

Potensi Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum* Theilade) sebagai Antimikroba Resisten

Ni Kadek Yunita Sari¹, Ni Komang Widiastuti²,
Putu Angga Wiradana³

¹Program Studi Biologi, Fakultas Kesehatan Sains dan Teknologi, Universitas Dhyana Pura,
Jl. Raya Padang Luwih Tegaljaya Dalung Kuta Utara, Bali, Indonesia
Email: yunitasari@undhirabali.ac.id

ABSTRAK

Resistensi antimikroba merupakan penurunan kepekaan mikroba terhadap efek obat antimikroba yang menyebabkan proses terapi tidak efektif. Adanya penggunaan antimikroba yang tidak rasional dalam pola peresepan memicu terjadinya resistensi terhadap antimikroba. Untuk mencegah perkembangan resistensi, strategi lain digunakan, yaitu mendapatkan senyawa antibakteri dengan menggunakan komponen bioaktif dari keanekaragaman hayati dan menggunakan bahan-bahan herbal sebagai bahan alternatif obat. Salah satu tanaman obat yang populer digunakan sebagai obat tradisional sekaligus sebagai bahan baku utama jamu adalah jahe merah. Jahe merah mengandung senyawa antimikroba golongan fenol, flavonoid, minyak atsiri, dan tannin yang merupakan golongan senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan dapat dijadikan sebagai antibakteri

Kata kunci: Resistensi, Jahe Merah, Antimikroba

1. Pendahuluan

World Health Organization (WHO) telah menyatakan bahwa resistensi antimikroba merupakan salah satu dari 10 ancaman kesehatan global (WHO, 2015). Resistensi pada antimikroba menjadi fenomena berkelanjutan yang peningkatan dan penyebarannya adalah hasil dari perilaku manusia (WHO, 2020). Resistensi antimikroba merupakan penurunan kepekaan mikroba terhadap efek obat antimikroba yang menyebabkan proses terapi tidak efektif (CDC, 2015). Penurunan kepekaan terhadap antimikroba akan menghambat pembentukan imunitas yang akan memperpanjang lamanya penyakit, serta akan meningkatkan perkembangan mikroba resisten (Sutandhio *et al.*, 2018). Adanya penggunaan antimikroba yang tidak rasional dalam pola peresepan, yaitu aspek jenis antimikroba, dosis, lama pemberian, dan penggunaan yang berlebihan untuk menangani suatu penyakit infeksi maupun non-infeksi memicu terjadinya penggunaan antimikroba yang tidak bijak, dan akan mengarah pada munculnya resistensi terhadap antimikroba (Sari *et al.*, 2019).

Kondisi resistensi antibiotik yang terjadi di Indonesia telah dilaporkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Antimicrobial Resistance in Indonesia (AMRIN-Study) dengan perolehan hasil bahwa *Escherichia coli* dinyatakan resisten terhadap berbagai pengobatan antibiotik (Permenkes, 2015). Dari 2.494 orang, 43% *Escherichia coli* resisten terhadap berbagai jenis antibiotika seperti: ampisilin (24%), kotrimoksazol (29%), dan kloramfenikol (25%). Dari hasil penelitian terhadap 781 pasien yang dirawat di rumah sakit, didapatkan 81% *Escherichia coli* resisten terhadap berbagai antibiotika seperti: ampisilin (73%), kotrimoksazol (56%), kloramfenikol (43%), siprofloksasin (22%), dan gentamisin (18%) (Dirga *et al.*, 2021). Menurut O'Neill (2016) bakteri yang resisten diperkirakan meningkat dari 700.000 kematian secara global pada 2014 menjadi lebih dari 10.000.000 pada tahun 2050.

Fenomena penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dengan anjuran dokter dapat meningkatkan resistensi antibiotik. Resistensi dapat terjadi akibat mutasi genetik

pada bakteri serta penggunaan yang berlebihan dari antibiotik berspektrum luas seperti tetrasiklin, kloramfenikol, ampicilin, sefalosporin, dan carbapenem (Diniarti *et al.*, 2022). Resistensi antibiotik juga terjadi ketika bakteri memperoleh gen resisten yang memungkinkan untuk bertahan hidup saat terpapar antibiotik (April *et al.*, 2022). Untuk mencegah perkembangan resistensi, strategi lain digunakan, yaitu mendapatkan senyawa antibakteri dengan menggunakan komponen bioaktif dari keanekaragaman hayati dan menggunakan bahan-bahan herbal sebagai bahan alternatif obat (Wikananda *et al.*, 2019). Hingga saat ini, telah banyak dilakukan penelitian untuk menemukan sumber metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif obat (Mujipradhana, 2018).

