

Kajian Pustaka Potensi Antibakteri Bawang Hitam dan Bawang Putih (*Allium sativum* L)

Cici Yuniasari, Sri Peni Fitrianingsih & Siti Hazar

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

email: cysari21@gmail.com, Spfitrianingsih@gmail.com, sitihazar1009@gmail.com

ABSTRACT: Black garlic is produced from the heating process of garlic (*Allium sativum* L) with high temperature and humidity parameters at some period of time thereby increasing the various content of bioactive compounds. Several studies have been conducted to see the pharmacological effects of black garlic, which one is as an antibacterial. This research was conducted by reviewing the antibacterial potential of black garlic and garlic (*Allium sativum* L). The literature review was carried out using the SLR (Systematic Literature Review) method to interpret findings from various journals using online databases that carry a lot of article research in national journals and international journals. The result obtained that black garlic and garlic (*Allium sativum* L) have antibacterial potential against *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* this is presumably due to the presence of secondary metabolite compound such as polyphenols and flavonoids and their compound namely S allyl cysteine and allicin which can inhibit the growth of these bacteria.

Keywords: Black garlic, aged black garlic extract, antibacterial activity, bacteriostatic capacity, *Allium sativum* L dan biochemical compound

ABSTRAK: Bawang hitam dihasilkan dari proses pemanasan bawang putih (*Allium sativum* L) dengan parameter suhu serta kelembaban tinggi pada waktu tertentu, sehingga meningkatkan berbagai kandungan senyawa bioaktif. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat efek farmakologi bawang hitam, salah satunya sebagai antibakteri. Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji potensi antibakteri dari bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L). Kajian pustaka dilakukan dengan metode SLR (Systematic Literature Review) untuk menginterpretasikan temuan dari berbagai jurnal penelitian yang didapat secara online menggunakan basis data yang memuat naskah penelitian berupa jurnal nasional dan internasional. Hasil penelusuran pustaka yang diperoleh menunjukkan bahwa bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) memiliki potensi antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* hal tersebut diduga karena adanya golongan senyawa metabolit sekunder seperti polifenol dan flavonoid dengan senyawa seperti S-allyl cysteine dan allicin, yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri tersebut.

Kata Kunci: Black garlic, aged black garlic extract, antibacterial activity, bacteriostatic capacity, *Allium sativum* L dan biochemical compound

1 PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L) tanaman dari keluarga *alliaceae* yang memiliki banyak senyawa yang terkandung salah satunya senyawa allicin, menurut Zainal M, Zain, Amin, & Ahmad, (2021) senyawa allicin memiliki efek sebagai antibakteri, allicin juga memiliki efek terapeutik sebagai antijamur, antipprotozoa, antivirus, dan anti kanker (Leontiev R, Hohaus, Gruhlke, & Slusarenko, 2018). Bawang putih telah digunakan sebagai bumbu masak, obat tradisional dan saat ini terdapat pengolahan melalui pemanasan untuk menghilangkan aroma dan rasa tidak enak, yang dikenal sebagai bawang hitam. Bawang hitam (*black garlic*) termasuk salah satu olahan tanaman kaya golongan senyawa bioaktif berkhasiat obat, diantaranya mengandung golongan senyawa

seperti, polifenol, flavonoid, dan senyawa S

allyl-cysteine (Bae SE, Cho, Wun, Lee, & Park, 2014).

