

POTENSI SENYAWA MINYAK SEREH WANGI (*CITRONELLA OIL*) DARI TUMBUHAN *Cymbopogon nardus* L. SEBAGAI AGEN ANTIBAKTERI

Welmince Bota¹, Martanto Martosupono¹, dan Ferdy S. Rondonuwu^{1,2*}

¹Program Pascasarjana Magister Biologi – Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga

²Program Studi Fisika -Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

*ferdy@staff.uksw.edu

ABSTRAK

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang secara alami terdapat pada tubuh manusia sehat dan normal, namun pada kondisi tertentu bakteri akan menjadi patogenik. Potensi patogenik bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: lemahnya imunitas tubuh inang (manusia), ukuran patogenitas bakteri (virulensi), dan jumlah bakteri yang mencapai quorum. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogenik pada manusia merupakan salah satu masalah yang sering ditemui di kehidupan masyarakat. Pola hidup yang tidak teratur, kebersihan makanan dan minuman serta sanitasi lingkungan sangat mendukung untuk seseorang terinfeksi bakteri patogenik. Penggunaan antibiotika adalah salah satu cara yang dilakukan oleh manusia untuk mengobati penyakit akibat infeksi bakteri. Penggunaan antibiotika yang berlebihan dan pemberian dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan terjadinya resistensi pada bakteri. Senyawa alam yang diperoleh dari tanaman yang berpotensi sebagai zat aktif digunakan untuk menggantikan antibiotika sintesis. Sereh wangi penghasil minyak atsiri *Citronella Oil* menjadi salah satu komoditas senyawa aktif yang dapat dijadikan sebagai sumber senyawa aktif dari alam yang berpotensi sebagai antibakteri. Sitronellal, geraniol, dan sitronellol adalah kandungan utama pada minyak sereh wangi yang dapat digunakan sebagai antibakteri.

Kata Kunci: Minyak Sereh Wangi, Antibakteri

ABSTRACT

Bacteria is a microorganism which naturally exist inside normal and healthy human body, but in a special condition the bacteria will be pathogenic. Pathogenic potency of bacteria influenced by some factors, those are: weak imunity of human body, size of bacteria pathogeny (virulence), and the number of bacteria quorum. The disease caused by pathogenic bacteria in human body is a common problem found in people life. Erratical lifestyle, cleanness of food and drinks and surroundings sanitation supported somebody to be infected by pathogenic bacteria. The usage of antibiotic is a way people choosed to cure the disease caused by bacteria infection. Overdose of antibiotic consumption as well as long term usage will cause resistance of the bacteria. Natural compound which derived from the plants with potential active substance utilized to replace synthetic antibiotics. Lemongrass producing Citronella Oil become one of active compound commodity which can be used as natural source of active compound of potential antibacteria. Sitronellal, geraniol, and sitronellol are major composition of citronella oil which can be used as antibacteria.

Keyword: *Citronella Oil, Antibacteria*

PENDAHULUAN

Pada saat ini kontaminasi mikroba adalah salah satu masalah yang dihadapi dalam kehidupan manusia yang berkaitan dengan penyebab penyakit infeksi. Kontaminasi dapat terjadi melalui makanan, air, udara, tanah dan lingkungan sekitar. Brook

et al. (2001), melaporkan bahwa dari beberapa jenis mikroba kontaminan, diketahui bahwa bakteri merupakan salah satu jenis mikroba yang tidak kalah penting dalam menyebabkan penyakit infeksi bagi manusia dalam kondisi tertentu. Karena salah satu sifatnya sebagai penyebab penyakit infeksi, maka beberapa

jenis bakteri digolongkan dalam jenis bakteri patogen. Misalnya bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, dan bakteri penyebab infeksi penyakit lainnya. Jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri-bakteri patogen tersebut sangat beragam, sesuai dengan organ yang diserang atau diinfeksi.

