

Sensitivitas black garlic terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp.

Dyah Widhowati¹, Era Hari Mudji², Yos Adi Prakoso³, Qoryza Aulia⁴

¹²³⁴Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

email: dyahwidho@gmail.com

Received : 29 September 2022

Accepted : 10 Oktober 2022

Published : 1 November 2022

Abstract

The aimed of this study to determine the sensitivity of Black garlic to the growth of *Salmonella* sp. with the disc paper test method (Kirby-bauer) as many as five treatments and five repetitions, P0- as a negative control using DMSO, P0+ as a positive control with chloramphenicol 30 µg. P1 as a treatment with a concentration of Black garlic of 80%, P2 as a treatment with a concentration of Black garlic of 90%, and P3 as a treatment with a concentration of Black garlic of 100%. *Salmonella* sp. inhibition zone results namely 00.0 mm at negative control, 10.28 mm at 80% concentration, 12.33 mm at 90% concentration, 14.56 mm at 100% concentration, and 29.00 mm at positive control. PIDG results were 0.00% in negative control, 71.40% at 80% concentration, 105.54% at 90% concentration, 142.68% at 100% concentration, and 383.42% in positive control. The data were obtained using One Way ANOVA which showed antibacterial sensitivity in Black garlic to *Salmonella* sp. with signification ($P < 0.05$) so that it had a noticeable difference. The results of the disc paper test (Kirby-bauer) stated that Black garlic with a concentration of 100% has an active compound that is betterfor its activities in inhibiting the growth of *Salmonella* sp.

Keywords: Black garlic, *Salmonella* sp., Antibacterial, Inhibition zone

PENDAHULUAN

Salmonella sp. merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang yang tidak berspora, dan bersifat anaerob fakultatif. *Salmonella* sp. adalah salah satu patogen zoonosis paling sering terjadi menyebabkan *food born disease* diseluruh dunia. Infeksi yang disebabkan *Salmonella* sp. baik pada hewan maupun manusia adalah Salmonellosis yang mengganggu saluran cerna sehingga bisa berakibat fatal dalam beberapa situasi. Salmonellosis pada manusia terinfeksi dari makanan asal yang terkontaminasi *Salmonella* sp. (Merino, *et al.*, 2019).

Salmonellosis sering terjadi baik pada hewan peliharaan maupun hewan liar, termasuk burung, babi, sapi, dan hewan peliharaan seperti anjing dan kucing (Erina, *et al.*, 2017).

Ketika hewan terkena salmonellosis, mereka bisa menjadi pembawa penyakit (*carrier*) yang dapat menetap (persisten). *Salmonella* sp. ditemukan di saluran pencernaan penderita dengan menyebabkan radang pada usus (enteritis). Peradangan usus dan infeksi lamina propria dapat menyebabkan diare akut yang dapat terjadi setelah infeksi *Salmonella* sp. (Cita, 2011). Salmonellosis pada hewan menimbulkan kerugian diantaranya termasuk kematian, penurunan hasil ternak, keguguran, dan pengafkiran bahan makanan yang terkontaminasi bakteri.

Kasus penyakit yang disebabkan oleh *Salmonella* sp. biasanya dilakukan pengobatan secara langsung dengan pemberian antibiotik. Salah satu jenis antibiotik yang digunakan pada kasus penyakit yang disebabkan

Salmonella sp. adalah antibiotik jenis Kloramfenikol. Resistensi bakteri patogen terhadap suatu antibiotik telah meningkat secara global hal ini dapat terjadi karena penggunaan antibiotik secara berlebihan dan antibiotik yang mudah didapatkan, dengan adanya resistensi tersebut menyebabkan penyakit sulit terobati (Pratiwi, 2017). Bakteri resisten antibiotik telah mendorong sejumlah ilmuwan untuk mempelajari apakah beberapa tanaman dapat bekerja sebagai antibakteri alami. Ini dilakukan untuk mengurangi efek berbahaya dari resistensi antibiotik.