Salah satu tanaman obat yang populer digunakan sebagai obat tradisional sekaligus sebagai bahan baku utama jamu adalah jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum* Theilade) (Wicaksono, 2015). Dibandingkan dengan jenis jahe lainnya, jahe merah mengandung minyak atsiri serta oleoresin tertinggi, sehingga telah digunakan secara turun-temurun sebagai alternatif pengobatan (Pati *et al.*, 2022). Ekstrak jahe merah memiliki aktivitas biologis seperti imunomodulator, antimikroba, antivirus, antiinflamasi, antikanker dan antioksidan (Siregar *et al.*, 2022). Rimpang jahe merah mengandung senyawa antimikroba golongan fenol, flavonoid, minyak atsiri, dan tannin yang merupakan golongan senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan dapat dijadikan sebagai antibakteri (Ibrahim *et al.*, 2021).

Penelitian jahe merah sebagai antimikroba resisten telah banyak dilakukan. Hasil penelitian Tandanu (2020) menunjukkan bahwa ekstrak rimpang jahe merah mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dengan rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% secara beurutan adalah sebesar, 10,21 mm, 11,27 mm, 11,75 mm, dan 13,17mm. Penelitian Handrianto (2016) menunjukkan bahwa konsentrasi 100% ekstrak jahe merah menghasilkan daerah hambat 15,83 mm (*S. aureus*) dan 14,22 mm (*Escherichia coli*). Pramiastuti (2020) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak jahe merah dan daun sirih pada konsentrasi 80% memiliki tingkat hambat yang kuat terhadap *S. aureus* dan tingkat hambat yang sedang terhadap *E. coli*. Penelitian yang dilakukan oleh Ali, (2013) mengungkapkan hasil bahwa konsentrasi hambat minimum (KHM) minyak atsiri jahe emprit (*Zingiber officinale var. rubrum*) terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yaitu pada konsentrasi 100%.

2. Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum* Theilade)

Jahe merah tergolong tumbuhan suku Zingiberaceae yang dikenal sebagai obat tradisional secara turun-temurun karena mengandung komponen volatile yang didominasi oleh minyak atsiri dan nonvolatile seperti oleoresin. Kedua komponen tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis jahe lainnya (Zulfanita *et al.*, 2022). Tanaman jahe merah diketahui memiliki komposisi bahan aktif fitokimia berupa oleoresin terutama gingerols, shagols sesquiterpen (β -bisabolen), dan monoterpen (geranial dan neral) (Kamazeri *et al.*, 2012). Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak tanaman jahe merah adalah golongan flavonoid, fenol, terpenoid, dan minyak atsiri. Komponen cita rasa yang utama dalam jahe yaitu minyak volatil (minyak atsiri) yang terdiri dari zingiberen ($C_{15}H_{24}$), zingiberol (sesquiterpen alkohol), D- β -feladren, dan kamfen (terpen); sineol (turunan alkohol); metil heptenon, d-borneol, graniol, linalaol, dan kavikol (fenol) (Arifianto, 2018). Kandungan minyak atsiri jahe merah berkisar antara 2,58-3,72% dari bobot kering, sementara kandungan oleoresinnya dapat mencapai 3% dari bobot kering (Hafidz, 2018). Oleoresin pada jahe merah merupakan senyawa turunan fenol seperti gingerol dan shogaol yang dapat digunakan sebagai senyawa anti bakteri. Kandungan senyawa antibakteri pada jahe merah dapat digunakan sebagai bahan baku untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Widiawati *et al.*, 2022).



Gambar 1. Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum* Theilade)
(Noerfasya, 2018)

Klasifikasi tanaman jahe merah yaitu sebagai berikut (*Integrated Taxonomic Information System*, 1996).

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viriplantae
Super division	: Embryophyta
Division	: Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophyta
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Liliales
Order	: Zingiberales
Family	: Zingiberaceae
Genus	: Zingiber
Species	: <i>Zingiber officinale</i> var. <i>rubrum</i> Theilade.

3. Aktivitas Antimikroba pada Antibiotik

Antimikroba merupakan suatu zat-zat kimia yang diperoleh/dibentuk dan dihasilkan oleh mikroorganisme, zat tersebut mempunyai daya penghambat aktivitas mikroorganisme lain meskipun dalam jumlah sedikit (Febriani *et al.*, 2021).

