

AKTIVITAS BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) SEBAGAI AGEN ANTIBAKTERI

Debi Kristiananda, Juvita Lisu Allo, Veronica Arien Widayahma, Lusiana, Jeanne Magistra Noverita, Florentinus Dika Octa Riswanto, Dewi Setyaningsih*)

Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 55282, Indonesia

*Email: dewi@usd.ac.id

Received:15-11-2021

Accepted:21-06-2022

Published:30-06-2022

INTISARI

Bawang putih (*Allium sativum* L.) memiliki beragam potensi dalam mengatasi penyakit salah satunya sebagai antibakteri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi, menganalisis dan membuat review mengenai aktivitas bawang putih (*Allium sativum* L.) sebagai agen antibakteri. Penelitian ini menggunakan metode pencarian literatur menggunakan situs pencarian seperti *Google Scholar*, *Pubmed*, *ScienceDirect*, *AYU*, *NCBI*, *Elsevier*, dan *PlosOne*. dengan memasukkan kata kunci seperti antibacterial, garlic, dan *Allium sativum* L. Bawang putih memiliki kandungan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai agen antibakteri seperti alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, dan allicin. Bawang putih terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan negatif spesies *Escherichia*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* dan *Bifidobacterium lactis* dengan dominan menggunakan metode *paper disk* dan sumuran.

Kata kunci: *Allium sativum* L., antibakteri, bawang putih, difusi

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) has various potentials in overcoming diseases, one of which is as an antibacterial. The purpose of this study was to explore, analyze and review the activity of garlic (*Allium sativum* L.) as an antibacterial agent. This study uses a literature search method using search sites such as *Google Scholar*, *Pubmed*, *ScienceDirect*, *AYU*, *NCBI*, *Elsevier*, *PlosOne*, and *Google Scholar*. by entering keywords such as antibacterial, Garlic, and *Allium sativum* L. Garlic contains secondary metabolites that function as antibacterial agents such as alkaloids, tannins, saponins, flavonoids, allicin. Garlic has been shown to inhibit the growth of gram-positive and negative bacteria species *Escherichia*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* and, *Bifidobacterium lactis* predominantly using the *paper disk* and well diffusion method.

Keywords: *Allium sativum* L, Antibacterial, Diffusion, Garlic

*Corresponding author:

Nama :Dr. apt. Dewi Setyaningsih

Institusi :Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma

Alamat institusi :Krodan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55282

E-mail :dewi@usd.ac.id

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan tanaman dari keluarga *Alliaceae*. Tanaman ini memiliki kisaran tinggi 20-40 cm dengan umbi yang memiliki bau yang kuat dan rasa yang tajam (Strika dkk., 2017). Bawang putih mudah tumbuh dan dapat tumbuh di iklim sedang. Terdapat berbagai jenis atau subspecies bawang putih, terutama bawang putih *hardneck* dan bawang putih *softneck* (Bayan dkk., 2014). Bawang putih mengandung sekitar 65% air, 28% karbohidrat (fruktan), 2,3% senyawa organosulfur, 2% protein (alliinase), 1,2% asam amino bebas (arginine) dan 1,5% serat (Santhosha dkk., 2013). Bawang putih berasal dari Asia Tengah dan telah menjadi salah satu tanaman budidaya paling awal. Bawang putih memiliki aroma yang khas, dihasilkan dari sulfur yang terkandung dalam bawang putih (Strika dkk., 2017). Senyawa sulfur yang disebut allicin pada bawang putih dihasilkan ketika bawang putih dicincang atau dikunyah (Fufa, 2019).

Potensi bawang putih sendiri telah dikenal sebagai antifungi, antiviral, antibakteri, antikanker, antelmintik, antihipertensi, anti-aterosklerosis, antiseptik dan juga anti-inflamasi, anti-aterosklerosis (Bhatwalkar dkk., 2021). Mengutip dari Mohseinipour dkk. (2015), bawang putih telah terbukti dapat mencegah infeksi pada luka, mengobati *common cold*, malaria, batuk dan TB paru-paru, hipertensi, penyakit menular seksual, *mental illness*, penyakit ginjal, penyakit hati, asma, sampai diabetes. Louis Pasture sebagai ahli mikrobiologi mengakui bawang putih sebagai antibiotik yang efektif. Bawang putih terbukti memiliki efek/aktivitas yang sama dengan penisilin dan antibiotik moderen termasuk kloramfenikol (Garba dkk., 2014).