Bawang hitam adalah hasil proses *aging* dari bawang putih, melalui pemanasan suhu tinggi dengan kelembaban terkontrol pada jangka waktu tertentu, meningkatkan gula pereduksi, alkaloid, sehingga menghasilkan efek terapeutik seperti antioksidan, antitumor dan peningkat imunitas (Qiu Z, Lu X, Li, Zhang, & Qiao, 2018). Suhu pemanasan umumnya yaitu 65-80°C dengan kelembaban 70-80% selama 35-40 hari tanpa tambahan perlakuan apapun dan menghasilkan perubahan warna menjadi hitam, proses ini membuat aroma tajam pada bawang putih menghilang (Yuliastri, Lolok, Ikawati, & Maghvira, 2020). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak bawang hitam

memiliki efek terapeutik diantaranya seperti antioksidan, antialergi, antidiabetes, antiinflamasi,

Menurut penelitian (Jang HJ, Lee, Yoon, & Ji, 2018) aktivitas antibakteri diperoleh dari tingginya kandungan total fenol dan flavonoid yang disebabkan perubahan komponen senyawa dari bawang putih menjadi senyawa hidrofilik seperti S allyl cysteine. Penyakit infeksi yang sering di alami beberapa dikategorikan menjadi infeksi saluran pernafasan, diare, dan demam *tifoid* (Noor Mustaqof, Wiharto, & Suryani, 2015). Beberapa bakteri patogen penyebab infeksi diantaranya *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Antibakteri yaitu senyawa yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam konsentrasi kecil yang mampu menghambat dan bahkan membunuh proses kehidupan mikroorganisme (Menon S, & Satria A, 2017). Senyawa antibakteri pada kadar terendah yang mampu menghambat pertumbuhan suatu bakteri dikenal dengan konsentrasi hambat minimum (KHM), sedangkan kadar antibiotik terendah yang mampu membunuh pertumbuhan suatu bakteri setelah diinkubasi 24 jam disebut dengan konsentrasi bunuh minimum (KBM).

Senyawa atau tumbuhan yang berpotensi sebagai antimikroba memiliki tingkatan peran konsentrasi hambat minimum diantaranya <100µg/mL di interpretasikan sebagai agen antimikroba yang sangat aktif, 100µg/mL hingga 500µg/mL diklasifikasikan menjadi agen yang aktif, 500µg/mL sampai 1000µg/mL dikategorikan sebagai agen antimikroba yang moderat, kategori rentang 1000µg/mL hingga 2000µg/mL dianggap memiliki sifat yang lemah, sedangkan lebih dari 2000µg/mL diklasifikasikan sebagai agen yang tidak aktif (Silva, et al., 2013). Selain KHM terdapat juga diameter hambat yaitu luas zona yang terbentuk pada proses pengujian senyawa, kriteria diameter hambat senyawa antimikroba, menurut (Milah, Bintari, & Mustikaningtyas, 2016) dikategorikan menjadi: sangat kuat (>20 mm), sedang (16-20 mm), lemah (10-15 mm) dan tidak ada jika (<10 mm).

Menurut (Yudhayanti, Permana, & Nocianitri, 2020), senyawa allicin pada bawang putih yang berkhasiat sebagai antibakteri diubah menjadi komponen senyawa bioaktif lebih stabil SAC (S allyl cysteine) yang jumlahnya meningkat lima sampai enam kali lebih tinggi dibandingkan

hiperkolesterolemik, dan antikanker (Choi IS, Cha, & Lee, 2014).

dengan bawang putih. Maka dari itu berdasarkan penelitian sebelumnya, rumusan masalah yang timbul pada penelitian ini yaitu apakah bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) memiliki potensi antibakteri dan golongan senyawa atau senyawa apa yang berperan sebagai antibakteri pada bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi antibakteri pada bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) serta golongan senyawa atau senyawa yang berperan sebagai antibakteri. Ada pun manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi mengenai aktivitas antibakteri bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) sehingga dapat menambah keragaman ilmu pengetahuan dan pengembangan penelitian, seperti dijadikan sebagai alternatif dalam menjaga kesehatan, bahan tambahan dalam pembuatan obat dan atau pemulihan infeksi.

2 METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan metode SLR (*Systematic Literature Review*) yaitu kajian *literature* yang dilakukan secara sistematis untuk menganalisis dan menginterpretasikan data temuan berupa artikel penelitian dengan tahapan menentukan kategori inklusi golongan senyawa dan atau senyawa yang berpotensi sebagai antibakteri, data diameter zona hambat dan konsentrasi hambat minimum (KHM) serta kategori eksklusi *article review* dan artikel dibawah tahun 2010.