Penggunaan antibiotika adalah salah satu cara yang dilakukan oleh manusia untuk mengobati penyakit akibat infeksi bakteri. Akan tetapi perlu diketahui bahwa penggunaan antibiotika yang berlebihan dan pemberian antibiotika dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan terjadinya resistensi pada bakteri (Maryuni, 2008). Hal tersebut dapat menyebabkan bahan antibiotika sintesis menjadi tidak efektif lagi dan bahkan terkadang memberikan efek samping dalam penggunaannya (Nwinyi *et al.*, 2009). Sebagai contoh bakteri *S. epidermidis* umumnya telah resisten terhadap antibiotik penisilin dan metisilin (Bartlett, 2007). Selain itu, *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) yang merupakan salah satu biakan dari *Staphylococcus aureus* yang telah resisten terhadap antibiotika metisilin. Wise (2003) melaporkan bahwa bakteri MRSA telah menyebar hampir di seluruh dunia. Biaya pengobatan untuk infeksi bakteri MRSA diperkirakan 6-10% lebih tinggi dibandingkan dengan biaya pengobatan untuk bakteri *Staphylococcus*.

Oleh karena itu, salah satu pilihan alternatif pengganti antibiotika dengan menggunakan obat tradisional yang berasal dari tanaman sebagai obat alternatif terhadap infeksi bakteri. Menurut Viswanad *et al.* (2011) penggunaan tanaman dalam terapi berbagai penyakit memiliki berbagai keuntungan diantaranya mengenai keamanan dan keefektifannya. Sudewo (2005) membuktikan bahwa efek samping dari penggunaan obat herbal yang relatif lebih kecil dibanding penggunaan obat-obat kimia.

Berbagai hasil penelitian yang mengkaji tentang penggunaan tanaman sebagai bahan obat telah banyak dilaporkan termasuk diantaranya sebagai antibakteri. Antibakteri merupakan substansi yang dihasilkan oleh suatu organisme, yang mempunyai kemampuan untuk menghambat

pertumbuhan ataupun membunuh mikroorganisme lain. Aiyegoro dan Okoh (2009), melaporkan adanya kandungan antimikroba dalam berbagai minyak atsiri atau ekstrak tumbuhan. Minyak atsiri berperan sebagai antibakteri dengan cara mengganggu proses terbentuknya membran atau dinding sel sehingga tidak terbentuk atau terbentuk tidak sempurna. Minyak atsiri yang aktif sebagai antibakteri pada umumnya mengandung gugus fungsi hidroksil (-OH) dan karbonil (Partawa, 2008).

Dari berbagai tanaman obat yang ada, sereh wangi (*Cymbopogon nardus* L.) merupakan salah satu tanaman yang memiliki banyak manfaat. Hasil penyulingan daun dan batang sereh wangi diperoleh minyak atsiri yang dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama *Citronella Oil*. Menurut Burdock (2002) komponen senyawa utama minyak sereh wangi ini terdiri dari sitronelal, sitronellol, dan geraniol. Luangnarumitchai *et al.* (2007) memaparkan bahwa kandungan sitronelal, geraniol, dan sitronellol dalam minyak sereh wangi juga mampu menghambat aktivitas bakteri. Putriningtyas (2014) dalam studinya melaporkan bahwa minyak atsiri daun sereh wangi asal *Tawangmangu* mampu menghasilkan zona hambat terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Hasil menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri minyak atsiri daun sereh wangi lebih besar terhadap bakteri *S. aureus*. Penelitian lain yang dilakukan oleh Brugnera *et al.* (2011), minyak atsiri daun sereh wangi asal Brazil yang memiliki komponen kimia sitronellal (34,6%), geraniol (23,17%), dan sitronellol (12,09%) juga mampu menghambat aktivitas bakteri *S. aureus* serta mampu menghambat aktivitas bakteri Gram negatif yaitu *E. coli* dan *P. aeruginosa*.

Dari beberapa uraian di atas maka review ini akan membahas secara khusus senyawa alami yang berasal dari tumbuhan sereh wangi jenis *C. nardus* L. Terutama senyawa sitronellal, sitronellol dan geraniol dalam mengatasi masalah kontaminasi bakteri.

