

Efektivitas nanoemulsi ekstrak binahong terhadap *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, dan *Escherichia coli*

Effectiveness of nanoemulsions of binahong extract against *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, and *Escherichia coli*

Faizal Rivaldy Wijanarko¹, Melinda Erdya Krismaputri², Listya Purnamasari², Himmatul Khasanah², Roni Yulianto² dan Desy Cahya Widianingrum^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jalan Kalimantan 37 - Kampus Tegal Boto Jember (68121)

²Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jalan Kalimantan 37 - Kampus Tegal Boto Jember (68121)

*Email Koresponden: dsycahya312@gmail.com

Abstrak. Tanaman binahong (*Anredera cordifolia (ten) steenis*) memiliki kandungan antimikrobal alami. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas antibakteri nanoemulsi ekstrak binahong terhadap *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, dan *Escherichia coli* berdasarkan formula penyusun yang berbeda. Daun binahong diekstrak menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:7,5 dengan metode maserasi. Nanoemulsi dibuat dengan perbandingan formulasi tween 80 dan sorbitol (P1: 24 dan 36 %, P2: 25 dan 35%). Aktivitas antibakteri dari nanoemulsi diuji dengan metode difusi sumuran. Kemampuan antibakteri diketahui berdasar pengukuran zona hambat yang dihasilkan dan dibandingkan dengan standar. Berdasarkan hasil penelitian diketahui formula P1 nanoemulsi ekstrak binahong memiliki aktivitas antibakteri kuat melawan *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, dan *Escherichia coli* dengan zona hambat berturut-turut 8,1 mm, 8 mm, dan 8,1 mm. Formula P2 menghasilkan daya hambat sedang terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (5,1 mm) serta lemah terhadap bakteri *Salmonella thypi* (0,8 mm) dan *Escherichia coli* (1,6 mm). Kemampuan daya hambat nanoemulsi ekstrak daun binahong dipengaruhi oleh formula larutan campurannya. Perbandingan Tween 80 dan sorbitol 26 dan 34% pada pembuatan nanoemulsi ekstrak binahong menghasilkan antibakteri berspektrum luas.

Kata kunci: nano teknologi, zona hambat, alternatif antibiotik, spektrum luas

Abstract. The binahong plant (*Anredera cordifolia (ten) steenis*) has natural antimicrobial properties. This study aims to determine the antibacterial effectiveness of nanoemulsion binahong extract against *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, and *Escherichia coli* based on different constituent formulas. Binahong leaves were extracted using 96% ethanol with a ratio of 1:7.5 by the maceration method. Nanoemulsions were prepared with the ratio of formulations of tween 80 and sorbitol (P1: 24 and 36%, P2: 25 and 35%). Antibacterial activity of nanoemulsion was tested by well diffusion method. Antibacterial ability is known based on the measurement of the resulting inhibition zone and compared with the standard. Based on the research results, it is known that the P1 nanoemulsion binahong extract formula has strong antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, and *Escherichia coli* with inhibition zones of 8.1 mm, 8 mm, and 8.1 mm, respectively. Formula P2 produced moderate inhibition against *Staphylococcus aureus* (5.1 mm) and weak against *Salmonella typhi* (0.8 mm) and *Escherichia coli* (1.6 mm). The inhibitory ability of nanoemulsion of binahong leaf extract was influenced by the mixed solution formula. Comparison of Tween 80 and sorbitol 26 and 34% in the

manufacture of binahong extract nanoemulsion resulted in broad-spectrum antibacterial.

Keywords: *nano technology, inhibition zone, antibiotic alternative, broad-spectrum antibacterial*

PENDAHULUAN

Dilaporkan beberapa bakteri seperti *Staphylococcus aureus* menyebabkan mastitis pada ternak perah, *Salmonella typhi* dan *Escherichia coli* menyebabkan diare dan penyakit kulit (Dewi, 2013; Li et al., 2021). Selain itu, produk peternakan seperti daging, telur dan susu juga dapat terkontaminasi bakteri baik Gram positif maupun negatif sehingga membahayakan kesehatan konsumen (Nair et al., 2019). Selama ini, peternak mengobati ternak yang sakit dengan antibiotik berspektrum luas. Namun langkah ini menjadi tidak efektif sejak merebaknya galur resisten pada hampir semua jenis bakteri. Infeksi akibat mikroorganisme yang telah resisten menyebabkan sulitnya proses penyembuhan dan meningkatnya jumlah kematian (Putra, 2019). Oleh sebab itu, langkah evaluasi penanganan infeksi perlu dilakukan sebagai solusi permasalahan yang terjadi (Arshad et al., 2021; Baltazar et al., 2015).