Selanjutnya dilakukan tahapan penelusuran pustaka terhadap berbagai jurnal pada beberapa *situs web publisher* yang memuat naskah penelitian, diantaranya MDPI, SpringerLink, John wiley & sons, Taylor & francis, dan Science direct (elsevier). Kata kunci yang digunakan meliputi *black garlic*, *aged black garlic extract*, *antibacterial activity*, *bacteriostatic capacity*, *Allium sativum* L dan *biochemical compound*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *research article*, penelusuran pustaka dilakukan pada bulan maret 2021 hingga mei 2021.

Penelitian yang dilakukan meliputi pencarian, penyeleksian, peninjauan materi yang akan dituangkan, meliputi efek antibakteri dari bawang hitam dan bawang putih, kandungan senyawa atau

golongan senyawa bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) yang berpotensi sebagai antibakteri. Jurnal utama yang digunakan berjumlah enam jurnal terkait dengan aktivitas antibakteri bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L), serta dua puluh tujuh jurnal nasional dan jurnal internasional sebagai jurnal acuan untuk melengkapi pembahasan jurnal utama.

3 PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Penelitian antibakteri bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) Dilakukan terhadap berbagai ekstrak yang berbeda diantaranya ekstrak methanol, ethanol, destilasi air, chloroform, ekstrak air, dan michioutou wine (anggur beras) jenis pelarut yang digunakan memiliki sifat kepolaran berbeda, pelarut non polar, semi polar hingga non polar. (Septiana & Asnani, 2012). Ekstraksi menggunakan pelarut merupakan metode yang paling umum digunakan untuk menarik berbagai golongan senyawa dan atau matriks yang terkandung dalam tanaman (Ramli, Mohd Sobani SS, 2017).

Dari hasil proses ekstraksi terdapat banyak sekali kandungan senyawa kimia, potensi antibakteri yang diperoleh bisa merupakan dari salah satu senyawa yang terkandung atau gabungan dari beberapa aktivitas senyawa. Pada ekstrak bawang hitam terdapat berbagai golongan senyawa yang dihasilkan dan terjadi peningkatan beberapa golongan senyawa akibat proses pemanasan bawang putih menjadi bawang hitam (*Allium sativum* L). Proses perubahan jumlah kandungan senyawa ini dapat menyebabkan potensi antibakteri pada bawang hitam lebih besar dibandingkan pada bawang putih (Jang HJ, Lee, Yoon, & Ji, 2018). Selain senyawa metabolit sekunder terdapat kandungan senyawa metabolit primer yang juga mengalami perubahan jumlah dari proses pemanasan bawang putih menjadi bawang hitam, beberapa diantaranya, karbohidrat dan lipid yang meningkat dua kali lebih tinggi sedangkan untuk asam amino, kadar air, ph, kecerahan menjadi menurun (Medina, et al., 2019).

Pada penelitian (Chang, Jang, & Lin, 2020) golongan senyawa total fenol dan senyawa cysteine meningkat sebanyak tiga kali lipat, lalu pada penelitian (Choi IS, et al., 2014) golongan

senyawa fenol dan flavonoid meningkat sebanyak lima kali, hasil ini selaras dengan penelitian (Jang HJ, et al., 2018), (Serrano, et al., 2020) (Najman, Sadowska, & Hallmann, 2021), (Sunanta, et al., 2020) dan (Zhang X, et al., 2016)

Berikut beberapa hasil penelitian yang menunjukkan terjadinya perubahan jumlah senyawa, ekstrak bawang putih menjadi bawang hitam (*Allium sativum* L).

