu kunci yang diperoleh dari rimpang temu kunci segar menunjukkan 34 komponen dan terdapat 6 komponen dalam jumlah relatif tinggi (> 1 %) yaitu kampen, beta-mirsen, eukaliptol, osimen, dan L-linalool, dan kamfor (Miksusanti *et al.*, 2008). Komposisi dan kandungan utama minyak atsiri dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh. Ketinggian tempat tumbuh 350 m dpl mempunyai komponen utama adalah *o-cymene* dan ketinggian tempat 460 m dpl adalah *champhor* (Rouf Shah, Prasad and Kumar, 2016).

Zoba hambat yang dihasilkan dari ekstrak temu kunci terhadap *S. mutans* sebesar $11,167 \pm 0,288$ mm (Hati, Dyahariesti and Yuswantina, 2019) dan 6,70-10,19 mm (Mahmudah and Atun, 2017). Hasil ini dapat berbeda signifikan dikarenakan perbedaan dalam metodenya maupun konsentrasi yang digunakan dalam masing-masing ekstrak. Ekstrak rimpang temu kunci dengan metode Kirby-Bauer menggunakan bakteri *P. aeruginosa* pada konsentrasi 30% diperoleh hasil diameter zona hambat yang hampir mencapai angka kontrol positif yaitu 13,85 mm (Girsang *et al.*, 2019) dan pada *E. coli* dan *S. epidermidis* hasil zona hambat yang diperoleh 8 mm sampai 10 mm (Wulandari and Rakhmawati, 2018). Metode difusi agar terhadap *Streptococcus sp.* dan *Aerococcus sp.* hasil yang diperoleh pada konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut yaitu pada konsentrasi 800 ppm (Carina, Hardi and Pagoray, 2020).

Rimpang temu kunci diekstraksi menggunakan *microwave-assisted extraction* dengan etanol 70% menunjukkan kandungan fenol total sebesar $9,18 \pm 0,30$ % dan kadar flavonoid total sebesar $21,41 \pm 0,13$ %. Beberapa artikel melaporkan adanya variasi pada kandungan ekstrak temu kunci. Priyadi, dkk (2021) melaporkan ekstrak etil asetat temu kunci mengandung terpenoid, flavonoid, fenol, dan quinon (Priyadi *et al.*, 2021). Hati, dkk (2019) melakukan penelitian menggunakan metode uji kualitatif dari ekstrak temu kunci dengan pelarut etanol diperoleh bahwa terdapat flavonoid, saponin, dan tannin (Hati, Dyahariesti and Yuswantina, 2019). Atun dan Rakhmawati (2019) melaporkan pada ekstrak temu kunci didapatkan hasil positif flavonoid dan steroid (Atun, Sri and Rakhmawati, 2018).

Penentuan senyawa bioaktif dari rimpang temu lawak telah dilakukan beberapa peneliti dengan menggunakan metode KLT-Bioautografi. Widayat, dkk (2015) melakukan penelitian untuk mengetahui senyawa pada temu kunci dengan metode KLT-bioautografi menunjukkan zona hambatan pada bercak dengan nilai R_f 0.18, 0.26, 0.49, dan 0.53 yang diduga merupakan flavonoid (Widayat, Naspiah and Ibrahim, 2015). Metode bioautografi kontak minyak atsiri temu kunci menunjukkan zona hambatan pada media yang ditumbuhi *S. aureus*. Deteksi dengan menggunakan H_2SO_4 dan Vanillin asam sulfat menunjukkan senyawa yang aktif merupakan golongan monoterpen (Christiana and Soegianto, 2020). Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri minyak atsiri temu kunci melalui kebocoran membran sel bakteri sehingga komponen penting sel seperti protein, asam nukleat dan ion Ca^{2+} dan K^+ keluar sel (Miksusanti *et al.*, 2008; Girsang *et al.*, 2019).