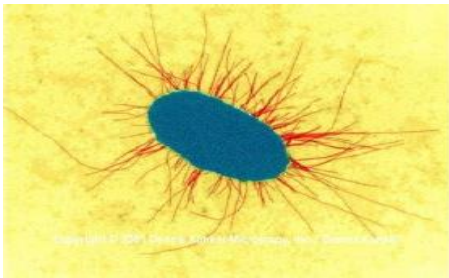
PEMBAHASAN

Bakteri merupakan sel prokariotik yang khas, uniseluler dan tidak mengandung membran inti. Terdapat beberapa bentuk dasar bakteri, seperti batang, spiral, dan bola

yang umumnya berdiameter sekitar 0,5 – 1,0 μm dan panjangnya 1,5 – 2,5 μm . Berdasarkan struktur dinding selnya, bakteri dibedakan menjadi bakteri gram positif dan gram negatif. Aktivitas antibakteri senyawa minyak sereh wangi dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan beberapa bakteri, seperti: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Pseudomonas aeruginosa*

Escherichia coli

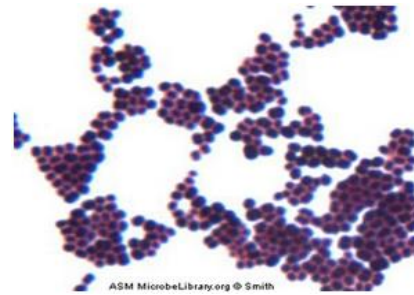
E. Coli merupakan bakteri Gram negatif yang banyak ditemukan di dalam usus halus manusia sebagai flora normal, tetapi bila kesehatan menurun, bakteri ini dapat bersifat patogen terutama akibat toksin yang dihasilkan (Jawetz *et al*, 2005). Menurut Kaper *et al* (2004), bakteri *E. Coli* dapat menyebabkan penyakit seperti diare, infeksi saluran kemih, serta meningitis pada bayi yang baru lahir.



Gambar 1. E. Coli (Smith-Kearv.1988)

Staphylococcus aureus

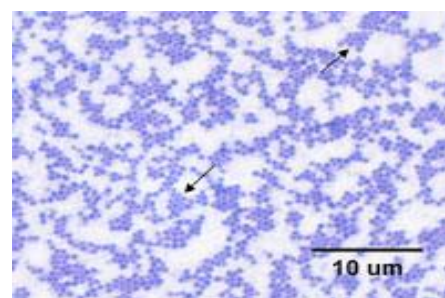
Bakteri *S. aureus* merupakan bakteri flora normal pada kulit dan selaput lendir pada manusia. *Staphylococcus* dapat menjadi penyebab infeksi baik pada manusia maupun pada hewan. Menurut Anwar (1994) bakteri *S. aureus* dapat mengakibatkan infeksi kerusakan pada kulit atau luka pada organ tubuh jika bakteri ini mengalahkan mekanisme pertahanan tubuh. Saat bakteri masuk ke peredaran darah bakteri dapat menyebar ke organ lain dan menyebabkan infeksi. Hampir setiap orang akan mengalami beberapa tipe infeksi dari *S. aureus*, infeksi tersebut bervariasi mulai dari keracunan, infeksi kulit ringan seperti jerawat dan bisul, sampai infeksi berat seperti meningitis, osteomyelitis, pneumonia dan mastitis.



Gambar 2. Bakteri *S. aureus* (Anwar, 1994)

Staphylococcus epidermidis

Staphylococcus epidermidis adalah salah satu bakteri dari genus *Staphylococcus* yang diketahui dapat menyebabkan infeksi oportunistik (menyerang individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah). Beberapa karakteristik bakteri ini adalah fakultatif, koagulase negatif, katalase positif, gram positif, berbentuk kokus, dan berdiameter 0,5 – 1,5 μm . Bakteri ini secara alami hidup pada kulit dan membran mukosa manusia. Infeksi *S. epidermidis* dapat terjadi karena bakteri ini membentuk *biofilm* pada alat-alat medis di rumah sakit dan menulari orang-orang di lingkungan rumah sakit tersebut (infeksi nosokomial). Secara klinis, bakteri ini menyerang orang-orang yang rentan atau imunitas rendah, seperti penderita AIDS, pasien kritis, pengguna obat terlarang (narkotik), bayi yang baru lahir, dan pasien rumah sakit yang dirawat dalam waktu lama.