Tabel 1. Perubahan kadar flavonoid total pada bawang putih (*Allium sativum* L) dan bawang hitam

Sampel	Kada Flavonoid Total (mg GAE/g)	Sampel	Kada Flavonoid Total (mg GAE/g)	Sumber Penelitian
Bawang Putih	-	Bawang Hitam	-	(Chang et al, 2020)
	3,22		15,37	(Choi et al, 2014)
	70,82		338,04	(Jang et al, 2018)
	37,75		57,8	(Najman, et al 2021)
	-		-	(Serrano, et al 2020)
	0,35		1,12	(Sunanta, et al 2020)

Selain terjadi peningkatan jumlah kadar flavonoid total, pada bawang hitam juga diketahui mengalami peningkatan jumlah fenol total. Rangkuman data dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perubahan kadar fenol total pada bawang putih (*Allium sativum* L) dan bawang hitam

Sampel	Kada Fenol Total (mg GAE/g)	Sampel	Kada Fenol Total (mg GAE/g)	Sumber Penelitian
Bawang Putih	5,87	Bawang Hitam	16,97	(Chang et al, 2020)
	13,91		58,33	(Choi et al, 2014)
	5,68		147,58	(Jang et al, 2018)
	43,35		74,34	(Najman, et al 2021)
	3,2		6,26	(Serrano, et al 2020)
	0,46		13,5	(Sunanta, et al 2020)

Penelitian mengenai penelusuran pustaka potensi antibakteri bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) telah dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes* *Staphylococcus aureus* (Botas, et al., (2019); Chang, Jang, & Lin, (2020); Jang HJ, et al., (2018); Nakamoto, Ohishi, Kunimura, Amano, & Wakamatsu, (2020); (Serrano, et al., 2020); Vlachoannis, Hausmann, Hellwig, Vach, & Ahmad, 2018))

Tabel 3. Pengujian Aktivitas Antibakteri

Bakteri	Gram	Metode Pengujian Bakteri	Waktu Inkubasi	KHM		Diameter Hambat		Sumber Penelitian
				Bawang Hitam	Bawang Putih	Bawang Hitam	Bawang Putih	
<i>Escherichia coli</i>	(-)	Mikrodilusi	24 Jam	25000 µg/mL	> 100000 µg/mL	-	-	Botas et al, (2019)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	(-)			50000 µg/mL	> 100000 µg/mL			
<i>Listeria monocytogenes</i>	(+)			12500 µg/mL	> 100000 µg/mL			
<i>Escherichia coli</i>	(-)	Difusi Agar & Dilusi	24 Jam	10 µg/mL	nd	8,33 mm	nd	Chang et al, (2020)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	(-)			4 µg/mL	10 µg/mL	12,67 mm	8,33 mm	
<i>Staphylococcus aureus</i>	(+)			2 µg/mL	8 µg/mL	23,33 mm	11,00 mm	
<i>Escherichia coli</i>	(-)	Difusi Agar	24 Jam	-	-	10,00 & 10,67 mm	nd	Jang et al, (2018)
<i>Listeria monocytogenes</i>	(+)					nd	nd	
<i>Staphylococcus aureus</i>	(+)					9,67 mm	nd	
<i>Staphylococcus aureus</i>	(+)	Difusi Agar	20 Jam	32 µg/mL	-	-	-	Nakamoto et al, (2020)
<i>Escherichia coli</i>	(-)	Difusi Cakram Kertas	-	-	-	nd	17,83 mm	Serrano et al, (2020)
<i>Staphylococcus aureus</i>	(+)					nd	20,78 mm	
<i>Listeria monocytogenes</i>	(+)					nd	21,57 mm	
<i>Staphylococcus aureus</i>	(+)	Mikrodilusi	24 Jam	nd	-	-	-	Valchojannis et al, (2018)

Keterangan: KHM, Konsentrasi Hambat Minimum, nd (*not detected*) tidak terdeteksi, (-) tidak ada pengujian

Berdasarkan hasil penelitian dari beberapa jurnal yang dimuat kedalam **Tabel III.3** Nilai konsentrasi hambat minimum dan zona hambat memiliki hasil yang bervariasi dari setiap penelitian, hal ini dapat disebabkan karena beberapa keadaan seperti perbedaan bakteri yang diuji, metode ekstraksi yang digunakan, konsentrasi ekstrak, dan lama inkubasi. Diantara bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif kemungkinan menghasilkan nilai yang berbeda dikarenakan terdapat perbedaan penyusun pada dinding sel bakteri.