Kandungan binahong (*Anredera cordifolia (ten) steenis*) diantaranya senyawa polifenol, minyak atsiri, saponin dan alkaloid (Fitriyah et al., 2013; Marwoko, 2013). Senyawa antioksidan dan antimikrobal dalam tanaman ini telah terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan negatif seperti *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, dan *Escherichia coli* (Angelina et al., 2015; Evendi, 2017; Widodo et al., 2020). Umumnya, bagian simpilisa daun binahong memiliki kadar metabolit sekunder yang lebih tinggi dibanding bagian yang lain (Nursulistyarini dan Ainy, 2014). Selain itu, dilaporkan juga bahwa binahong memiliki kandungan yang dapat meningkatkan imunitas tubuh (Baskoro dan Purwoko, 2012).

Penerapan teknologi nano dapat digunakan untuk memaksimalkan aktivitas antibakteri pada tanaman (Wijanarko et al., 2021; Kumar et al., 2019). Nanoemulsi merupakan campuran kosurfaktan, surfaktan, minyak, dan zat aktif yang bertujuan memudahkan larutan langsung menuju target organ (Arshad et al., 2021^b). Karakteristik fisik yang dapat digunakan sebagai penentu keberhasilan nanoemulsi adalah perubahan viskositas dan kejernihan larutan. Ukuran partikel produk yang dihasilkan sekitar ukuran 5-200 nm (Lina et al., 2017; Wijanarko et al., 2021). Formulasi yang dihasilkan dapat berupa cairan, busa, dan krim (Jusnita dan Tridharma, 2019). Kemampuan daya hambat nanoemulsi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh formula penyusun nanoemulsi dan bahan utama yang digunakan (McClements et al., 2021; Wijanarko et al., 2021).

Pada penelitian ini pembuatan nanoemulsi ekstrak binahong menggunakan formula yang berbeda dengan tujuan menganalisa kemampuan daya hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, dan *Escherichia coli*. Hasil uji daya hambat diharapkan dapat dijadikan alternatif pengobatan pengganti antibiotik dalam menangani penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella typhi*.

MATERI DAN METODE

Formula larutan nanoemulsi yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula nanoemulsi ekstrak binahong

Bahan	Perlakuan	
	P1 (%)	P2 (%)
Binahong	5	5
Sorbitol	36	35
Tween 80	24	25
Propil paraben	0,02	0,02
Metil paraben	0,1	0,1
Aquadestilata	Hingga 100	Hingga 100

Ekstraksi Daun Binahong

Sebanyak 250 gr daun binahong dimaserasi dalam etanol 96% dengan perbandingan konsentrasi 1:7, 5 selama 3 hari. Tabung maserator didiamkan pada suhu ruang dan terlindungi dari cahaya. Larutan disaring sebanyak 3 kali dengan tujuan memisahkan filtrat dan ampas yang dihasilkan. Selanjutnya, ekstrak dimasukkan dalam *vacuum evaporator* (Laborota 4000, Heidolp, North America) dengan suhu 50°C hingga didapatkan ekstrak kental. Hasil evaporasi kemudian dipekatkan menggunakan oven dengan suhu 40°C selama 1 hari (Misna dan Diana, 2016).

Preparasi Nanoemulsi

Prosedur pembuatan nanoemulsi mengacu pada metode Hakim et al., (2017) dengan modifikasi (pengadukan menggunakan suhu 40°C). Sorbitol (Wintersun chemical, China) sebagai fase minyak dicampur dengan ekstrak binahong. Larutan fase air berupa aquadestilata yang sudah dihangatkan dicampur dengan Metil paraben (PT Clariant, Indonesia), propil paraben (PT Clariant, Indonesia) dan tween 80 (Merck, Indonesia). Pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 3000-4000 rpm. Larutan fase minyak berupa ekstrak binahong yang dicampurkan sorbitol sedikit-demi sedikit ditambahkan ke dalam fase air. Pengadukan dilanjutkan dengan suhu 40°C selama 6 jam hingga didapatkan larutan jernih dan transparan.