Antimikroba berdasarkan spektrum atau kisaran kerja antimikroba dapat dibedakan menjadi dua yaitu antimikroba spektrum sempit dan antimikroba spektrum luas. Antimikroba spektrum sempit yaitu antimikroba yang hanya mampu menghambat satu golongan bakteri saja, contohnya hanya mampu membunuh atau menghambat bakteri dari gram negatif saja atau gram positif saja (Benzil penisilin dan Streptomisin). Antimikroba spektrum luas yaitu antimikroba yang dapat menghambat atau membunuh bakteri baik gram negatif maupun gram positif (tetrasiklin dan kloramfenikol) (Yulianti, 2012).

3.1 Sifat-sifat Antimikroba

Beberapa sifat yang perlu dimiliki oleh zat antimikroba menurut Waluyo (2004) adalah sebagai berikut.

- Menghambat atau membunuh mikroba patogen tanpa merusak hospes/inang, yaitu antimikroba dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan mikroba bahkan menghentikan pertumbuhan bakteri/membunuh namun tidak berpengaruh/merusak pada hospes.
- Bersifat bakterisida dan bukan bakteristatik, yaitu antimikroba baiknya bersifat bakterisida atau bersifat menghentikan laju pertumbuhan/membunuh mikroba bukan bakteristatik yang hanya menghambat laju pertumbuhan mikroba.

- c. Tidak menyebabkan resistensi pada kuman atau mikorba, yaitu antimikroba tidak akan menimbulkan kekebalan kepada mikroba sehingga antimikroba tidak dapat digunakan untuk menghentikan pertumbuhan mikroba patogen lagi.
- d. Berspektrum luas, yaitu antimikroba efektif digunakan untuk berbagai spesies bakteri, baik bakteri kokus, basil, dan spiral.
- e. Tidak menimbulkan alergenik atau menimbulkan efek samping bila digunakan dalam jangka waktu lama, yaitu antimikroba yang digunakan sebagai obat tidak menimbulkan efek samping kepada pemakai jika digunakan dalam jangka waktu lama.
- f. Zat antimikroba tetap aktif dalam plasma, cairan tubuh atau eskudat, antimikroba yang berada dalam plasma atau cairan tubuh tetap bersifat aktif dan tidak dalam keadaan berhenti tumbuh atau dormansi.
- g. Zat antimikroba dapat larut dalam air dan stabil, antimikroba dapat larut dan menyatu dalam air.

3.2 Mekanisme Kerja Antibiotik

Berdasarkan mekanisme kerjanya terhadap bakteri, antibiotik dikelompokkan sebagai berikut (Pratiwi, 2017).

- a. Inhibitor sintesis dinding sel bakteri yang memiliki efek bakterisidal dengan cara memecah enzim dinding sel dan menghambat enzim dalam sintesis dinding sel. Contohnya antara lain golongan β -laktam seperti penisilin, sefalosporin, karbapenem, monobaktam, sertainhibitor sintesis dinding sel lainnya seperti vancomysin, basitrasin, fosfomysin, dan daptomysin.
- b. Inhibitor sintesis protein bakteri memiliki efek bakterisidal atau bakteriostatik dengan cara mengganggu sintesis protein tanpa mengganggu sel-sel normal dan menghambat tahap-tahap sintesis protein. Obat-obat yang aktivitasnya menginhibitor sintesis protein bakteri diantaranya aminoglikosida, makrolida, tetrasiklin, streptogamin, klindamisin, oksazolidinon, dan kloramfenikol.
- c. Mengubah permeabilitas membran sel dan memiliki efek bakteriostatik dengan cara menghilangkan permeabilitas membran oleh karena hilangnya substansi seluler sehingga menyebabkan sel menjadi lisis. Obat-obat yang memiliki aktivitas ini antara lain polimiksin, amfoterisin B, gramisidin, nistatin, dan kolistin.
- d. Menghambat sintesa folat. Mekanisme kerja ini terdapat pada obat-obatan seperti sulfonamida dan trimetoprim. Bakteri tidak dapat mengabsorpsi asam folat, tetapi harus membuat asam folat dari PABA (asam para-amino benzoat) dan glutamat. Asam folat merupakan vitamin namun pada manusia tidak dapat mensintesis asam folat. Hal ini menjadi suatu target yang baik dan selektif untuk senyawa-senyawa antimikroba.
- e. Mengganggu sintesis DNA. Mekanisme kerja tersebut terdapat pada obat-obatan seperti metronidasol, kinolon, dan novobiosin. Obat-obatan ini dapat menghambat asam deoksiribonukleat (DNA) girase sehingga menghambat sintesis DNA. DNA girase adalah enzim yang terdapat pada bakteri dengan cara menyebabkan terbuka dan terbentuknya superheliks pada DNA sehingga menghambat replikasi DNA.