Struktur dinding sel bakteri Gram negatif terdiri dari tiga lapisan utama yaitu membran terluar yang merupakan lipid, terutama lipopolisakarida, peptidoglikan dan sitoplasma untuk lapisan dalam, sedangkan bakteri Gram positif hanya tersusun lapisan peptidoglikan (Kleanthous C, Armitage, Silhavy, Kahne, & Walker, 2010). Dinding sel bakteri gram positif mudah rusak oleh senyawa antibakter karena hanya terdapat satu lapisan lipid sehingga dapat langsung ditembus di banding bakteri Gram negatif yang mempunyai dua lapisan lipid. Setiap jurnal penelitian yang tercantum dalam tabel memuat informasi konsentrasi hambat minimum,

diameter hambat dari bawang hitam dan bawang putih dengan hasil yang bervariasi, seperti pada penelitian (Botas, et al., 2019), Bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L) memiliki aktivitas antibakteri yang tergolong tidak aktif, karena pada penelitian ini sampel bakteri yang diuji merupakan sampel yang diambil dari urin dan dahak yang bukan bakteri biakan murni, nilai konsentrasi hambat minimum yang paling baik diperoleh bakteri Gram positif *Listeria monocytogenes* penelitian ini juga menjelaskan bahwa proses pemanasan dapat mempengaruhi komposisi senyawa bioaktif karena sifat labil senyawa organosulfur akibatnya secara signifikan mempengaruhi efek antioksidan dan antibakteri.

Pada penelitian (Chang, Jang, & Lin, 2020), menyimpulkan bahwa aktivitas antibakteri yang dihasilkan ekstrak anggur beras bawang hitam lebih besar dari ekstrak anggur beras bawang putih dilihat dari nilai KHM dikategorikan sangat aktif dan diameter hambat yang cukup, aktivitas antibakteri yang paling baik terjadi pada *Staphylococcus aureus*, penelitian ini menyatakan total fenol dan flavonoid yang terkandung dalam ekstrak bawang hitam sangat tinggi namun senyawa allicin yang menurut penelitian (Reiter,

Hübbers, Albrecht, & Leichert, 2020) merupakan senyawa antimikroba, tidak terdeteksi didalam bawang hitam hal ini terjadi karena terjadi perubahan kandungan senyawa akibat pemanasan yang dilakukan dari bawang putih (*Allium sativum* L.) menjadi bawang hitam.

Penelitian yang dilakukan oleh (Jang HJ, et al., 2018), memaparkan bahwa bawang hitam (*black garlic*) berpotensi digunakan sebagai senyawa penghambat pertumbuhan mikroba meski diameter hambat yang terbentuk dikategorikan lemah, potensi ini dianggap karena tingginya kandungan golongan senyawa flavonoid yang dihasilkan, diameter hambat yang terbentuk menunjukkan bahwa ekstrak ethanol dan destilasi air bawang hitam dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* sedangkan pada *Listeria monocytogenes* tidak terbentuk hambatan apapun.