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi sumuran (Retnaningsih et al., 2019). Sebanyak 50 µL bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Salmonella typhi* (koleksi FMIPA Universitas Jember) diinokulasikan pada media Mueller-Hinton agar (MHA) (Oxoid, Germany). Selanjutnya, sebanyak 40 µL nanoemulsi ekstrak binahong (P1 maupun P2) dimasukkan kedalam setiap sumur menggunakan pipet steril. Selanjutnya, media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemampuan daya hambat diketahui dengan mengukur zona bening disekitar sumuran yang dihasilkan dan membandingkan dengan standar Pan et al., (2009). Hasil daya hambat dinyatakan kuat jika dihasilkan diameter zona lebih dari 6 mm, sedang dengan zona hambat 3-6 mm, dan lemah dengan zona hambat kurang dari 3 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji aktivitas antibakteri nanoemulsi ekstrak binahong terhadap *Staphylococcus aureus*, *Salmonella thypi*, dan *Escherichia coli* disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan data, diketahui bahwa formulasi P1 memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *Staphylococcus aureus*, *Salmonella thypi*, dan *Escherichia coli* dengan masing-masing zona hambat berturut-turut 8,1 mm, 8 mm, dan 8,1 mm. Temuan menarik dari penelitian ini adalah, pada formula P2 nanoemulsi ekstrak binahong memiliki aktivitas antibakteri dengan kekuatan sedang terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (5,1 mm) serta lemah pada *Salmonella thypi* (0,8 mm) dan *Escherichia coli* (1,6 mm).

Tabel 2. Daya hambat nanoemulsi ekstrak binahong terhadap *Staphylococcus aureus*, *Salmonella thypi*, dan *Escherichia coli*

Perlakuan	Isolat	Zona hambat (mm)	Analisa
Nano Binahong P ₁	<i>Staphylococcus aureus</i>	8,10	Kuat
	<i>Salmonella typhi</i>	8,00	Kuat ¹
	<i>Escherichia coli</i>	8,10	Kuat
Nano Binahong P ₂	<i>Staphylococcus aureus</i>	5,10	Sedang
	<i>Salmonella typhi</i>	0,80	Lemah ¹
Binahong 100%	<i>Escherichia coli</i>	1,60	Lemah
	<i>Staphylococcus aureus</i>	9,72	Kuat ²
Ekstrak Binahong 0,5%	<i>Salmonella typhi</i>	9,85	Kuat ³

<i>Escherichia coli</i>	5,07	Sedang ³
-------------------------	------	---------------------

¹Wijanarko et al. (2021), ²Trisunuwati dan Setyowati (2017), ³Widodo et al. (2020)

Berdasar data diatas diketahui bahwa teknologi nanoemulsi mampu mengefisiensikan penggunaan ekstrak dengan hasil daya hambat yang sama kuat dengan penggunaan ekstrak binahong dengan persentase lebih besar. Semakin lebar diameter zona hambat yang dihasilkan, maka kemampuan senyawa aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri semakin kuat (Xiong et al., 2013). Aktivitas antibakteri yang kuat pada formulasi P1 terhadap ketiga bakteri yang diuji pada penelitian ini menggambarkan bahwa nanoemulsi ekstrak binahong berpotensi digunakan sebagai alternatif antibiotik berspektrum luas. Pada penelitian Wijanarko et al. (2021) dilaporkan bahwa nanoemulsi ekstrak binahong dapat menghambat bakteri Gram negatif. Trisunuwati dan Setyowati (2017) meneliti aktivitas antibakteri daun binahong terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan perasan daun binahong murni (tanpa campuran) menunjukkan zona hambat dengan kategori kuat terhadap *Staphylococcus aureus* (9,72 mm) dan *Escherichia coli* (9,15). Uji daya hambat ekstrak binahong terhadap *Salmonella thypi* berdasar hasil penelitian Widodo et al. (2020) diketahui bahwa ekstrak binahong 0,5% menghasilkan daya hambat sangat kuat (9,85 mm) terhadap *Salmonella thypi* dan sedang (5,07 mm) pada *Escherichia coli*.

Fenol, steroid, alkaloid, saponin, flavonoid, terpenoid yang terkandung dalam binahong memiliki aktivitas antibakteri (Darsana et al., 2012; Garmana et al., 2014; Indarto et al., 2019). Senyawa aktif dapat bekerja dengan merusak lapisan dinding sel bakteri (Widianingrum et al., 2019). Lapisan dinding sel pada bakteri gram positif yaitu lipopolisakarida dan protein sedangkan pada bakteri gram negatif memiliki tiga lapisan dinding sel yaitu peptidoglikan yaitu fosfolipid, protein, dan lipopolisakarida (Wogo et al., 2019). Lapisan ini mempengaruhi suatu senyawa dapat menembus kedalam sel (Aslam et al., 2021).