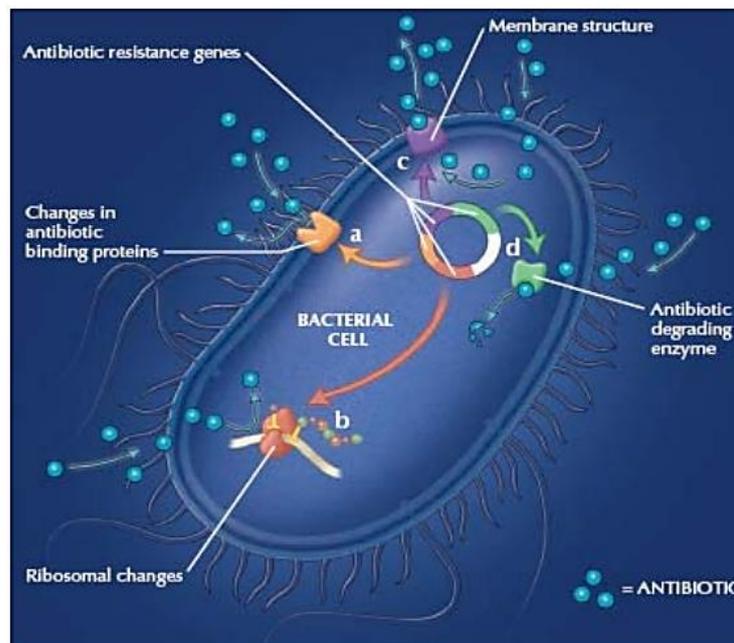
4. Resistensi Antimikroba

Resistensi didefinisikan sebagai tidak terhambatnya pertumbuhan bakteri dengan pemberian antibiotik secara sistemik pada dosis normal yang seharusnya atau kadar hambat minimalnya. *Multiple drugs resistance* didefinisikan sebagai resistensi terhadap dua atau lebih obat maupun klasifikasi obat. Sedangkan *cross resistance* adalah resistensi suatu obat yang diikuti dengan obat lain yang belum pernah dipaparkan (Utamii, 2011). Resistensi dapat terjadi karena adanya gen resisten. Gen resisten pada bakteri berfungsi melindungi terhadap inhibitory effect dari antibiotik. Gen resisten dapat melakukan coding protein transpor membran untuk mencegah antibiotik memasuki sel bakteri, atau melakukan pemompaan untuk mengeluarkan

antibiotik sesegera mungkin saat masuk ke dalam sel, sehingga mencegah kontak dengan targetnya (Pratiwi, 2017).

Bakteri memperoleh gen resisten dengan beberapa cara, antara lain lewat mutasi DNA bakteri. Mutasi ini diwariskan ke seluruh keturunan yang dihasilkan dari sel inti yang dikenal sebagai proses evolusi vertikal. Bakteri juga dapat melakukan evolusi horisontal, yaitu dengan pertukaran gen antara sel-sel bakteri yang berdekatan. Sebuah mutasi DNA spontan dapat terjadi pada sebuah plasmid dalam suatu sel bakteri. Plasmid ialah DNA ekstrakromosomal yang hanya terdapat pada sel bakteri. Mutasi ini dapat terjadi dari gen yang resisten antibiotik. Mulamula plasmid bereplikasi dalam sel inang dan ditransfer ke sel bakteri lain. Plasmid tersebut dapat memindahkan informasi genetik antara bakteri yang berbeda. Jenis transfer genetik tersebut dinamakan konjugasi (Yenny & Herwana, 2007).

Metode lain dari transfer genetika adalah transduksi, yaitu perpindahan informasi genetik oleh virus penginfeksi bakteri yang disebut bakteriofag. Fage berikatan pada membran sel bakteri lalu melakukan injeksi. Ada 2 hal yang dilakukan oleh fage, yaitu DNA dapat menjadi non infeksius dan menggabungkan gen yang membawanya ke dalam DNA bakteri itu sendiri atau virus dapat berkembang biak dan merusak sel inang (Purba *et al.*, 2021).