Penelitian (Nakamoto, Ohishi, Kunimura, Amano, & Wakamatsu, 2020) menunjukkan data konsentrasi hambat minimum terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang sangat kuat dan signifikan dapat menghambat pertumbuhan, tetapi hasil tersebut tidak lebih baik dari perbandingan antibiotik yang digunakan maka dari itu penelitian ini menyatakan bahwa senyawa yang digunakan tidak cukup potensial untuk digunakan sebagai antibiotik tetapi akan sangat mungkin dapat digunakan sebagai zat tambahan didalam antibiotik ataupun makanan. Senyawa yang digunakan pada penelitian ini adalah fraksinasi dari hasil residu bawang hitam yang diambil dari ekstrak heksana bawang hitam. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Serrano, et al., 2020) menjelaskan tidak ada efek antibakteri pada ekstrak bawang hitam dengan dua konsentrasi ekstrak yang dilihat dari parameter diameter hambat, potensi antibakteri hanya diperlihatkan oleh bawang putih (*Allium sativum* L.) dengan hasil diameter hambat paling baik terdapat pada bakteri *Listeria monocytogenes* diikuti *Staphylococcus aureus*. Bertentangan dengan penelitian (Chang, Jang, & Lin, 2020) dan (Jang HJ, et al., 2018) yang menyatakan bahwa total fenol yang tinggi pada bawang hitam dapat berbanding lurus dengan aktivitas antimikroba, tidak demikian dengan ekstrak air bawang hitam, hasil penelitian (Serrano, et al., 2020) juga menyatakan bahwa senyawa antibakteri allicin dari bawang putih (*Allium sativum* L.) akan

diinaktivasi oleh pemanasan, maka senyawa bioaktifnya menjadi tidak terbentuk. Peristiwa ini dapat menjelaskan mengapa ekstrak air bawang hitam tidak memiliki aktivitas antibakteri dapat dikarenakan proses pemanasan dari bawang putih menjadi bawang hitam yang menghilangkan sifat antibakteri dari senyawa allicin, begitu juga (Vlachojannis, Hausmann, Hellwig, Vach, & Ahmad, 2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa tidak ada aktivitas antibakteri ekstrak ethanol bawang hitam yang terbentuk pada bakteri *Staphylococcus aureus*. Potensi antibakteri pada bawang hitam tidak lagi dihasilkan dari allicin seperti yang terjadi pada bawang putih (*Allium sativum* L.). Aktivitas antimikroba dapat dihasilkan dari golongan senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, polifenol, saponin, sterol dan tannin (Agustina, Andriana, & Hidayati, 2020).

Alkaloid memiliki mekanisme kerja sebagai antimikroba dengan merusak dan menghambat pembentukan komponen penyusun peptidoglikan pada dinding sel bakteri, maka lapisan dinding sel bakteri tidak terbentuk secara utuh dan akhirnya terjadi kematian sel. Flavonoid mekanisme antibakterinya menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sitoplasma, menghambat metabolisme energi, misalnya dengan mengubah membran luar dan sitoplasma sehingga mengganggu pertukaran nutrisi dan pasokan energi jadi terhambat (Xie, Yang, Tang, Chen, & Ren, 2015).

Golongan senyawa polifenol seperti tannin lebih efektif menghambat bakteri gram positif dengan memodifikasi permeabilitas membrane sel, mampu mengerutkan dinding sel bakteri sehingga permeabilitas sel terganggu dan terjadi kerusakan *irreversible*, dari membrane sitoplasma yang menyebabkan penghambatan enzim intraseluler (Bouarab-Chibane, et al., 2019). Semua uraian yang telah dipaparkan menggambarkan bagaimana ekstrak bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L.) dapat berpotensi sebagai agen antibakteri berdasarkan data konsentrasi hambat minimum dan diameter hambat yang terbentuk.

Menurut beberapa penelitian pada ekstrak bawang putih senyawa yang berpotensi sebagai antimikroba merupakan senyawa allicin sedangkan pada bawang hitam golongan senyawa yang memiliki efek antimikroba merupakan polifenol dan flavonoid atau gabungan dari beragam senyawa yang ditemukan pada uji

skrining fitokimia seperti alkaloid, tannin, saponin.

4 KESIMPULAN

Dari kajian pustaka yang telah dilakukan pada beberapa jurnal penelitian (*article research*) dapat ditarik kesimpulan bahwa, antibakteri ekstrak bawang hitam dan bawang putih (*Allium sativum* L), berpotensi terhadap beberapa bakteri yaitu, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes* dan *Escherichia coli*, berdasarkan kriteria zona hambat dan konsentrasi hambat minimum yang telah dicapai. Golongan senyawa yang berperan dalam aktivitas antibakteri pada ekstrak bawang hitam diantaranya polifenol dan flavonoid, serta senyawa turunannya S allyl cysteine, alkaloid tannin, sterol dan saponin lalu pada bawang putih (*Allium sativum* L) senyawa yang berperan adalah allicin.