Flavanoid secara aktif bekerja dengan melakukan penghambat berspektrum luas dan denaturasi protein didalam sel bakteri sehingga metabolisme sel terganggu (Dewanti dan Wahyudi, 2011). Koagulasi protein terjadi akibat adanya peran senyawa fenol mengakibatkan membran sel mengalami lisis sehingga pertumbuhan bakteri terhambat (Mawaddah, 2018), sedangkan senyawa alkaloid bekerja dengan merusak komponen peptidoglikan (Anwar dan Soleha, 2016). Saponin menurunkan tegangan pada permukaan dinding sel memberikan efek *leakage* pada dinding sel bakteri (Anggraini et al., 2018).

Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak binahong dengan formula P2 menunjukkan hasil yang berbeda dengan formula P1. Hasil uji antimikrobia pada formula P2 menunjukkan kategori sedang (5,1 mm) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* sedangkan terhadap bakteri *Salmonella thypi* (0,8 mm) dan *Escherichia coli* (1,6 mm) tergolong dalam kategori lemah. Perbedaan formula nanoemulsi pada kedua perlakuan ini terdapat pada konsentrasi tween 80 dan sorbitol. Kemampuan daya hambat kedua perlakuan juga menunjukkan hasil yang berbeda. Optimalisasi daya hambat kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan komposisi tween 80 dan sorbitol sehingga hasil daya hambat terhadap agen infeksi berbeda (Noveriza et al., 2017). Komposisi sorbitol sebagai fase minyak dan tween 80 sebagai fase air juga mempengaruhi proses emulsifikasi dan sifat fisika kimia dalam menghasilkan kestabilan larutan pada teknologi nano (Rao dan McClements, 2012; Koroleva et al., 2018). Berdasar hal tersebut, kemampuan zona hambat yang lemah pada P2 disebabkan karena ketidakstabilan formulasi fase minyak dan fase air. Lemahnya kemampuan daya hambat ekstrak binahong yang langsung diuji tantang dengan bakteri dapat diatasi dengan penerapan teknologi nano karena hasil daya hambat dapat meningkat berkali-kali lipat (Mutiasari, 2018).