Ekstrak *aqueous* bawang putih memiliki kandungan antraquinon, saponin, triterpenoid, flavonoid, tanin, sedangkan ekstrak etanol bawang putih mengandung antraquinon, saponin, tanin, dan alkaloid (Garba dkk., 2014). Zat aktif yang berfungsi sebagai antibakteri adalah flavonoid yang memiliki mekanisme menghambat sitoplasma fungsi membran dan menghambat sintesis asam nukleat (Xie dkk., 2014). Selain itu, terdapat senyawa organosulfur yang juga berfungsi sebagai antibakteri (Lu dkk., 2011). Ekstrak bawang putih telah menunjukkan aktivitas terhadap bakteri gram negatif seperti *E. coli*, *Salmonella sp*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan juga *Pseudomonas*. Selain itu, bawang putih juga menunjukkan aktivitas terhadap bakteri gram positif seperti pada *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumonia*, dan juga *Bacillus anthrax* yang merupakan penyebab morbiditas di seluruh dunia (Ali dan Ibrahim, 2016). Metode yang paling banyak digunakan dalam jurnal acuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri bawang putih adalah difusi *paper disk* dan sumuran. Uraian ini bertujuan untuk mengetahui potensi aktivitas antibakteri bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap bakteri baik gram negatif maupun gram positif.

METODE PENELITIAN

Pencarian dan eksplorasi literatur dilakukan selama kurang lebih 2 minggu dimulai dari tengah bulan sampai akhir bulan Oktober tahun 2021. Penulis menggunakan situs pencarian sumber pustaka seperti *Google Scholar*, *Pubmed*, *ScienceDirect*, *AYU*, *NCBI*, *Elsevier*, *PlosOne*, dan *Google Scholar*. Pada pencarian literatur, digunakan kata kunci seperti antibacterial, *garlic*, dan *Allium sativum* L. Literatur yang digunakan didominasi oleh jurnal yang memiliki tahun penerbitan kurang dari 10 tahun terakhir dengan dominasi jurnal dengan Bahasa Inggris. Total jurnal yang didapatkan adalah 53 jurnal. Berdasarkan jurnal yang telah didapatkan, kemudian peneliti menganalisis dan membuat ringkasan berupa *narrative review*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bawang putih dan kandungannya

Bawang putih (*Allium sativum* L.) adalah tanaman alami yang telah digunakan sebagai makanan dan obat tradisional di seluruh dunia sejak berabad-abad. Bawang putih telah dilaporkan sebagai tanaman dengan sifat biologis sebagai antimikroba, antikanker, antioksidan, imunomodulator, antiinflamasi, hipoglikemik, dan efek kardiovaskular. Kemampuan bawang putih sebagai antimikroba salah satunya yakni antibakteri dapat diketahui dengan mengkaji senyawa aktif yang terkandung di dalam bawang putih. Berdasarkan hasil skrining fitokimia diketahui bahwa ekstrak etanol dan ekstrak air bawang putih mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, tanin, saponin dan flavonoid serta mengandung senyawa allicin yang merupakan

senyawa bioaktif utama dalam bawang putih (Ali dan Ibrahim, 2016; Škrovánková dkk., 2018; Viswanathan dkk., 2014). Jenis senyawa beserta mekanisme dari antibakteri yang dikandung oleh bawang putih dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Mekanisme antibakteri senyawa yang terkandung di dalam bawang putih

Senyawa	Mekanisme	Referensi
Alkaloid	Menghambat sintesis asam nukleat Menghambat kerja enzim I <i>topoisomerase</i> Menghambat kerja enzim II <i>topoisomerase</i> Mengganggu homeostasis bakteri Merusak membran sitoplasma	(Cushnie dkk., 2014)
Tanin	Menghambat pertumbuhan bakteri seperti <i>Clostridium histolyticum</i> dan <i>E. coli</i> dengan merusak fungsi membran sitoplasma	(Sieniawska, 2015)
Saponin	Mengurangi tegangan permukaan yang mengakibatkan peningkatan permeabilitas atau kebocoran sel	(Nugraha dkk., 2019)
Flavonoid	Menghambat sintesis asam nukleat Menghambat kerja membran sitoplasma Menghambat energi yang digunakan untuk metabolisme	(Xie dkk., 2014)
Allicin	Menghambat sintesis RNA, DNA dan protein bakteri	(Salima, 2015; Wallock-Richards dkk., 2014)