ACKNOWLEDGE

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada dosen pembimbing Apt. Sri Peni Fitriangisih, M.Si. dan Siti Hazar, M.Si. yang meluangkan waktu untuk memberikan solusi atas permasalahan yang timbul dalam penulisan karya ini, serta seluruh dosen prodi Farmasi Fakultas MIPA Universitas Islam Bandung atas dukungan untuk terselesaikannya studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina E, Andiarna F, Hidayati I. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bawang Hitam (Black Garlic) Dengan Variasi Lama Pemanasan. *Al-Kauniyah J Biol*. 2020;13(1):39-50.

Bae SE, Cho SY, Won YD, Lee SH, Park HJ. Changes in S-allyl cysteine contents and physicochemical properties of black garlic during heat treatment. *LWT - Food Sci Technol*. 2014;55(1):397-402.

Botas J, Fernandes Â, Barros L, Alves MJ, Carvalho AM, Ferreira ICFR. Comparative Study of Black and White *Allium sativum* L: Nutritional composition and bioactive properties. *Molecules*. 2019;24(11). doi:10.3390/molecules24112194

Bouarab-Chibane L, Forquet V, Lantéri P, et al. Antibacterial properties of polyphenols:

Characterization and QSAR (Quantitative structure-activity relationship) models. *Front Microbiol*. 2019;10(APR).

Chang TC, Jang H Der, Lin W De. Biochemical properties of black garlic aged under different temperatures of commercial rice wine extracts in Taiwan. *J Food Meas Charact*. 2020;15(1):509-518.

Choi IS, Cha HS, Lee YS. Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules*. 2014;19(10):16811-16823.

Jang HJ, Lee HJ, Yoon DK, Ji DS, Kim JH, Lee CH. Antioxidant and antimicrobial activities of fresh garlic and aged garlic by-products extracted with different solvents. *Food Sci Biotechnol*. 2018;27(1):219-225.

Kleanthous C, Armitage JP. The bacterial cell envelope. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. 2015;370(1679):1-16.

Leontiev R, Hohaus N, Jacob C, Gruhlke MCH, Slusarenko AJ. A Comparison of the Antibacterial and Antifungal Activities of Thiosulfinate Analogues of Allicin. *Sci Rep*. 2018;8(1):1-19.

Lu X, Li N, Qiao X, Qiu Z, Liu P. Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract. *J Food Drug Anal*. 2017;25(2):340-349.

Medina MÁT, Merinas-Amo T, Fernández-Bedmar Z, et al. Physicochemical Characterization and Biological In Vitro Assays. *Foods*. 2019;8(220):1-18.

Menon S, Satria A. Mengkaji aktivitas antibakteri nasturtium officinale dan ekstrak etanol *Pilea melastomoides* terhadap *escherichia coli*. *Farmaka Suplemen*. 2017;15(1):63-69.

Milah N, Bintari SH, Mustikaningtyas D. Pengaruh Konsentrasi Antibakteri Propolis terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus pyogenes* secara In Vitro. *Life Sci*. 2016;5(2):95-99.

Najman K, Sadowska A, Hallmann E. Evaluation of bioactive and physicochemical properties of white and black garlic (*Allium sativum* l.) from conventional and organic cultivation. *Appl Sci*. 2021;11(2):1-23.

Nakamoto M, Ohishi K, Kunimura K, Amano H, Wakamatsu J. Identification and determination of antibacterial constituents in residue discharged from garlic-processing plant. *Eur Food Res Technol*.