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah nanoemulsi ekstrak binahong memiliki potensi sebagai alternatif antibiotik berspektrum luas (melawan *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, dan *Escherichia coli*) dengan formula konsentrasi tween 80 dan sorbitol sebanyak 26% dan 34%. Kemampuan zona hambat yang dihasilkan pada teknologi nano ini sangat dipengaruhi oleh formula larutan campurannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelina, M., Turnip, M., & Khotimah, S. (2015). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Protobiont*, 4(1). <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v4i1.9768>
- Anggraini, D., Sukrama, I. D. M., & Pertiwi, N. K. F. R. (2018). Jus Apel Manalagi (*Malus Sylvestris* Mill) menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* in vitro. *Bali Dental Journal*, 2(1), 59-64. <https://doi.org/10.51559/bdj.v2i1.28>
- Anwar, T. M., & Soleha, T. U. (2016). Manfaat daun binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai terapi acne vulgaris. *Jurnal Majority*, 5(4), 179-183
- Arshad, R., K. Pal, F. Sabir, A. Rahdar, M. Bilal, G. Shahnaz G. & Kyzaz, Z. (2021). A review of The nanomaterials use for the diagnosis and therapy of *Salmonella typhi*. *Journal of Molecular Structure*. 129928. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.129928>
- Arshad, R., T.A. Tabish, A.A. Naseem, M.R. ul Hassan, I. Hussain, S.S. Hussain & Shahnaz, G. (2021). Development of poly-L-lysine Multi-functionalized muco-penetrating self-emulsifying Drug Delivery System (SEDDS) for Improved Solubilization and Targeted Delivery of Ciprofloxacin Against intracellular *Salmonella typhi*. *Journal of Molecular Liquids*. 115972. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.115972>
- Aslam, B., Arshad, M. I., Aslam, M. A., Muzammil, S., Siddique, A. B., Yasmeen, N., ... & Baloch, Z. (2021). Bacteriophage Proteome: Insights and Potentials of an Alternate to Antibiotics. *Infectious Diseases and Therapy*, 10(3), 1171-1193. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14316113>.
- Baltazar, M., A. Ngandjio, K.E. Holt, E. Lepillet, M.P. De La Gandara, J.M. Collard, R. Bercion, A. Nzouankeu, S. Le Hello, G. Dougan & Fonkoua, M. C. (2015). Multidrug-Resistant *Salmonella* Enterica Serotype typhi, gulf of Guinea region, Africa. *Emerging infectious diseases*, 21 (4): 655.
- Baskoro, D., & Purwoko, B. S. (2012). Pengaruh bahan perbanyakan tanaman dan jenis pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 2 (1): 6. <https://doi.org/10.29244/jhi.2.1.6-13>
- Darsana IGO, Besung INK, Mahatmi H. (2012). Potensi daun binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* secara in vitro. *Indones Medicus Veterinus*. 1:337-351.
- Dewanti, S., & Wahyudi, M. (2011). Antibacteri activity of bay leaf infuse (*Folia syzygium polyanthum* wight) to *Escherichia coli* In-Vitro. *Jurnal Medika Planta*, 1(4), 245970.
- Dewi, A. K. (2013). Isolasi, identifikasi dan uji sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap amoxicillin dari sampel susu kambing peranakan ettawa (PE) penderita mastitis di wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*, 31(2), 138-150.
- Evendi, A. (2017). Uji fitokimia dan anti bakteri ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) terhadap bakteri *Salmonella typhi* dan *Escherichia coli* secara in vitro. *Mahakam Medical Laboratory Technology Journal*, II (1): 1–9.
- Fitriyah, N., M.K. Purwa, M. A. Alfianto, N. Wahuningsih & Kismanto, J. (2013). Obat Herbal Antibakteri Ala Tanaman Binahong. *Jurnal KesMaDaSka*, 116–122.
- Garmana AN, Sukandar EY, Fidrianny I. (2014). Activity of several plant extracts against drugsensitive and drug-resistant microbes. *Procedia Chemist*. 13:164-169. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2014.12.021>
- Hakim, N.A., A. Arianto & Bangun. H. (2017). Formulasi dan Evaluasi Nanoemulsi dari Extra Virgin Olive Oil (Minyak Zaitun Ekstra Murni) sebagai Anti-Aging. *TM Conference Series 2*: 397-403.