Peran sebagai agen antibakteri berdasarkan kandungan kimia

Bawang putih telah terbukti menunjukkan spektrum aktivitas antibakteri yang luas terhadap bakteri gram-negatif dan gram-positif termasuk *Escherichia*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* dan *Bifidobacterium lactis*. Bakteri tahan asam seperti *Mycobacterium tuberculosis* sensitif terhadap bawang putih (Booyens dan Thantsha, 2013; Londhe dkk., 2011; Uzun dkk., 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lu dkk. (2011), menemukan bahwa konsentrat bawang putih efektif dalam menghambat pertumbuhan *C. jejuni*. Penghambatan ini sebanding dengan konsentrasi senyawa organosulfur, menunjukkan bahwa efek antibakteri tergantung pada jumlah atom sulfur dalam dialil sulfida. Berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa ekstrak air bawang putih ditemukan memiliki efek antibakteri terhadap *H. pylori*, *S. aureus* dan *E. coli* (Abiy dan Berhe, 2016; Daka, 2011; Jahani Moghadam dkk., 2014; Simaremare, 2017; Yadav dkk., 2015).

Aktivitas antimikroba bawang putih yang baik dapat timbul terhadap *P. gingivalis* untuk menjaga kesehatan gigi (Alirezai dkk., 2019). Ekstrak bawang putih terhadap mikrobiota plak gigi menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih bermanfaat dalam kesehatan gigi (Houshmand dkk., 2013). Pembuatan bawang putih dalam sediaan cair yakni dengan dijus dan diserbuk memiliki aktivitas antibakteri dengan kemampuannya untuk digunakan sebagai dekontaminan terhadap *S. aureus*, *E. coli*, *S. typhimurium* dan *P. aeruginosa* (Nurtjahyani dan Hadra, 2016; Prihandani, 2015). Berdasarkan hasil pengujian secara *in-vitro* bahwa ekstrak kasar bawang putih memiliki aktivitas antibakteri pada *E. coli* sebagai bakteriosidal dan pada *S. aureus* dengan aktivitas bakteriostatik dan bakteriosidal (Nejad dkk., 2014; Patil, 2016). Ekstrak bawang putih memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif *S. aureus* dan bakteri Gram negatif *E. coli* (Bernaldez dan Vicencio, 2021; Mozaffari Nejad dkk., 2014; Wolde dkk., 2018). Ekstrak bawang putih segar dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* dan *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) (Li dkk., 2015; Rattawongjirakul dan Thongkerd, 2016; Strika dkk., 2017).

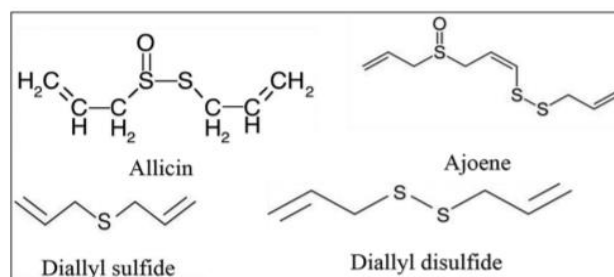
Ekstrak etanol bawang putih memiliki aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan diameter zona hambat yang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak bawang putih (Anyamaobi dkk., 2020; Derbe, 2014).

Penggunaan bawang putih yang ditanam secara *in-vitro* dapat menjadi pengganti antibiotik yang umum digunakan karena adanya senyawa bioaktif kuat yang aktif melawan mikroba (Fatima dkk., 2011). Allicin dan *s-allyl cysteine* (SAC) merupakan senyawa bioaktif utama pada bawang putih yang menunjukkan aktivitas antimikroba *in-vitro* terhadap *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii*, *S. aureus*, *E. faecium*, *C. albicans* dan *C. tropicalis* (Anggraini dkk., 2020; Uzun dkk., 2019).