- 2020;246(5):1041-1049.
- Noor Mutsaqof AA, - W, Suryani E. Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Infeksi Menggunakan Forward Chaining. *J Teknol Inf ITSmart*. 2016;4(1):43.
- Qiu Z, Lu X, Li N, Zhang M, Qiao X. Characterization of garlic endophytes isolated from the black garlic processing. *Microbiologyopen*. 2018;7(1):1-11.
- Ramli, N; Mohd Sobani SS. *Jurnal Teknologi*. *J Teknol*. 2013;2: 19-25.
- Reiter J, Hübbers AM, Albrecht F, Leichert LIO, Slusarenko AJ. Allicin, a natural antimicrobial defence substance from garlic, inhibits DNA gyrase activity in bacteria. *Int J Med Microbiol*. 2020;310(1):151359.
- Sarwar A, Butt MA, Hafeez S, Danish MZ. Rapid emergence of antibacterial resistance by bacterial isolates from patients of gynecological infections in Punjab, Pakistan. *J Infect Public Health*. 2020;13(12):1972-1980.
- Septiana, Asnani, Caspary WF, Schäffer J, Brunner G, Schmidt G, Creutzfeldt W. 14C-aminopyrine-(pyrimidine) respiratory test--a new quantitative liver function test. *Verh Dtsch Ges Inn Med*. 1976;(2012);82 Pt 1:286-289.
- Serrano HDA, Mariezcurrena-Berasain MA, Del Carmen Gutiérrez Castillo A, et al. antimicrobial resistance of three common molecularly identified pathogenic bacteria to *Allium* aqueous extracts. *Microb Pathog*. 2020;142(January):104028.
- Silva ACO, Santana EF, Saraiva AM, et al. Which approach is more effective in the selection of plants with antimicrobial activity? Evidence-based Complement Altern Med. 2013;2013.
- Sunanta P, Chung HH, Kunasakdakul K, et al. Genomic relationship and physiochemical properties among raw materials used for Thai black garlic processing. *Food Sci Nutr*. 2020;8(8):4534-4545.
- Vlachojannis C, Chrubasik-Hausmann S, Hellwig E, Vach K, Al-Ahmad A. Activity of preparations from *Spilanthus oleracea*, propolis, *Nigella sativa*, and black garlic on different microorganisms involved in oral diseases and on total human salivary bacteria: A pilot study. *Phyther Res*. 2018;32(10):1992-2001.
- Xie Y, Yang W, Tang F, Chen X, Ren L. Antibacterial Activities of Flavonoids: Structure-Activity Relationship and Mechanism. *Curr Med Chem*. 2014;22(1):132-149.
- Yudhayanti P, Permana M, Ayu N. K. Stabilitas Ekstrak Black Garlic Pada Pemanasan Berbagai pH dan Suhu. *Media Ilm Teknol Pangan (Sci J Food Technol*. 2020;7(1):17-26.
- Yuliasri WO, Lolok NH, Ikawati N, Maghvira R, Kunci K. Uji Efek Ekstrak Bawang Hitam (*Allium sativum*) terhadap Penurunan Kadar Glikosa Darah pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L) dengan Metode Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) Test Effect of Black Garlic (*Allium sativum*) Extract Againsts Decreased Blo. 2020;1(1):53-63.
- Zainal M, Mohamad Zain N, Mohd Amin I, Ahmad VN. The antimicrobial and antibiofilm properties of allicin against *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus* – A therapeutic potential for denture stomatitis. *Saudi Dent J*. 2021;33(2):105-111.
- Zhang X, Li N, Lu X, Liu P, Qiao X. Effects of temperature on the quality of black garlic. *J Sci Food Agric*. 2016;96(7):2366-2372.
- Azhar Salma Fadhilah, Y Kiki Mulkiya, Kodir Reza Abdul. (2021). Pengaruh Waktu Aging dan Metode Ekstraksi terhadap Aktivitas Antioksidan Black Garlic yang Dibandingkan dengan Bawang Putih (*Allium sativum* L.). *Jurnal Riset Farmasi*, 1(1), 16-23.