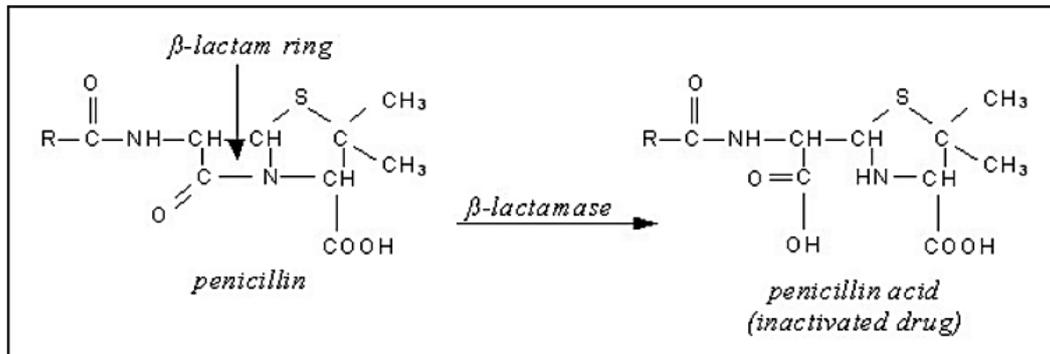


Gambar 2. Resistensi antibiotika oleh mutasi genetik akibat perubahan pada: a. kode ikatan protein; b. ribosom; c. struktur membran; d. inaktivasi enzim (Yenny & Herwana, 2007)

Faktor yang menentukan sifat resistensi mikroba terhadap antimikroba terdapat pada elemen yang bersifat genetik. Beberapa bakteri secara intrinsik resisten terhadap antimikroba tertentu. Contohnya bakteri gram positif, kuman ini tidak memiliki membran sel bagian luar (*outer membrane*), sehingga secara intrinsik resisten terhadap polimiksin yang bekerja merusak membran sel setelah bereaksi dengan fosfat pada fosfolipid membran sel mikroba (Husain, 2008).

Senyawa antibakteri dapat bertemu dengan berbagai macam enzim yang berfungsi merubah struktur obat dan menjadikannya inefektif ketika berada di dalam membran sel luar. Salah satu mekanisme timbulnya resistensi terhadap antibiotik golongan β -laktam khususnya pada bakteri Gram negatif ialah dengan diproduksinya enzim β -laktamase. Enzim ini dapat memecah cincin β -laktam sehingga antibiotik tersebut menjadi tidak aktif. Enzim beta-laktamase disekresi ke rongga periplasma

oleh bakteri Gram negatif dan ke cairan ekstraselular oleh bakteri Gram-positif (Pratiwi, 2017).



Gambar 3. Resistensi antibiotika β -lactam oleh β -lactamase (Yenny & Herwana, 2007)

5. Efektivitas Jahe Merah sebagai Antimikroba Resisten

Jahe merah merupakan salah satu tanaman rimpang yang mempunyai kandungan kimia yaitu flavonoid, fenol, minyak atsiri, dan tannin (Fissy, 2013). Senyawa turunan fenol seperti gingerol, shogaol, dan resin merupakan penyusun utama dari oleoresin jahe merah. Kandungan oleoresin inilah yang menyebabkan rasa pedas pada jahe-jahean khususnya merah. Minyak atsiri merupakan senyawa yang menyebabkan jahe merah memiliki aroma khas yang harum (Putri, 2014). Kandungan kimia minyak atsiri dari zat zingiberen dan zingiberol mempunyai daya bunuh terhadap mikroorganisme (Tilong, 2013). Penelitian Putri *et al.*, (2014) menunjukkan hasil bahwa konsentrasi minimum 5-10% ekstrak jahe merah mampu menghasilkan zona hambat sebesar 7,9 mm terhadap *Escherichia coli*. Hasil penelitian Widiastuti & Pramestuti (2018) menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) pada konsentrasi 100% memberikan penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan *S. aureus* (12,54 \pm 0,76 mm). Penelitian Rizkita (2017) juga mengkonfirmasi ekstrak jahe merah konsentrasi 80% menghasilkan daya hambat sebesar 5,93 mm terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Penelitian Nugraha *et al.*, (2019) menunjukkan diameter daya hambat optimal pada ekstrak jahe merah terhadap *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* ditemukan pada konsentrasi 9% sebesar 13,2 mm (SD:0,33) (*clear zone*) yang juga terkonfirmasi merupakan minimum *inhibitory concentration* dan *minimum bactericidal concentration* berdasarkan uji difusi dan dilusi agar. Penelitian Dewi (2019) menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale rosc var rubrum*) pada konsentrasi 20% menghasilkan rata-rata zona hambat 12.08 mm terhadap bakteri *Streptococcus mutans*.

Berikut tabel konsentrasi daya hambat optimum jahe merah dalam menghambat bakteri patogen.