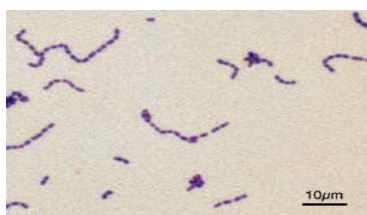


Gambar 3. Bakteri *S. epidermidis* (Evans, 1916)

Streptococcus mutans

Streptococcus mutans merupakan bakteri gram positif berbentuk bulat yang khas membentuk pasangan atau rantai selama masa pertumbuhannya. *Strepto-coccus* merupakan salah satu golongan bakteri yang heterogen.

Beberapa diantaranya merupakan anggota flora normal pada manusia. *Streptococcus mutans* sebagai bakteri penyebab utama terjadinya karies gigi, yang sebelumnya diketahui sebagai bagian dari flora normal dalam rongga mulut yang berperan dalam proses fermentasi karbo-hidrat sehingga menghasilkan asam yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya demineralisasi gigi. Bakteri ini merupakan bakteri patogen pada mulut yang merupakan agen penyebab utamanya plak, gingivitis, denture stomatitis dan karies.



Gambar 4. Morfologi *Streptococcus mutans* (Manton.2010)

Pseudomonas aeruginosa

Menurut Driscoll *et al* (2007), *Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri gram negatif yang tergolong dalam jenis bakteri patogen oportunistik, yaitu memanfaatkan kerusakan pada mekanisme pertahanan inang untuk memulai suatu infeksi. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, infeksi saluran pernafasan, dermatitis, infeksi saluran lunak, bakterimia, infeksi tulang dan sendi, infeksi saluran pencernaan, dan bermacam – macam infeksi sistemik, terutama pada penderita luka bakar berat, kanker dan penderita AIDS yang mengalami penurunan sistem imun.



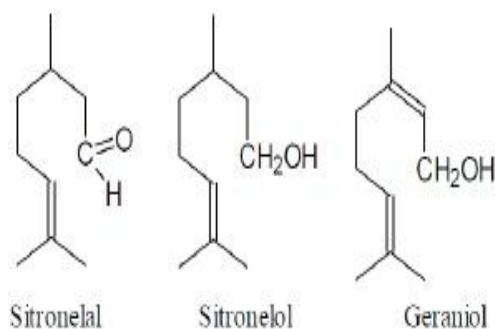
Gambar 5. Morfologi *Pseudomonas aeruginosa* (Driscoll *et al.*, 2007)

Antibakteri

Minyak sereh wangi diketahui memiliki potensi senyawa untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang berdampak pada

penyakit-penyakit infeksi bakteri. Menurut Burdock (2002) senyawa utama minyak sereh wangi adalah sitronellal, geraniol dan sitronellol. Dalam fraksi minyak atsiri dari tanaman *C. winterianus/nardus* terdapat senyawa sitronelal, sitronellol, limonene, linalool (Lorenzo *et al.*, 2000). Hasil identifikasi dari Delespaul *et al.* (2000) dilaporkan bahwa dalam tanaman *Cymbopogon nardus* terdapat senyawa sitronellal, geraniol, sitronellol, sedangkan minyak atsiri dari *C. nardus* asal India mengandung sitronellal, geraniol, α -terpineol, cis-sabinene hidrat, nerolidol, β -caryophyllene, dan germacren-4-ol (Mahalwal & Ali, 2002).

Sitronellal dengan rumus kimia $C_{10}H_{16}O$ yang memiliki nama kimia 3,7-dimetyl-6-octenal merupakan cairan yang tak berwarna yang memiliki bau seperti minyak tawon dari golongan senyawa monoterpen. Sitronellal bersifat optik karena mempunyai pusat khiral pada atom C_3 (Hardjono, 1994). Geraniol ($C_{10}H_{18}O$) yang memiliki nama kimia 3,7-Dimethylocta-2,6-die-1-ol merupakan persenyawaan yang terdiri dari 2 molekul isoprene dan 1 molekul air. Geraniol dapat dioksidasi menjadi sitral. Sitronellol, 3,7-dimethyloct-6-en-1-ol, atau sering disebut juga dihydrogeraniol adalah suatu monoterpenoid alami dengan formula $C_{10}H_{20}O$ yang diperoleh dari minyak sereh wangi. Struktur dari senyawa sitronellal, geraniol dan sitronellol dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur Sitronelal, Sitronelol, dan Geraniol (Kadarohman 2009)