Penggunaan bahan alam sebagai obat semakin diminati oleh masyarakat, dengan seiringnya gerakan kembali ke alam (*back to nature*). Ekstrak atau minyak atsiri temu kunci yang dibuat dalam berbagai sediaan menunjukkan mempunyai khasiat sebagai antimikroba (**Tabel IV**). Sediaan sabun cair temu kunci yang diuji terhadap jamur *Candida albicans* menunjukkan zona hambat antara 19 hingga 27,3 mm. Sediaan pasta gigi temu kunci mampu menghambat pertumbuhan penyebab karies gigi *S. mutans*. Sediaan krim dan salep pada dosis 3% ekstrak etanol rimpang temu kunci mempunyai aktivitas bakterisidal terhadap *S. aureus* dengan KHM 256 $\mu\text{g/mL}$. Sediaan pasta gigi dengan konsentrasi 5% menghambat bakteri *S. mutans* menunjukkan rata-rata diameter zona hambatan sebesar $11,167 \pm 0,288$ mm. Selain sediaan tersebut menunjukkan aktivitas antimikroba yang cukup kuat, hasil uji sifat fisik sediaan juga memenuhi persyaratan dari masing-masing sediaan. Meskipun demikian masih perlu dilakukan uji stabilitas dari sediaan-sediaan tersebut.

KESIMPULAN

Rimpang temu kunci mempunyai aktivitas antibakteri bervariasi tergantung pada mikroorganisme dan konsentrasi yang diuji. Kandungan kimiawi dari ekstrak temu kunci adalah alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin. Senyawa utama dari minyak atsiri adalah kamfor dan nerol dengan mekanisme menimbulkan kebocoran membran sel bakteri. Ekstrak atau minyak atsiri yang diformulasikan dalam sabun, pasta gigi, krim, dan salep mampu menghambat pertumbuhan beberapa mikroba. Pengujian lebih lanjut tentang sifat fisik dan stabilitas perlu dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada apt. Lolita, M.Sc. Ph.D yang telah membantu dan memberikan masukan dalam penulisan review ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, R. and Safitri, I. N. (2021) "Formulasi dan Uji Mutu Fisik Sediaan Pasta Gigi Herbal Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata* Roxb).", in *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, pp. 225–231.
- Atun, S., Sri, H. and Rakhmawati, A. (2018) "Potential Bioactive Compounds Isolated from *Boesenbergia rotunda* as Antioxidant and Antimicrobial Agents", *Pharmacognosy Journal*, 10(3), pp. 513–518. doi: 10.5530/pj.2018.3.84.
- Baharudin, M. K. A., Hamid, S. A. and Susanti, D. (2015) "Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from Three Aromatic Plants of The Zingiberaceae Family in Malaysia", *Journal of Physical Science*, 26(1), pp. 71–81.
- Carina, W., Hardi, E. and Pagoray, H. (2020) "Inhibition Activity In Vitro Test of Temu Kunci Extract (*Boesenbergia pandurata*) Against *Streptococcus* sp. and *Aerococcus* sp.", *Aquacultura Indonesiana*, 21(2), pp. 82–86.
- Chahyadi, A. et al. (2014) "*Boesenbergia pandurata* Roxb., an Indonesian Medicinal Plant: Phytochemistry, Biological Activity, Plant Biotechnology", *Procedia Chemistry*. Elsevier Ltd., 13, pp. 13–37. doi: 10.1016/j.proche.2014.12.003.
- Christiana, I. and Soegianto, L. (2020) "Skrining Senyawa Antibakteri dari Minyak Atsiri Rimpang Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*) terhadap *Staphylococcus aureus* dengan Metode Bioautografi Kontak", *Journal of Pharmacy Science And Practice*, 7(1), pp. 15–19.
- Girsang, F. M. et al. (2019) "23. Effect of Temu Kunci's Root (*Boesenbergia pandurata*) Extract to *Pseudomonas aeruginosa*", *Jurnal Medika Veterinaria*, 13(2). doi: 10.21157/j.med.vet.v13i2.3649.
- Handayani, S., Mursiti, S. and Wijayati, N. (2018) "Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Flavonoid dari Rimpang Temu Kunci (*Kaempferia pandurata* Roxb.) terhadap *Streptococcus mutans*", *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), pp. 146–152.
- Hardi, E. et al. (2016) "Short Communication: Antibacterial activity of *Boesenbergia pandurata*, *Zingiber zerumbet* and *Solanum ferox* Extracts Against *Aeromonas hydrophila* and *Pseudomonas* sp.", *Nusantara Bioscience*, 8(1). doi: 10.13057/nusbiosci/n080105.
- Hati, A. K., Dyahariesti, N. and Yuswantina, R. (2019) 'Penetapan Kadar Flavonoid dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Sereh (*Cymbopogon nardus*) Dan Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata* Roxb) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*", *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 2(2). doi: 10.35473/ijpnp.v2i2.264.
- Hati, A. K., Dyahariesti, N. and Yuswantina, R. (2021) "Optimasi Formula Pasta Gigi Kombinasi Ekstrak Rimpang Temu Kunci dan Sereh dengan CMC-Na dan Carbomer sebagai Bahan Pengikat Menggunakan Metode Simplex Lattice Design", *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, pp. 25–33. doi: 10.22435/jki.v11i1.2317.
- Jitvaropas, R. et al. (2012) "Antioxidant, Antimicrobial and Wound Healing Activities of *Boesenbergia rotunda*", *Natural Product Communications*, 7(7), pp. 909–912. doi: 10.1177/1934578x1200700727.
- Kautsari, S. N. et al. (2021) "Kadar Total Fenol dan Flavonoid Ekstrak Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*) Melalui Metode Ekstraksi Microwave", *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 17(1), p. 96. doi: 10.20961/alchemy.17.1.46497.96-104.