Tabel 1. Konsentrasi Daya Hambat Optimum Jahe Merah dalam Menghambat Bakteri Patogen

No.	Bakteri patogen	Konsentrasi daya hambat optimum	Referensi
1	<i>Escherichia coli</i>	5-10%	Putri <i>et al.</i> , (2008)
2	<i>Staphylococcus aureus</i>	100%	Widiastuti & Pramestuti (2018)
3.	<i>Streptococcus mutans</i>	80%	Rizkita (2017)

4.	<i>Methicillin Resistant Staphylococcus aureus</i>	9%	Nugraha et al., (2019)
5.	<i>Streptococcus mutans.</i>	20%	Dewi (2019)

Rimpang jahe merah mempunyai kandungan kimia yaitu flavonoid, fenol, minyak atsiri, dan tannin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri resisten dengan mekanisme tertentu. Flavonoid merupakan golongan dari senyawa fenol yang mempunyai sifat efektif menghambat pertumbuhan virus, bakteri dan jamur (Haninah et al., 2014). Flavonoid menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara denaturasi dan koagulasi protein sel bakteri (Sagita et al., 2017). Mekanisme kerja flavonoid dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu flavonoid menyebabkan terjadinya kerusakan permeabilitas dinding sel bakteri dan membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler maupun terlarut serta dapat pula membentuk kompleks dengan dinding sel sehingga dapat merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler (Heriyati et al., 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Manimozhi et al., (2012) membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi flavonoid dalam suatu ekstrak maka akan semakin baik kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

Mekanisme senyawa fenol sebagai antibakteri pada konsentrasi rendah adalah dengan merusak membran sitoplasma dan dapat menyebabkan kebocoran inti sel. Sedangkan pada konsentrasi tinggi senyawa fenol berkoagulasi dengan protein seluler. Aktivitas tersebut sangat efektif ketika bakteri dalam tahap pembelahan yaitu lapisan fosfolipid di sekeliling sel sedang dalam kondisi yang sangat tipis sehingga fenol dapat dengan mudah merusak isi sel (Haninah et al., 2014). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Bouarab-Chibane et al., (2019) aktivitas antibakteri dari fenolik lebih baik terhadap Gram positif daripada Gram negatif.

Minyak atsiri yang bersifat lipofilik memiliki aktivitas antibakteri dengan cara bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Rusaknya porin yang merupakan pintu keluar masuknya senyawa akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri yang akan mengakibatkan sel bakteri kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati (Wirjatmadja et al., 2022).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yohanes et al., (2018), tanin memiliki aktivitas antibakteri dengan merusak komponen membran sel, dinding sel, enzim, materi genetik, maupun komponen berprotein lainnya. Tanin memiliki efek antibakteri dengan cara mengikat dinding sel mikroba dan mengganggu pembentukan yang dapat menyebabkan kerusakan pada dinding sel. Sifat antibakteri tanin tergantung pada berat molekul dan konsentrasi tanin yang digunakan. Tanin dengan berat molekul rendah memiliki aktivitas yang lebih baik daripada tanin dengan berat molekul yang lebih besar tetapi semakin tinggi konsentrasi tanin yang digunakan maka semakin besar diameter zona hambat bakteri yang terbentuk (Yohanes et al., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Maisak et al., (2013) menyatakan bahwa tanin lebih efektif pada bakteri Gram positif dibandingkan Gram negatif.

6. Kesimpulan

Jahe merah memiliki potensi sebagai aktivitas antibakteri dalam menghambat mikroba resisten. Senyawa-senyawa yang terdapat pada rimpang jahe merah seperti flavonoid, fenol, minyak atsiri, dan tannin memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri resisten.