1
aroma yang khas pada minyak sereh wangi dan juga sebagai penentu kualitas minyak sereh wangi yang dihasilkan. Senyawa-senyawa ini memiliki peran yang sangat penting di bidang industri bahan baku farmasi,

industri pangan, bahan baku parfum dan kosmetik. Senyawa dalam minyak sereh wangi ini tidak hanya memberikan aromatik (bau menyenangkan), tetapi juga merupakan senyawa dengan sifat terapi, dan memberikan perlindungan dari proses oksidasi dan pembusukan oleh mikroorganisme (Bakkali et al., 2008; BURT, 2004; Singh et al., 2007). Sebagai obat tradisional ekstrak sereh wangi sering diminum untuk mengobati radang tenggorokan, radang usus, radang lambung, diare, obat kumur, sakit perut (Wijayakusumah 2001), batuk, pilek dan sakit kepala (Leung dan Foster 1996), juga digunakan sebagai obat gosok, untuk mengobati eksema dan rematik (Oyen 1999).

Sitronellal, geraniol, dan sitronellol yang merupakan senyawa utama dalam minyak sereh wangi dibentuk oleh unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dengan formula unsur C_{10} , $H_{16,18,20}$ dan O merupakan senyawa terpenoid golongan monoterpen (C_{10}). Menurut Harborne (1987), sebagian besar antibakteri asal tumbuhan diketahui merupakan metabolit sekunder yang teridentifikasi sebagai golongan fenolik dan terpenoid dalam fraksi minyak atsiri.

Mekanisme antibakteri senyawa fenolik dan terpenoid adalah merusak struktur dinding sel, mengganggu kerja transport aktif dan kekuatan proton di dalam membran sitoplasma bakteri. Selanjutnya disampaikan oleh Ruiz et al., (2012) dan Adisoemarto (1998) bahwa senyawa tersebut akan mendenaturasi dan menginaktifkan protein seperti enzim. Oleh karena itu, dinding sel bakteri akan mengalami kerusakan karena terjadinya penurunan permeabilitas yang memungkinkan terganggunya transport ion-ion organik penting yang akan masuk ke sel bakteri, sehingga dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel bakteri.

Fungsi minyak sereh wangi sebagai agen antibakteri ditentukan oleh komponen senyawanya, seperti yang dijelaskan oleh Miftakhurohmah et al., (2008) bahwa komponen utama minyak serai wangi adalah sitronellal dan geraniol memiliki sifat antibakteri. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji senyawa minyak sereh wangi dalam mengatasi dan menghambat pertumbuhan bakteri yang

berdampak pada timbulnya penyakit-penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri.

Hasil studi dari Simic et al. (2004) membuktikan bahwa senyawa sitronellal, trans-geraniol dan sitronellol yang dominan pada minyak sereh wangi memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri. Minyak atsiri dari *C. winterianus* / *C. nardus* menunjukkan aktivitas terhadap *B. cereus*, *M. luteus* dan *S. aureus* tetapi tidak aktif terhadap bakteri gram-negatif seperti bakteri *E. coli*, *P. mirabilis*, dan *P. tolasii* pada konsentrasi diuji. Secara umum, Gram-positif bakteri lebih sensitif dibandingkan adalah Gram-negatif. Lertsatitthanakorn (2010) melaporkan bahwa hasil KG-SM menunjukkan bahwa konstituen utama minyak sereh wangi tersebut adalah sitronellal, geraniol dan sitronellol, senyawa monoterpen tersebut memiliki aktivitas antibakteri yang kuat. Pada semua konsentrasi di atas minimum minyak ini mampu membunuh *Propioni-bacterium acnes*. Sasaran utama dari minyak sereh wangi dalam membunuh bakteri ini adalah menghancurkan dinding sel bakteri dan merusak bahan intraseluler bakteri sehingga dapat mengakibatkan kematian pada bakteri.