Ekstraksi bawang putih

Ekstraksi bawang putih dapat dilakukan dengan berbagai metode, namun adanya perbedaan metode ekstraksi dapat memberikan efek antimikroba termasuk antibakteri yang berbeda pada rantai yang sama (Altuntas dan Korukluoglu, 2019). Salah satu metode ekstraksi yakni dengan ekstraksi pelarut: umbi bawang putih (500g) dipisahkan menjadi *clove*, dibersihkan dan kulitnya dikupas. Bawang putih yang telah dikupas (400g) dipotong kecil-kecil dan direndam dalam 500 mL dietil eter selama 48 jam setelah supernatan dituang. Ekstraksi minyak dari residu bawang putih yang tertinggal diulang tiga kali dengan lebih banyak pelarut. Minyak diperoleh kembali dari ekstrak gabungan dengan melakukan destilasi pelarut pada 40°C. Minyak dikocok dengan 20 volume re-distilasi petroleum eter (titik didih 40-60 °C) dan disentrifugasi. Supernatan yang jernih dihilangkan dan fraksi minyak yang larut dalam petroleum eter dibuat dengan melakukan destilasi pelarut pada suhu 60°C (Soltan, 2016).

Minyak bawang putih diperoleh dengan destilasi uap dan menunjukkan sifat antibakteri yang baik. Destilasi uap umbi bawang putih menghasilkan minyak bawang putih yang terdiri dari dialilsulfida (57% minyak), alil metil sulfida (37% minyak) dan dimetil mono hingga heksasulfida; (6% minyak). Kandungan minyak atsiri umbi bawang putih segar adalah antara 0,09 hingga 0,35%. Struktur kimia fitokonstituen utama dari bawang putih disajikan pada Gambar 1 (Viswanathan dkk., 2014).



Gambar 1. Struktur kimia fotokonstituen mayor bawang putih (Viswanathan dkk., 2014)

Senyawa bioaktif bawang putih aliin diperoleh dengan metode ekstraksi etanol umbi bawang putih pada suhu di bawah 0°C, sementara penggunaan campuran pelarut etanol-air pada suhu 25°C menghasilkan ekstrak bawang putih dengan kandungan utama allicin. Senyawa allicin adalah senyawa tidak stabil dan merupakan produk reaksi enzimatik aliin oleh enzim allinase. Penggunaan metode destilasi uap pada suhu 100°C menghasilkan ekstrak bawang putih dengan komponen utama alil sulfida yang merupakan produk dekomposisi dari allicin (Mouliia dkk., 2018; Prati dkk., 2014).

Pengujian antibakteri bawang putih

Pada bawang putih terkandung senyawa bioaktif yang dominan terhadap timbulnya efek antibakteri. Aktivitas allicin yang berkaitan terhadap berbagai mikroorganisme termasuk bakteri resisten antibiotik, Gram-positif dan Gram-negatif. Allicin menunjukkan terdapat perbedaan yang

signifikan ukuran zona hambat ekstrak bawang putih terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ($p < 0,05$) dan *Corynebacterium diphtheriae* ($p < 0,05$) (Batiha dkk., 2020; Cahayani dkk., 2019). Kandungan allicin pada jus bawang putih lebih efektif efikasinya dibandingkan dengan pencuci mulut lainnya (Kshirsagar dkk., 2018). Tabel II menyajikan hasil uji antibakteri ekstrak bawang putih dari berbagai macam metode ekstraksi.