Bawang putih yang secara ilmiah dikenal sebagai *Allium sativum* L., merupakan tanaman yang telah lama digunakan dalam industri kuliner dan obat-obatan. Kandungan *allicin* dan *sulfur amino acid allin* adalah senyawa yang ada dalam umbi bawang putih. Pengolahan pada bawang putih telah berkembang sejalan dengan kemajuan teknologi untuk mencakup tidak hanya penggunaan tradisionalnya sebagai penyedap dalam masakan, tetapi juga pembuatan *Black garlic* melalui proses pemanasan dan fermentasi. *Black garlic* mengandung senyawa antioksidan berupa *S-allyl Cysteine*, asam fenolik, dan flavonoid. Jumlah *S-allyl Cysteine* yang ditemukan dalam *Black garlic* lima sampai enam kali lebih banyak daripada yang ditemukan pada bawang putih segar (Zhang, *et al.*, 2015). Dalam berbagai penelitian, kandungan senyawa sulfur organik berupa *allicin* yang ditemukan dalam *Black garlic* terbukti jauh lebih besar dari pada bawang putih biasa yang dapat berperan sebagai antibakteri alami.

Menurut Aini dan Maya (2018), konsentrasi ekstrak *Black garlic* dapat menghambat pertumbuhan bakteri sebesar 7,75 mm untuk *Pseudomonas aeruginosa*, 6,5 mm untuk *E. coli*, 3,25 mm untuk *Staphylococcus aureus*, dan 11,5 mm untuk *Bacillus subtilis*. Hasil dari penelitian Jang (2017) juga pertumbuhan *Bacillus cereus* dapat dihambat sebesar 6 mm dengan ekstrak *Black garlic*. Berdasarkan hal tersebut sehingga dilakukan penelitian Sensitivitas *Black garlic* terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. sebagai alternatif antibakteri alami. Berdasarkan gambaran yang telah diuraikan diatas maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengukur zona hambat yang terbentuk terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. dan mengetahui presentase konsentrasi *Black*

garlic yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Salmonella* sp.

MATERI DAN METODE

Lokasi Dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bakteriologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan dilakukan selama 28 Februari-28 Maret 2022.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: autoklaf, laminar air flow, pinset, tabung reaksi, rak tabung reaksi, erlenmeyer, cawan petri, vortex, jangka sorong elektrik, ose, inkubator, magnetic stirrer hotplate, cotton swab, pipet, spuit, api bunsen, mikropipet, yellow tip, plate spreader, aluminium foil, kertas coklat, cork borer, spektrofotometri, handscon, masker, alat tulis, dan kertas label.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: Bakteri *Salmonella* sp. yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Bakteriologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, serbuk *Black garlic*, media *Mueller-Hinton Agar* (MHA), Media *Salmonella Shigella Agar* (SSA), aquadest steril, standard larutan Mc. Farland 0,5, *Dimethyl sulfoxide* (DMSO), antibiotik kloramfenikol 30µg.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang dilakukan secara langsung terdiri dari lima perlakuan dan lima ulangan. Menggunakan *Black garlic* dengan variasi konsentrasi P1 menggunakan *Black garlic* 80%, P2 menggunakan *Black garlic* 90%, dan P3 menggunakan *Black garlic* 100% dan kontrol positif menggunakan kloramfenikol, sedangkan kelompok kontrol negatif menggunakan DMSO.

Teknik Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan sampel bakteri *Salmonella* sp. yang dibiakan pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA). Dilakukan dengan metode difusi kertas cakram (*Kirby-bauer*) dengan perlakuan lima dan pengulangan lima kali pada masing-masing sampel, Sehingga sampel yang di gunakan adalah 25

cawan petri.

Pembuatan Konsentrasi *Black Garlic*

Variasi konsentrasi *Black garlic* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 80%, 90%, 100%.