7. Daftar Rujukan

- Ali, S. (2013). Aktivitas antibakteri minyak atsiri jahe (*Zingiber officinale roscoe*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.
- April, B. R., Agustin, A. L. D., Atma, C. D., & Tirtasari, K. (2022). Deteksi Resistensi Antibiotik Bakteri Salmonella sp yang Diisolasi dari Ayam Layer di Sesaot Lombok Barat.
- Arifianto, I. P. (2018). Pengaruh Suhu Terhadap Konsentrasi Gingerol dan Shogaol Hasil Ekstraksi Jahe (*Zingiber officinale*) Menggunakan Ekstraktor Berpengaduk (Effect of Temperature on the Concentration of Gingerol and Shogaol Extracted from Ginger by Using Agitated Extractor) (Doctoral dissertation, undip).
- Bouarab-Chibane, L., Forquet, V., Lantéri, P., Clément, Y., Léonard-Akkari, L., Oulahal, N., Degraeve, P. and Bordes, C. (2019). Antibacterial Properties of Polyphenols: Characterization and QSAR (Quantitative Structure-Activity Relationship) Models. *Frontiers in Microbiology*.10(829): 1 -23.
- CDC. (2015). About antimicrobial resistance. Centers for Disease Control and Prevention.
- Dewi, D. I. (2019). Kemampuan Ekstrak n-heksan Jahe Merah (*Zingiber officinale rosc var rubrum*) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Diniarti, F. A., Kasasiah, A., & Hilmi, I. L. (2022). Uji Resistensi Bakteri *Escherichia coli* dari Sumber Air Baku Di Karawang Terhadap Antibiotik Siprofloksasin. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(3), 414-429.
- Dirga, D., Khairunnisa, S. M., Akhmad, A. D., Setyawan, I. A., & Pratama, A. (2021). Evaluasi penggunaan antibiotik pada pasien rawat inap di bangsal Penyakit Dalam RSUD. Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 65-75.
- Febriani, H., Mashitah, U., & Tambunan, E. P. S. (2021). Penapisan Bakteri Penghasil Antimikroba dari Pasir Pantai Sialang Buah Kecamatan Teluk Mengkudu Kabupaten Serdang Bedagai. *Journal of Marine Research*, 10(4), 560-564.
- Fissy, S.O.N. (2013), Uji Efektivitas Sediaan Gel Anti Jerawat Ekstrak Etanol Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale Rosc.var. rubrum*) Terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. Skripsi. Universitas Tanjungpura.
- Hafidz, M. (2018). Pengaruh Suhu Ekstraksi Rimpang Jahe Terhadap Hasil Kadar Gingerol Dan Shogaol Menggunakan Ekstraktor Berpengaduk (The Effect of Temperature of Ginger Rhizome Extraction on The Results of Gingerol and Shogaol Content by Using Stirred Extractor) (Doctoral dissertation, undip).
- Handrianto, P. (2016). Uji Antibakteri Ekstrak Jahe Merah *Zingiber officinale var. Rubrum* Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *J. Res. Technol*, 2, hal. 1-4.
- Haninah, Lestari, P. E. dan Wahyukundari, M. A. (2014). Daya Antibakteri Ekstrak Daun Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* [L.] Presl.) terhadap *Streptococcus viridans*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa. Fakultas Kedokteran Gigi. Universitas Jember.1-6.
- Husain, H. (2008). Profil Mutasi Gen Par E Isolat *Salmonella typhi* DI MAKASSAR Yang Resisten Terhadap Ciprofloksasin Berdasarkan Teknik Polymerase Chain Reaction (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Ibrahim, A. H., Hasan, H., & Pakaya, M. S. (2021). Skrining Fitokimia dan Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Jahe Merah (*Zingiber officinale var rubrum*) Terhadap

- Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Escherichia coli*. Indonesian Journal of Pharmaceutical Education, 1(2), 107-118.
- Kamazeri T.S.A.T., Samar O.A., Taher M., Susanti D., Qarraleh H. (2012). Antimicrobial activity and essentials oil *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga* and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. Asian Pacific of Tropical Medicine. 202-209.
- Maisak, H., Jantrakajorn, S., Lukkana, M. & Wongtavatchai, J. (2013). Antibacterial Activity Of Tannin From Sweet Chestnut Wood Against Aeromonas And *Streptococcal pathogens* Of Tilapia (*Oreochromis Niloticus*). Thai Journal of Veterinary Medicine.43(1):105-111.
- Manimozhi DM, Sankaranarayanan S, Sampathkumar G. (2012). Evaluating The Antibacterial Activity Of Flavonoids Extracted From Ficus Benghalensis. International Journal of Pharmaceutical and Biological Research (IJPBR). 3 (1).
- Mujipradhana, V. N. (2018). Aktivitas antimikroba dari ekstrak Ascidian herdmania momus pada mikroba patogen manusia. *Pharmacon*, 7(3).
- Noerfasya, D. M. (2018). *Uji Salep Ekstrak Jahe Merah (Zingiber officinale var. rubrum) Terhadap Potensi Bakteri Staphylococcus aureus* (Doctoral dissertation, FKIP UNPAS).
- Nugraha, E. S., Setiawan, D., & Dewananda, D. A. (2019). Jahe Merah Penyembuh Luka Diabetes Terinfeksi *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*. *Prosiding Program Kreativitas Mahasiswa*, 74-74.
- O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. London, UK. Wellcome trust and HM Government
- Pati, H., Karamina, H., & Hamzah, A. (2022). Penggunaan Mol Sabut Kelapa dan Pupuk Urea Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) (Doctoral dissertation, Fakultas Pertanian Universitas Tribhuwana Tunggaladewi).
- Permenkes. (2015). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2015 Tentang Program Pengendalian Resistensi Antimikroba di Rumah Sakit.
- Pramiastuti, O. (2020). Antibacterial activity of combined extracts of red ginger (*Zingiber officinale var. Rubrum*) and betel leaf (*Piper betle L.*) against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Medical Laboratory Analysis and Sciences Journal*, 2(1), 1-8.
- Pratiwi, R. H. (2017). Mekanisme pertahanan bakteri patogen terhadap antibiotik. *Jurnal pro-life*, 4(3), 418-429.
- Purba, A. M. V., Khairani, M., Purba, D. H., Yesti, Y., Manalu, A. I., Puspita, R., ... & Erdiandini, I. (2021). *Mikrobiologi dan Parasitologi*. Yayasan Kita Menulis.
- Rizkita, A.D. (2017). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sereh Wangi, Sirih Hijau, dan Jahe Merah Terhadap Pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Univ. Negeri Semarang.
- Sagita, D., Ichwani, M.N. dan Linuria L. (2017). Skrining aktifitas antibakteri dari ekstrak Sisik Naga (*Pyrosia piloselloides* (L) M.G.Price). *RisetInformasi Kesehatan*. 6 (2): 115-116
- Sari, I.D., S. Siahaan, & R. Rukmini. (2019). Analisis Implementasi Kebijakan Program Pengendalian Resistensi Antimikroba (PPRA). *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*. 22(2): p. 106-116.
- Siregar, P. N. B., Pedha, K. I. T., Resmianto, K. F. W., Chandra, N., Maharani, V. N., & Riswanto, F. D. O. (2022). Kandungan Kimia Jahe Merah (*Zingiber officinale*