Tabel II. Perbandingan hasil uji antibakteri dari berbagai bakteri

Genus Bakteri	Keterangan	Referensi
<i>Streptococcus</i>	Metode: Difusi <i>Paper disk</i> - Spesies Bakteri dan Zona hambat: <i>S. aureus</i> (5% =22.00 mm), <i>S. typhimurium</i> (50%= 14,75mm) Sumber: <i>Garlic oil</i>	(Booyens dan Thantsha, 2013; Prihandani, 2015; Viswanathan dkk., 2014)
<i>Bacillus</i>	Metode: Difusi <i>Paper disk</i> - Spesies Bakteri dan zona Hambat: <i>B. subtilis</i> DSMZ 1971 (225 μ L=17 mm); <i>B. bifidum</i> LMG 11041 (10.7 %= 36.7 mm) Sumber: Ekstrak etanol bawang putih Kastamonu	(Yetgin dkk., 2018)
<i>Enterococci</i>	Metode: Difusi <i>Paper disk</i> - Spesies dan Zona Hambat: <i>E. aerogenes</i> ATCC 13048 (225 μ L=7 mm) <i>E. faecium</i> (225 μ L=11 mm) <i>E.coli</i> ATCC 25922 (10 %= 11 mm) - Sumber: Ekstrak etanol bawang putih Kastamonu dan <i>garlic clove extract</i> (GC) Metode: Difusi Sumuran - Spesies Bakteri dan Zona hambat: <i>E.coli</i> (25% =4,001 mm) Sumber: Ekstrak bawang putih	(Abidullah dkk., 2021; Benmeziane dkk., 2018; Purwantiningsih dkk., 2019; Sana Mukhtar, 2012; Yetgin dkk., 2018)
<i>Klebsiella</i>	Metode: Difusi <i>Paper disk</i> - Spesies dan Zona Hambat: <i>K. pneumoniae</i> (50%= 20,93 mm) - Sumber: <i>Garlic juice</i> Metode: Diffusi Sumuran - Spesies dan Zona Hambat: <i>K. pneumoniae</i> (100 mg/mL=16,4mm) Sumber: Ekstrak etanol	(Enejiyon dkk., 2020; Yadav dkk., 2015)
<i>Pseudomonas</i>	Metode: Difusi <i>Paper disk</i> - Spesies dan Zona Hambat: <i>P. aeruginosa</i> (50%= 8,96 mm) Sumber: <i>Garlic juice</i>	(Yadav dkk., 2015)
<i>Porphyromonas</i>	Metode: Difusi Sumuran - Spesies dan Zona Hambat: <i>P. gingivalis</i> (20.1 mm) Sumber: <i>Aqueous garlic extract</i>	(Alirezai dkk., 2019)

Hasil pengujian *in-vitro* pada Tabel II menunjukkan bahwa bawang putih memiliki aktivitas antibakteri terhadap 6 genus bakteri dan 11 spesies bakteri. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat pada setiap pengujian. Selain itu, pada hasil uji *in-vivo* diperoleh data keamanan bawang putih yang ditunjukkan dengan nilai LD₅₀. Didapatkan nilai LD₅₀ 3034 mg/kg BB pada kelinci yang diadministrasikan secara per oral (Menkes RI, 2016). Lawal dkk.(2016) melaporkan bahwa pada dosis tertinggi ekstrak bawang putih yang diujikan (5000 mg/kg berat badan) tidak menimbulkan mortalitas pada subjek uji yakni tikus (LD₅₀ lebih dari 5000 mg/kg berat badan). Hasil tersebut diperoleh melalui studi toksisitas akut ekstrak bawang putih, sehingga

diberikan rekomendasi batas konsumsi harian bawang putih yaitu pada dosis 250-350 mg/kg. Dosis tersebut direkomendasikan untuk mencegah kemungkinan efek toksik tergantung dosis bawang putih pada hati, ginjal dan jantung (Fowotade dkk., 2017).