- Pembuatan konsentrasi *Black garlic* 80% yaitu, 0,8 gr serbuk *Black garlic* dengan pelarut DMSO 1 ml
- Pembuatan konsentrasi *Black garlic* 90% yaitu, 0,9 gr serbuk *Black garlic* dengan pelarut DMSO 1 ml
- Pembuatan konsentrasi *Black garlic* 100% yaitu, 1 gr serbuk *Black garlic* dengan pelarut DMSO 1 ml

Uji aktivitas antibakteri

Persiapan sampel

Kultur murni *Salmonella* sp. yang diperoleh dari Fakultas ilmu kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Peremajaan Bakteri *Salmonella* sp.

Peremajaan bakteri menggunakan media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) yang sudah dibuat dengan mengambil satu ose *Salmonella* sp, dalam kondisi aseptis lalu digoreskan pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) setelah itu dinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Pembuatan Suspensi Bakteri *Salmonella* sp.

Salmonella sp. dikultur selama 24 jam pada media *Salmonella Shigella Agar* (SSA) diambil dan disuspensikan dalam aquades steril. Campuran tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 6 jam. Hasil inkubasi tersebut dibandingkan kekeruhannya dengan standart Mc Farland 0,5 (10^5 - 10^8 /ml) menggunakan spektrofotometer.

Uji Daya Hambat Metode Difusi Cakram (Kirby-Bauer)

Suspensi bakteri diinokulasikan pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA), diratakan menggunakan *cotton bud* dan didiamkan hingga kering. Kertas Cakram yang telah disediakan dan telah direndam dengan kontrol negatif DMSO, kontrol positif Kloramfenikol dan konsentrasi *Black garlic* 80%, 90%, 100%. Menempatkan kertas cakram pada permukaan media dan menyisakan ruang di antara masing-masing media membuat pengukuran diameter

menjadi mudah. Media yang sudah diisi bakteri dan antibakteri uji diinkubasi pada suhu 37°C selama ± 24 jam, percobaan diulang lima kali pada setiap kontrol dan konsentrasi. Zona bening yang terlihat di sekeliling kertas cakram dilihat dan diukur menggunakan jangka sorong.

Parameter Penelitian

Pengamatan yang diperoleh setelah 17 dari ± 24 masa inkubasi berupa parameter penelitian. Luas zona hambat diukur dari zona bening di sekitar kertas cakram yang menunjukkan seberapa rentan bakteri terhadap zat antibiotik. Menghitung nilai persentase diameter zona hambat pertumbuhan bakteri dapat menggunakan rumus PIDG (*Percentage Inhibition Of Diameter Growth*) sebagai berikut (Aznita, et al., 2011):

$$\text{PIDG (\%)} = \frac{A - B}{B} \times 100$$

Keterangan :

A = Diameter zona bening

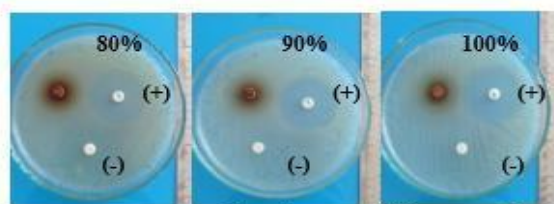
B = Ukuran kertas cakram

Analisis Data

Analisis data untuk mengetahui sensitivitas *Black garlic* sebagai antibakteri alami terhadap *Salmonella* sp. dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data dianalisis menggunakan uji *Kruskal Wallis* dan taraf kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini $\alpha = 0,05$. Menentukan peringkat efektivitas signifikan perlakuan digunakan uji *Mann Whitney* dengan taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

HASIL

Berdasarkan hasil penelitian menguji sensitivitas *Black garlic* terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. dengan metode difusi cakram (Kirby-bauer) pada media *Muller Hinton Agar* (MHA) dengan variasi konsentrasi, yaitu pada konsentrasi 80%, 90%, dan 100% serta kontrol positif yaitu kloramfenikol 30 μ g dan kontrol negatif yaitu *dimetil sulfoxide* (DMSO).