- var. Rubrum) dan Pembuktian In Silico sebagai Inhibitor SARS-CoV-2. *Jurnal Pharmascience*, 9(2), 185-200.
- Sutandhio, S., L. Alimsardjono, & E.B. Wasito. (2018). Antimikroba: Magic bullet versus superbugs. *Jurnal Widya Medika Surabaya*. 4.
- Tandanu, E. (2020). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale var rubrum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro. *PRIMER (Prima Medical Journal)*, 5(1).
- Tilong, A.D. (2013). Kitab Herbal Khusus Terapi Stroke. Cetakan 2. Jogjakarta: DMedika. h184-185.
- Utami, E. R. (2011). Antibiotika, resistensi, dan rasionalitas terapi. *Sainstis*.
- Waluyo, L. (2004). Mikrobiologi Umum, Malang, UMM press
- World Health Organization. (2015). Global action plan on antimicrobial resistance. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/193736>. Diakses pada 10 Desember 2022.
- World Health Organization. (2020). Antimicrobial resistance. <https://www.who.int/health-topics/antimicrobial-resistance>. Diakses pada 10 Desember 2022.
- Widiawati, A., Husni, A., Wanniatie, V., & Septinova, D. (2022). Status Mikrobiologis Yoghurt Susu Kambing Dengan Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale var. Rubrum*). *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 6(3), 293-299.
- Widiastuti, D. & Pramestuti, N. (2018). Uji Antimikroba Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Sel Jurnal Penelitian Kesehatan*. 5, 2 (Nov. 2018), 43-49.
- Wicaksono, A. P. (2015). Pengaruh pemberian ekstrak jahe merah (*zingiber officinale*) terhadap kadar glukosa darah puasa dan postprandial pada tikus diabetes. *Jurnal Majority*, 4(7), 97-102.
- Wikananda, I. D. A. R. N., Hendrayana, M. A., & Pinatih, K.J. P. (2019). Efek Antibakteri Ekstrak Ethanol Kulit Batang Tanaman Cempaka Kuning (*M. champaca L.*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Medika*, 8(5), 2597-8012.
- Wirjatmadja, R., Kurniasari, P. N. I., Wibisono, F. J., & Kurnianto, A. (2022). Efektivitas antibakteri ekstrak daun sisik naga (*Drymoglossum piloselloides*) terhadap bakteri MRSA (*methicilin resistant Staphylococcus aureus*) dan *Eschericia coli*. *VITEK: Bidang Kedokteran Hewan*, 12(2), 26-35.
- Yenny, Y., & Herwana, E. (2007). Resistensi dari bakteri enterik: aspek global terhadap antimikroba. *Universa medicina*, 26(1), 46-56.
- Yohanes, Khotimah, S. & Ilmiawan, M. I. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Infusa Daun Paku Sisik Naga (*Drymoglossum Piloselloides L.*) Terhadap *Streptococcus pyogenes*. Fakultas Kedokteran, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Tanjungpura. 1 -26.
- Yuliati, M. (2012). *Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Daun Salam (Syzygium polyanthum (Wight) Walp.) Terhadap Beberapa Mikroba Patogen Secara KLT-Bioautografi* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Zulfanita, Z., Widiyantono, D., Setiawan, B., Taufik, M., Nurhadi, R., Nusantoro, A., & Santoso, A. B. (2022). Pemberdayaan Kelompok Tani Lahan Kering Melalui Budi Daya Jahe Merah. *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), 929-935.