KESIMPULAN

Bawang putih (*Allium sativum* L) mengandung alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, allicin yang memiliki potensi antibakteri terhadap bakteri gram positif maupun negatif pada 6 genus bakteri yaitu *Streptococcus*, *Bacillus*, *Enterococci*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, dan *Porphyromonas*. Peninjauan lebih lanjut diperlukan untuk memastikan jenis senyawa yang terkandung dan mengkaji kembali mekanisme kerja bawang putih sebagai agen antibakteri pada jenis senyawa yang terkandung tiap golongan senyawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidullah, M., Jadhav, P., Sujan, S.S., Shrimanikandan, A.G., Reddy, C.R., Wasan, R.K., 2021. Potential Antibacterial Efficacy of Garlic Extract on *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Klebsiella pneumoniae*: An In vitro Study, *J Pharm Bioallied Sci*, 13(1), 590–594.
- Abiy, E., Berhe, A., 2016, Anti-Bacterial Effect of Garlic (*Allium sativum*) against Clinical Isolates of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* from Patients Attending Hawassa Referral Hospital, Ethiopia. *Journal of Infectious Diseases and Treatment*, 02(02), 1–5.
- Ali, M., Ibrahim, I.S., 2016, Phytochemical Screening and Proximate Analysis of *Newbouldia laevis* and *Allium sativum*. *Nigerian Journal of Animal Science*, 18(1), 242–256–256.
- Alirezai, S., Godarzi, H., Moezi ghadim, N., Maheri, A., 2019, Antimicrobial Activity of Aqueous Garlic Extract (*Allium sativum*) Against *Porphyromonas gingivalis*: An In-Vitro Study. *Journal of Research in Dental and Maxillofacial Sciences*, 4(4), 17–22.
- Altuntas, S., Korukluoglu, M., 2019, Growth and effect of garlic (*Allium sativum*) on selected beneficial bacteria. *Food Science and Technology*, 39(4), 897–904.
- Anggraini, A.L., Dwiyantri, R.D., Thuraidah, A., 2020, Garlic Extract (*Allium sativum* L.) Effectively Inhibits *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* by In vitro Test. *Tropical Health and Medical Research*, 2(2), 61–68.
- Anyamaobi, O.P., Wokem, G.N., Enweani Bessie, I., Okosa, N.J.A., Opara, C.E., Nwokeji, M.C., 2020, Antimicrobial Effect Of Garlic And Ginger On *Staphylococcus aureus* From Clinical Specimens In Madonna University Teaching Hospital, Nigeria. *International Journal of Recent Scientific Research*, 11(3), 37840–37845.
- Batiha, G.E.S., Beshbishy, A.M., Wasef, L.G., Elewa, Y.H.A., Al-Sagan, A.A., El-Hack, M.E.A., Taha, A.E., Abd-Elhakim, Y.M., Devkota, H.P., 2020, Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium sativum* L.): A review. *Nutrients*, 12(3), 1–21.
- Benmeziane, F., Djermoune-Arkoub, L., Adamou Hassan, K., Zeghad, H., 2018, Evaluation of antibacterial activity of aqueous extract and essential oil from garlic against some pathogenic bacteria. *International Food Research Journal*, 25(2), 561–564.
- Bernaldez, J.L., Vicencio, M.C.G., 2021, Antibacterial Activity of Soap Formulated from Garlic (*Allium sativum* L.) Extract. *Journal of Advances in Microbiology*, 21(1), 63–67.
- Bhatwalkar, S.B., Mondal, R., Krishna, S.B.N., Adam, J.K., Govender, P., Anupam, R., 2021, Antibacterial Properties of Organosulfur Compounds of Garlic (*Allium sativum*). *Frontiers in Microbiology*, 12(July), 1–20.
- Booyens, J., Thantsha, M.S., 2013, Antibacterial effect of hydrosoluble extracts of garlic (*Allium sativum*) against *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*. *African Journal of Microbiology Research*, 7(8), 669–677.
- Cahayani, W.A., Tanuwijaya, C., Chi, L.X., Mulyastuti, Y., 2019, Antibacterial activity of garlic (*Allium sativum*) extract and molecular docking studies of allicin. *AIP Conference Proceedings*, 1-6.
- Cushnie, T.P.T., Cushnie, B., Lamb, A.J., 2014. Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 44(5), 377–386.
- Daka, D., 2011, Antibacterial effect of garlic (*Allium sativum*) on *Staphylococcus aureus*: An in vitro study, *African Journal of Biotechnology*, 10(4), 666–669.