Gambar 1. Hasil uji sensitivitas variasi konsentrasi *Black garlic* terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. kontrol positif (Kloramfenikol), dan kontrol negatif (DMSO).

Tabel 1. Hasil Uji Diameter Zona Hambat pada *Salmonella* sp.

Perlakuan	Diameter $\pm$ SD (mm)
P0- DMSO	6 ± 0^a
P1 80%	$10,28 \pm 0,90^b$
P2 90%	$12,33 \pm 1,68^{bc}$
P3 100%	$14,56 \pm 0,20^c$
P0+ kloramfenikol	$29,00 \pm 4,09^d$

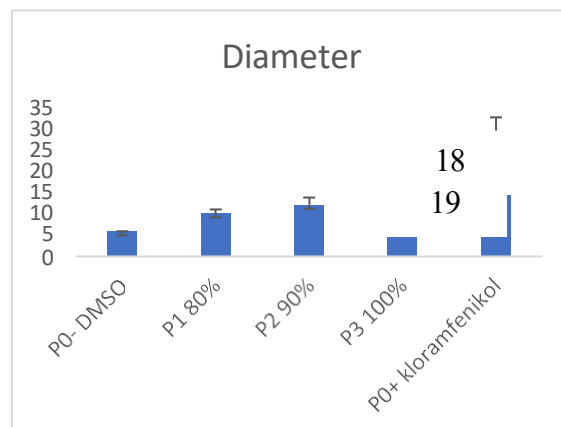
Hasil dari uji ANOVA terhadap zona hambat pada lima perlakuan yang dilakukan ditunjukkan dari superskrip yang berbeda yaitu a,b,bc,c dan d. Pada superskrip dengan huruf yang tidak sama diartikan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) dan huruf yang sama diartikan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$).

Tabel 2. Hasil Uji Daya Hambat berdasarkan PIDG pada *Salmonella* sp.

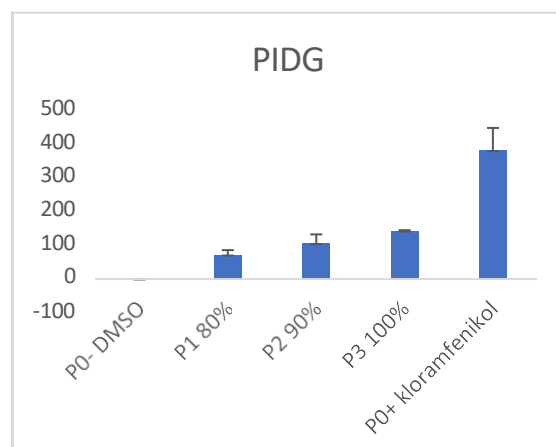
Perlakuan	PIDG $\pm$ SD (%)
P- DMSO	0 ± 0^a
P1 80%	$71,40 \pm 0,90^b$
P2 90%	$105,54 \pm 1,68^{bc}$
P3 100%	$142,62 \pm 0,20^c$
P0+ kloramfenikol	$383,42 \pm 4,09^d$

Hasil uji berdasarkan PIDG untuk menentukan presentase diameter hambatan pertumbuhan *Salmonella* sp diperoleh dengan hasil pada P1 (*Black garlic* 80%) sebesar 71,40

%, P2 (*Black garlic* 90%) sebesar 105,54 %, P3 (*Black garlic* 100%) sebesar 142,62%, dan diperoleh nilai presentase paling tinggi yaitu terdapat pada P0+ (kloramfenikol) sebesar 383,42% dan P0- (DMSO) sebesar 0%. Diantara variasi konsentrasi *Black garlic* tersebut diperoleh nilai yang paling tertinggi pada P3(*Black garlic* 100%) sebesar 142,62% .