- Mahmudah, F. L. and Atun, S. (2017) "Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata* Roxb) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*", *Jurnal Penelitian Saintek*, 22(1), p. 59. doi: 10.21831/jps.v22i1.15380.
- Maulana, I., Ardillah, D. and Irawan, O. (2023) "Uji efektivitas Sabun Cair dari Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schlecht) Terhadap Bakteri *Candida albicans*", *Journal of Sciencetech Research and Development*, 4(2), pp. 192–197. doi: 10.56670/jsrd.v4i2.66.
- Miksusanti *et al.* (2008) "Kerusakan Dinding Sel *Escherichia coli* Kl.l Oleh Minyak Atsiri Temu Kunci (*Kaempferia pandurata*)", *Berita Biologi*, 9, pp. 1–8.
- Priyadi, M. *et al.* (2021) "Profil Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda* L.) dan Serai (*Cymbopogon citratus*)", *Jurnal Pharmascience*, 8(1), p. 45. doi: 10.20527/jps.v8i1.9725.
- Rahman, M., Yan, L. and Rukayadi, Y. (2016) "Antibacterial Activity of Fingerroot (*Boesenbergia rotunda*) Extract Against Acne-Inducing Bacteria", *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), pp. 2157–2163.
- Rouf Shah, T., Prasad, K. and Kumar, P. (2016) "Maize: A Potential Source of Human Nutrition and Health: A Review", *Cogent Food & Agriculture*. Edited by F. Yildiz, 2(1), pp. 135–137. doi: 10.1080/23311932.2016.1166995.
- Sukandar, E. *et al.* (2016) "Antibacterial Interaction of Combination of Ethanolic Extract of Zingiber *Officinale* var *rubrum* Rhizome, *Boesenbergia pandurata* Rhizome, and *Stevia rebaudiana* Leaves with Certain Antibiotics Against Infectious Mouth Microbial", *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(1), pp. 311–314.
- Sukandar, E., Fidrianny, I. and Kamil, A. (2015) "In Situ Antibacterial Activity of *Kaempferia pandurata* (Roxb.) Rhizomes Against *Staphylococcus aureus*", *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(2), pp. 239–244.
- Sukandar, E., Sunderam, N. and Fidrianny, I. (2013) "Activity of *Kaempferia pandurata* (Roxb.) Rhizome Ethanol Extract Against MRSA, MRCNS, MSSA, *Bacillus subtilis* and *Salmonella typhi*", *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 17(1), pp. 49–55. doi: 10.3923/pjbs.2014.49.55.
- Widayat, W., Naspiah, N. and Ibrahim, A. (2015) "Aktivitas Ekstrak Temu Kunci Kunci (*Boesenbergia pandurata* Roxb. Schlecht.) Terhadap Jamur Penyebab Pitiriasis versikolor (*Malassezia* sp. *Malassezia globosa* & *Malassezia furfur*).", in *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, pp. 183–190. doi: 10.25026/mpc.v2i1.58.
- Wulandari, Y. A. and Rakhmawati, A. (2018) "Uji Aktivitas Antiibakteri Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*) Terhadap *Escherichia coli* ATCC 11229 dan *Staphylococcus epidermidis* FNCC 0048 Secara In Vitro", *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 7(7), pp. 464–474. doi: 10.21831/kingdom.v7i7.13093.
- Zainab, Z. *et al.* (2022) "Formulasi dan Aktivitas Antibakteri Sediaan Emulgel Ekstrak Etanol Rimpang Temu Kunci (*Boesenbergia Pandurata*) terhadap *Staphylococcus aureus*", 1(1), pp. 46–58.