- Derbe, T., 2014, Antibacterial Activity Of Garlic Extracts Against Gram-Negative And Gram-Positive Bacteria Tessema Derbe , Brey Kidane Mariam and Shilashi Badasa Department of Chemistry, Adigrat University, P.O. box 50, Adigrat, Ethiopia 1(11), 730–734.
- Enejijon, S.O., Abdulrahman, A.A., Adedeji, A.S., 2020, Antibacterial Activities of the Extracts of *Allium sativum* (Garlic) and *Allium cepa* (Onion) Against Selected Pathogenic Bacteria. *Tanzania Journal of Science*, 46(3), 914–922.
- Fatima, A., Ahmad, T., Khan, S.J., Deeba, F., Zaidi, N., 2011, Assessment of antibacterial activity of in vitro and in vivo grown garlic (*Allium sativum* L.), *Pakistan Journal of Botany*, 43(6),33029-22033.
- Fowotade, A., Fowotade, A., Enaibe, B., Avwioro, G., 2017, Evaluating Toxicity Profile of Garlic (*Allium sativum*) on the Liver, Kidney and Heart Using Wistar Rat Model. *International Journal of Tropical Disease & Health*, 26(2), 1–12.
- Fufa, B.K., 2019, Anti-bacterial and Anti-fungal Properties of Garlic Extract (*Allium sativum*): A Review. *Microbiology Research Journal International*, 28(3), 1–5.
- Garba, I., Umar, A., Abdulrahman, A., Tijjani, M., Aliyu, M., Zango, U., Muhammad, A., 2014, Phytochemical and antibacterial properties of garlic extracts. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(2), 45.
- Houshmand, B., Mahjour, F., Dianat, O., 2013, Antibacterial effect of different concentrations of garlic (*Allium sativum*) extract on dental plaque bacteria. *Indian Journal of Dental Research*, 24(1), 71–75.
- Jahani Moghadam, F., Navidifar, T., Amin, M., 2014, Antibacterial Activity of Garlic (*Allium sativum* L.) on Multi-Drug Resistant *Helicobacter pylori* Isolated From Gastric Biopsies. *International Journal of Enteric Pathogens*, 2(2), 2–5.
- Kshirsagar, M.M., Dodamani, A.S., Khobragade, V.R., 2018, Antibacterial activity of garlic extract on cariogenic bacteria: An in vitro study, *AYU (An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda)*, 39(3), 165–168.
- Lawal, B., Shittu, O.K., Oibiokpa, F.I., Mohammed, H., Umar, S.I., Haruna, G.M., 2016, Antimicrobial evaluation, acute and sub-acute toxicity studies of *Allium sativum*. *Journal of Acute Disease*, 5(4), 296-301.
- Li, G., Ma, X., Deng, L., Zhao, X., Wei, Y., Gao, Z., Jia, J., Xu, J., Sun, C., 2015, Fresh garlic extract enhances the antimicrobial activities of antibiotics on resistant strains in vitro. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 8(5), 1–6.
- Londhe, V.P., Gavasane, A.T., Nipate, S.S., Bandawane, D.D., Chaudhari, P.D., 2011, Review Role of Garlic (*Allium sativum*) in Various Diseases: an Overview. *Journal of Pharmaceutical Research and Opinion*, 4(January 2011), 129–134.
- Lu, X., Rasco, B.A., Jabal, J.M.F., Eric Aston, D., Lin, M., Konkol, M.E., 2011, Investigating antibacterial effects of garlic (*Allium sativum*) concentrate and garlic-derived organosulfur compounds on *Campylobacter jejuni* by using fourier transform infrared spectroscopy, Raman spectroscopy, and electron microscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(15), 5257–5269.
- Mentri Kesehatan Republik Indonesia, 2016, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2016 Tentang Formularium Obat Herbal Asli Indonesia*, Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Moullia, M.N., Syarief, R., Iriani, E.S., Kusumaningrum, H.D., Suyatma, N.E., 2018, Antimikroba Ekstrak Bawang Putih, *Jurnal Pangan*, 27(1), 55–66.
- Mozaffari Nejad, A.S., Shabani, S., Bayat, M., Hosseini, S.E., 2014, Antibacterial effect of garlic aqueous extract on *Staphylococcus aureus* in hamburger, *Jundishapur Journal of Microbiology*, 7(11), 1–5.
- Nugraha, S.E., Suryadi Achmad, Erly Sitompul, 2019. Antibacterial Activity of Ethyl Acetate Fraction of Passion Fruit Peel (*Passiflora edulis* Sims) on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia Coli*, *Indonesian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2(1), 7–12.
- Nurtjahyani, S.D., Hadra, F., 2016, Antibacterial activity of garlic (*Allium sativum*) againts Gram-positive bacteria isolated from tiger shrimp (*Penaeus monodon*), *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 6(1), 46–48.