Gambar 2. Grafik rata-rata zona bening semua kelompok.



Gambar 3. Grafik rata-rata PIDG semua kelompok perlakuan.

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan uji sensitivitas antibakteri untuk mengetahui daya tanggap antibakteri *Black garlic* terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. Berdasarkan nilai rata-rata zona hambat masing-masing perlakuan, hasil penelitian dan analisis data menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata pada zona hambat antara kloramfenikol dan variasi konsentrasi *Black garlic* antara 80 %, 90%, dan 100%. Menurut *Clinical & Laboratory Standards Institute* (CLSI), (2014) Interpretasi zona hambat yang terbentuk pada *Salmonella* sp.

oleh P0+ (kontrol positif dengan menggunakan kloramfenikol 30ug) dinilai sensitif karena diameter yang terbentuk yaitu sebesar 29,00 mm, dan interpretasi zona hambat yang terbentuk pada *Salmonella* sp. oleh P1 (*Black garlic* 80%) yang terbentuk 10,28 mm dinilai resisten, P2 (*Black garlic* 90%) yang terbentuk 12,33 mm dinilai resisten, dan P3 (*Black garlic* 100%) yang terbentuk 14,56 mm dinilai intermediet.

Presentase diameter zona hambat pertumbuhan *Salmonella* sp. yang dihitung berdasarkan PIDG (*Percentage Inhibition of Diameter Growth*) diperoleh berdasarkan rata-rata dari masing-masing perlakuan dengan hasil P1 (*Black garlic* 80%) sebesar 71,40 %, P2 (*Black garlic* 90%) sebesar 105,54 %, P3 (*Black garlic* 100%) sebesar 142,62%, dan diperoleh nilai presentase paling tinggi yaitu terdapat pada P0+ (kloramfenikol) sebesar 383,42%. Diantara variasi konsentrasi *Black garlic* tersebut diperoleh nilai yang paling tertinggi pada P3(*Black garlic* 100%) sebesar 142,62%.

Zona hambat yang terbentuk menunjukkan bahwa adanya peran dari kandungan senyawa bioaktif seperti *S-allylcysteine*, *allicin*, flavonoid, fenol dalam *Black garlic*. *Black garlic* memiliki sifat antimikroba yang lebih kuat daripada bawang putih biasa karena mengandung *S-allylcysteine*. Selain itu, *Black garlic* memiliki antioksidan dua kali lebih banyak dari bawang putih biasa. Senyawa *Allicin* yang ditemukan dalam *Black garlic*, memiliki antibakteri dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif dengan mengganggu produksi RNA dan lipid dalam sel bakteri. Asam amino dan protein tidak akan dapat diproduksi, dan lapisan ganda fosfolipid dinding sel tidak akan dihasilkan dari penghambatan tersebut. Akibatnya, pertumbuhan bakteri akan terhambat (Halimah, *et al.*, 2021).

Menurut Pajan, *et al.*, (2016), senyawa *allicin* dapat meningkatkan permeabilitas dinding bakteri, menyebabkan gugus *sulphidril* dan *disulfida* pada asam amino sistin dan sistein terdegradasi. Hal tersebut untuk mencegah pembentukan enzim protease, menyebabkan kerusakan pada membran sitoplasma dinding bakteri. Gangguan metabolisme protein dan asam nukleat mengakibatkan tidak terjadi proliferasi pada bakteri.