- Indarto, I., Narulita, W., Anggoro, B. S., & Novitasari, A. (2019). Aktivitas antibakteri ekstrak daun binahong terhadap propionibacterium acnes. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 10(1), 67-78. <https://doi.org/10.24042/biosfer.v10i1.4102>
- Jusnita, N., & Tridharma, W. S. (2019). Karakterisasi nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(1), 16-24. <https://doi.org/10.25077/jsfk.6.1.16-24.2019>
- Koroleva, M., T. Nagovitsina & Yurtov, E. (2018). Nanoemulsions Stabilized by Non-ionic Surfactants: Stability and Degradation mechanisms. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 20 (15): 10369-10377. <https://doi.org/10.1039/C7CP07626F>
- Kumar, M., R. S. Bishnoi. A.K. Shukla & Jain, C. P. (2019). Techniques for Formulation of Nanoemulsion Drug Delivery System: a review. *Preventive nutrition and food science*, 24 (3): 225. <https://doi.org/10.3746%2Fpnf.2019.24.3.225>
- Li, C., Z. Zhang, X. Xu, S. He, X. Zhao, Y. Cui, X. Zhou, C. Shi, Y. Liu, M. Zhou & Shi, X. (2021). Molecular Characterization of Cephalosporin-Resistant Salmonella Enteritidis ST11 Isolates Carrying bla CTX-M from Children with Diarrhea. *Foodborne Pathogens and Disease*. <https://doi.org/10.1089/fpd.2020.2878>
- Lina, N. W. M., T. Maharani, M. R. Sutharini, N. P. A. D. Wijayanti & Astuti, K. W. (2017). Karakteristik Nanoemulsi Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Farmasi Udayana*, 6. <https://doi.org/10.24843/JFU.2017.v06.i01.p02>
- Marwoko, M. T. B. (2013). Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktifitas Senyawa Alkaloid Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis). *Chem Info Journal*, 1(1), 196–201.
- McClements, D.J., A.K. Das, P. Dhar, P.K. Nanda & Chatterjee, N. (2021). Nanoemulsion-based Technologies for Delivering Natural Plant-based Antimicrobials in Foods. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5: 35. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.643208>
- Mawaddah, N. (2018). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tempe Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* (Antibacterial Activity of Tempe Extracts on *Staphylococcus aureus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(3), 230-241. <https://doi.org/10.21157/jim%20vet.v2i3.7765>
- Misna dan Diana, K. (2016). Aktivitas Bakteri Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Antibacterial Activity Extract Of Garlic (*Allium cepa* L.) *Skin Against Staphylococcus aureus*. 2(2). <https://doi.org/10.22487/j24428744.2016.v2.i2.5990>
- Mutiasari, A.S. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Biji Ketumbar (*Coriandrum Sativum* L.) dan Nanoemulsinya Terhadap *Staphylococcus Epidermidis*.
- Nair, D.V., and Johny, A. K. (2019). Salmonella in Poultry Meat Production. *In Food Safety in Poultry Meat Production* (pp. 1-24). Springer, Cham. 10.1007/978-3-030-05011-5_1
- Noveriza, R., M. Mariana, S. Yuliani & Panen, B. P. (2017). Keefektifan Formula Nanoemulsi Minyak Serai Wangi Terhadap Potyvirus Penyebab Penyakit Mosaik pada Tanaman Nilam.
- Nursulistyarini, F., & Ainy, E. Q. (2014). Isolasi dan identifikasi bakteri endofit penghasil antibakteri dari daun tanaman Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *In Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 11, No. 1, pp. 114-120).
- Putra, A. D. (2019). Pengaruh Pemberian Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum* Linn) Terhadap Zona Hambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Epidermidis* Secara In Vitro. *JURNAL AGRI-TEK: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*, 20(1), 28-31. <https://doi.org/10.33319/agtek.v20i1.35>
- Pan, X., F. Chen, T. Wu, H. Tang & Zhao, Z. (2009). The acid, bile tolerance and antimicrobial property of *Lactobacillus acidophilus* NIT. *J. Food Control*. 20: 598-602. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.08.019>
- Rao, J. & McClements, D. J. (2012). Lemon Oil Solubilization in Mixed Surfactant Solutions: Rationalizing Microemulsion & Nanoemulsion Formation. *Food Hydrocolloids*, 26 (1): 268-276. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.06.002>
- Retnaningsih, A., A. Primadiamanti & Marisa, I. (2019). Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pepaya terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae* dengan Metode Difusi Sumuran. *Jurnal Analis Farmasi*, 4 (2): 122-129. <https://doi.org/10.33024/jaf.v4i2.2242>
- Trisunuwati, P., & Setyowati, E. (2017). Potensi perasan Daun Binahong (*Anredera cordifolia*)

- sebagai antibakterial pada kultur media bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Esherichia coli* penyebab mastitis klinis penyebab mastitis Sapi Perah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(1), 18-27. DOI : 10.21776/ub.jiip.2017.027.01.03
- Widianingrum, D. C., Noviandi, C. T., & Salasia, S. I. O. (2019). Antibacterial and immunomodulator activities of virgin coconut oil (VCO) against *Staphylococcus aureus*. *Heliyon*, 5(10), e02612. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02612>
- Wijanarko, F. R., Putra, N. G. W., Krismaputri, M. E., Purnamasari, L., Yulianto, R., Khasanah, H., & Widianingrum, D. C. (2021). Potensi antimikrobia alami nanoemulsi ekstrak binahong terhadap *Salmonella typhi*. In *prosiding seminar teknologi agribisnis peternakan (stap) fakultas peternakan universitas jenderal soedirman* 8: 207-212.
- Widodo, N., M. E. Krismaputri., & Widianingrum, D. C. (2020). Aktivitas Anti-Bakteri Tepung Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) terhadap *Echerichia coli*, *Salmonella* sp. dan *Lactobacillus* sp. Sebagai Fitobiotik. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*.
- Wogo, H. E., Ndoen, M. C., & Ola, P. D. (2019). Antibacterial and Biodegradation Nature Test Of Edta-Ag Immobilized Silica Compozite Plastics And Chitosan. *Chemistry Notes*, 1(2), 24-38.
- Xiong, J., S. Li, W. Wang, Y. Hong, K. Tang., & Luo, Q. (2013). Screening and Identification of the Antibacterial Bioactive Compounds from *Lonicera Japonica* Thunb leaves. *Food chemistry*, 138 (1): 327-333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.12>