- Patil, P. and, Pwar, 2016, Antibacterial activity of ginger (*Zingiber officinale*) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts on *Escherichia coli*. *International Journal of Advanced Research and Development*, 1(5), 8–11.
- Prati, P., Henrique, C.M., Souza, A.S. de, Silva, V.S.N. da, Pacheco, M.T.B., 2014, Evaluation of allicin stability in processed garlic of different cultivars. *Food Science and Technology (Campinas)*, 34(3), 623–628.
- Prihandani, S.S., 2015, Uji Daya Antibakteri Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam Meningkatkan Keamanan Pangan, *Informatika Pertanian*, 24(1), 53.
- Purwantiningsih, T.I., Rusae, A., Freitas, Z., 2019. Uji In Vitro Antibakteri Ekstrak Bawang Putih sebagai Bahan Alami untuk Menghambat Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *Sains Peternakan*, 17(1), 1–4.
- Ratthawongjirakul, P., Thongkerd, V., 2016, Fresh garlic extract inhibits *Staphylococcus aureus* biofilm formation under chemopreventive and chemotherapeutic conditions, *Songklanakarın Journal of Science and Technology*, 38(4), 381–389.
- Salima, J., 2015. Antibacterial Activity of Garlic, *J Majority*, 2 (4), 30–39.
- Sana Mukhtar, I.G., 2012, Antibacterial Activity of Aqueous and Ethanolic Extract of Garlic, Cinnamon and Turmeric Against *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Bacillus subtilis* DSM 3256, *Thesis*, Department of Environmental Sciences, Fatima Jinnah Women University, 131–136.
- Santhosha, S.G., Jamuna, P., Prabhavathi, S.N., 2013, Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance: A review, *Food Bioscience*, 3, 59–74.
- Sieniawska, E., 2015, Activities of tannins-From in Vitro studies to clinical trials, *Natural Product Communications*, 10(11), 1877–1884.
- Simaremare, A.P.R., 2017, Perbedaan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dan Bawang Putih (*Allium sativum* L.) pada Berbagai Konsentrasi terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* In Vitro, *Nommensen Journal of Medicine*, 3(2), 52–57.
- Škrovánková, S., Mlček, J., Snopek, L., Planetová, T., 2018., Polyphenols and antioxidant capacity in different types of garlic. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 12(1), 267–272.
- Soltan, H.R., 2016, Extracted by Hydro-Distillation and Diethyl Ether Extraction Methods on Four Pathogenic Bacteria. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 4(2), 261–264.
- Strika, I., Bašić, A., Halilović, N., 2017, Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina Antimicrobial effects of garlic (*Allium sativum* L.). *Organic scientist*, 47, 1-10.
- Uzun, L., Dal, T., Kalcioğlu, M.T., Yurek, M., Cibali Acikgoz, Z., Durmaz, R., 2019, Antimicrobial Activity of Garlic Derivatives on Common Causative Microorganisms of the External Ear Canal and Chronic Middle Ear Infections. *Turkish Archives of Otorhinolaryngology*, 57(4), 161–165.
- Viswanathan, V., Phadatare, A., Mukne, A., 2014, Antimicrobial and antibacterial activity of *Allium sativum* bulbs. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 76(3), 256–261.
- Wallock-Richards, D., Doherty, C.J., Doherty, L., Clarke, D.J., Place, M., Govan, J.R.W., Campopiano, D.J., 2014, Garlic revisited: Antimicrobial activity of allicin-containing garlic extracts against *Burkholderia cepacia* complex. *PLoS ONE*, 9(12), 1–13.
- Wolde, T., Kuma, H., Trueha, K., Yabeker, A., 2018, Anti-Bacterial Activity of Garlic Extract against Human Pathogenic Bacteria. *Journal of Pharmacovigilance*, 06(01), 1–5.
- Xie, Y., Yang, W., Tang, F., Chen, X., Ren, L., 2014. Antibacterial Activities of Flavonoids: Structure-Activity Relationship and Mechanism. *Current Medicinal Chemistry*, 22(1), 132–149.
- Yadav, S., Trivedi, N., Bhatt, J., 2015. Antimicrobial activity of fresh garlic juice: An in vitro study. *AYU (An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda)*, 36(2), 203.
- Yetgin, A., Canli, K., Altuner, E.M., 2018. Comparison of Antimicrobial Activity of *Allium sativum* Cloves from China and Taşkoprü, Turkey. *Hindawi*, 1-5.