Kandungan flavonoid dalam *Black garlic* diduga memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Menurut Gulfranz *et al.* (2014), flavonoid yang ditemukan dalam *Black garlic* memiliki kapasitas untuk mendenaturasi protein bakteri. Flavonoid merupakan turunan senyawa fenolik yang memiliki kemampuan untuk berikatan dengan sel bakteri melalui mekanisme yang disebut dengan adsorpsi. Ikatan hidrogen dibuat sebagai bagian dari interaksi selama proses ini, fenol dapat memicu perkembangan kompleks protein dengan ikatan rapuh pada kadar rendah. Ketika fenol menembus sel mengalami kerusakan yang cepat, menyebabkan deposisi protein dan denaturasi. Fenol memiliki kemampuan untuk menghambat fungsi enzim bakteri, mengganggu metabolisme bakteri dan mempersulit kelangsungan hidup bakteri (Purwantiningsih, *et al.*, 2019).

Senyawa organosulfur yang terkandung dalam *Black garlic* dapat menghambat pembentukan biofilm pada bakteri gram negatif yang diproduksi sebagai perlindungan bakteri. Komposisi utama biofilm bakteri terdiri atas air dan zat polimer ekstraseluler (*extracellular polymeric substances*) yang diatur oleh quorum sensing. Senyawa organosulfur seperti *ajoene*, *diallyl sulfide*, *diallyl disulfide*, dan *diallyl trisulfide* memiliki efek penghambatan pada pembentukan biofilm bakteri. (Nakamoto, *et al.*, 2019; Park, 2018; Velliyagaunder, *et al.*, 2012).

Komponen senyawa organosulfur memiliki aktivitas antibakteri yang lebih besar pada pertumbuhan bakteri fase log atau fase eksponensial, yaitu ketika bakteri aktif membelah diri sehingga jumlah populasi bakteri meningkat sangat cepat. Efek antibakteri bergantung pada jumlah atom sulfur sehingga ketika jumlah atom sulfur dalam senyawa organosulfur meningkat (*diallyl sulfide*, *diallyl disulfide*, *diallyl trisulfide*) maka efek antibakteri juga meningkat. Bakteri gram negatif terjadi paparan senyawa organosulfur yang dapat mengakibatkan kerusakan morfologis bakteri, seperti hilangnya integritas struktural dinding sel, membran sel, dan matriks intraseluler. Senyawa-senyawa organosulfur tersebut diketahui dapat dengan bebas menembus membran sel dan bergabung dengan enzim yang mengandung protein (β -laktamase) sehingga mengubah struktur bakteri (Abbas, *et al.*, 2019; Lu, *et al.*, 2011).

Banyak faktor yang mempengaruhi efisiensi difusi bila menggunakan metode Kirby-Bauer, termasuk komposisi media pertumbuhan karena beberapa komponen dapat mengurangi atau meningkatkan aktivitas antibiotik, pemilihan media pertumbuhan, pengaruh pH karena pH mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan jumlah zat yang berdifusi, serta ukuran inokulum (campuran suspensi dan media) karena daerah inokulasi mempengaruhi jumlah zat yang berdifusi.

Berdasarkan hasil tersebut efek antibiotik *Black garlic* pada konsentrasi 80%,90%,100% terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. lebih kecil dari efek antibiotik kloramfenikol. Maka dinyatakan bahwa hipotesa penelitian diterima, karena terdapat sensitivitas zona hambat *Black garlic* dengan konsentrasi 80%,90%,100% dimana semakin tinggi konsentrasi *Black garlic*, maka daya hambat *Black garlic* terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. akan semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu adanya sensitivitas *Black garlic* terhadap pertumbuhan *Salmonella* sp. dengan ukuran zona hambat meningkat sebanding dengan konsentrasi *Black garlic* yang digunakan, dengan konsentrasi *Black garlic* sebesar 100% membentuk rata-rata zona hambat terbesar.

REFERENSI

- Abbas, H.M.K., Kong, X., Wu, J., Ali, M., and Dong, W. 2019. *Antimicrobial Potential of Genes from Garlic (Allium sativum L.)*. Medicinal Plants. 1 - 13.
- Aini, S.Q. dan Maya, S. 2018. *Studi Awal Pemanfaatan Bawang Putih Yang Dihitamkan Sebagai Antibakteri*. Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol 7(1): 9-11.
- Cita YP. Bakteri *Salmonella thypi* dan Demam Tifoid. Jurnal Kesehatan Masyarakat 2011; 10(1): 42- 46.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. 2014. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Second Informational Supplement*. West Valley (US): Clinical and Laboratory Standards Institute
- Erina, E., Abrar, M., Suyoto, B.A., Dewi, M., Darmawi, D., Darniati, D. and Bakri, M., 2017. 5. *Isolation and Identification of Salmonella sp in spleen of male layer chicken in Sibreh farms, Aceh Besar*. Jurnal Medika Veterinaria, 11(1), pp.26-34.
- Gulfray, M., M. Imran and S. A. Khaam. 2014. *Comparative study of antioxidant activities of garlic (Allium sativum L) extract in various localities in Pakistan*. Africa Journal Plant Science 8(6):298–306.
- Halimah, L.S., Nawangsih, E.N. and Hasan, K., 2021. *Analysis of Antibacterial and Antioxidant Activities of a Single Bulb of Garlic Fermented into Black Garlic*. In 12th Annual Scientific Meeting, Medical Faculty, Universitas Jenderal Achmad Yani, International Symposium on "Emergency Preparedness and Disaster Response during COVID 19 Pandemic"(ASMC 2021)) (pp. 83-87). Atlantis Press.
- Jang, H.J. 2017. *Antioxidant and antimicrobial activities of fresh garlic and aged garlic by-products extracted with different solvents*. Food Sci Biotechnol.
- Lu, X., Rasco, B.A., Jabal, J.M.F., D., Aston, D.E., Lin, M., and Konkel, 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
- Merino, L., Procura, F., Trejo, F.M., Bueno, D.J. and Golowczyc, M.A., 2019. *Biofilm formation by Salmonella sp. in the poultry industry: Detection, control and eradication strategies*. Food Research International, 119, pp.530-540.
- Nakamoto, M., Kunimura, K., Suzuki, J-I., Kodera, Y. 2019. *Antimicrobial Properties*

- of Hydrophobic Compounds in Garlic: Allicin, Vinylthiins, Ajoene and Diallyl Polysulfides (Review)*. Experimental and Therapeutic Medicine. 19: 1550 - 1553.
- Pajan, S.A., O. Waworuntu, M.A. Leman. 2016. *Potensi antibakteri air perasan bawang putih (Allium sativum L.) terhadap pertumbuhan Staphylococcus aureus*. Pharmacon J. Ilmiah Farmasi. 5(4):2302–2493.
- Park, C. 2018. *Medicinal Properties of Garlic and Its Derivatives*. Texas: Baylor University. p. 1 - 50
- Pratiwi, R.H., 2017. *Mekanisme pertahanan bakteri patogen terhadap antibiotik*. Jurnal Pro-Life: Jurnal Pendidikan Biologi, Biologi, dan Ilmu Serumpun, 4(3), pp.418-429.
- Purwatiningsih, T. I., A. Rusae, dan Z. Freitas. 2019. *Uji in vitro antibakteri ekstrak bawang putih sebagai bahan alami untuk menghambat bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli*. Jurnal Sains Peternakan. 17(1):1-4.
- Rachmawaty, D.U. 2016. *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol, Etil Asetat Dan Petroleum Rambut Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Sturt) Terhadap Bakteri Staphylococcus Aureus dan Escherichia Coli*. Skripsi.Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Velliyagounder, K., Ganeshnarayan, K., Velusamy, S.K., and Fine, D.H. 2012. In *Vitro Efficacy of Diallyl Sulfides against the Periodontopathogen Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. Antimicrobial Agents and Chemotherapy: 2397 - 2407.
- Zhang, X., Li, N.; Lu, X.; Liu, P.; Qiao, X. 2015. *Effects of temperature on the quality of black garlic*. J. Sci. Food Agric.