Poeloengan (2009) memaparkan bahwa minyak atsiri sereh wangi dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus agalactiae*, dan *Escherichia coli* yang diisolasi dari sapi yang menderita mastitis subklinis. Penelitian lain juga dilakukan oleh Suprianto (2008), membuktikan bahwa ekstrak etanol dan ekstrak air batang dan daun sereh wangi memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans*. Aktivitas ekstrak etanol batang dan daun sereh wangi lebih besar dari ekstrak air dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. mutans*. Selain senyawa sitronellal, geraniol dan sitronellol, senyawa sitral merupakan kelompok senyawa terpen yang terdiri dari campuran isomer bioaktif nerol dan geraniol yang merupakan salah satu komponen penyusun dalam minyak atsiri sereh. Friedman et al. (2002) melaporkan bahwa senyawa tersebut memiliki sifat bakterisidal terhadap beberapa spesies bakteri.

Simic et al. (2008) membuktikan bahwa minyak sereh wangi juga memiliki

aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri seperti yang dicantumkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas antibakteri *citronella oil* dari tanaman *Cymbopogon winteriaunus/nardus* L. (Simic *et al.*, 2008).

No	Nama Bakteri	Minyak Atsiri (Citronella oil)	
		<i>Cymbopogon winteriaunus/nardus</i> L.	
		MIC (µL/mL)	MBC (µL/mL)
1	<i>B.cereus</i>	2.0	4.0
2	<i>E. coli</i>	6.0	-
3	<i>M. luteus</i>	2.0	4.0
4	<i>P. mirabilis</i>	6.0	-
5	<i>P. tolaasii</i>	-	-
6	<i>S. enteritidis</i>	4.0	6.0
7	<i>S. aureus</i>	2.0	4.0

Hasil uji antibakteri yang dilakukan oleh Simic *et al.* (2008) ditunjukkan pada Tabel 1, dilaporkan bahwa minyak atsiri dari tanaman *C. winterianus/nardus* memiliki aktivitas antibakteri dalam kisaran 0,5-6 mL / mL. Minyak atsiri dari *C. winterianus/nardus* menunjukkan aktivitas terhadap *B. cereus*, *M. luteus* dan *S. aureus*, tetapi tidak aktif terhadap bakteri Gram-negatif seperti: bakteri *E. coli*, *P. mirabilis*, dan *P. tolasii* pada konsentrasi yang diuji. Secara umum, Gram-positif bakteri lebih sensitif dibanding bakteri Gram-negatif.

Janssen *et al.* (1988) menemukan sitronellol mungkin dapat digunakan sebagai antimikroba jika berinteraksi dengan sitronelal. Griffin *et al.* (1999) menunjukkan sitronellol tidak aktif terhadap *E. coli*, sedangkan geraniol, nerol, dan linalol aktif. Tidak adanya ikatan ganda pada struktur sitronellol inilah yang mendukung sehingga sitronellol tidak dapat menghambat *E. coli*. Ketika dilakukan perbandingan dengan alkohol aldehida, maka sitronellol menunjukkan aktivitas yang lebih besar terhadap *S. aureus* daripada sitronellal. Efisien dan tidaknya aktivitas minyak atsiri *C. nardus* sebagai agen

antibakteri ditandai oleh asosiasi sitronelol dan sitronelal (Delespaul *et al.*, 2000).

OVERVIEW

bakteri patogen adalah mikro-organisme yang dapat menyebabkan penyakit multifaktorial yang berasosiasi dengan faktor lingkungan dan sistem imun. Infeksi bakteri dapat berakibat buruk bagi penderitanya karena akan menyebabkan berbagai macam penyakit. Perlu menjaga kesehatan dan kondisi lingkungan serta pola hidup bersih dan sehat agar terhindar dari kontaminasi bakteri patogenik yang dapat berdampak pada penyakit infeksi bakteri. Pengembangan teknologi dalam pemanfaatan sumber daya alam, khususnya untuk minyak atsiri perlu diperhatikan sehingga dapat meningkatkan daya saing terhadap negara lain. Salah satu contoh minyak atsiri yang memiliki potensi cukup besar yaitu minyak sereh wangi yang dihasilkan dari tumbuhan *C. nardus*.

Minyak ini diketahui memiliki komponen senyawa yang berperan penting dalam berbagai jenis industri sehingga memiliki nilai jual yang tinggi. Apabila kadarnya senyawa utama dalam minyak sereh wangi ditingkatkan maka minyak ini akan bernilai jual tinggi. Menurut beberapa penelitian, selain digunakan sebagai pembangkit citarasa pada makanan dan sebagai pemberi aroma pada beberapa industri, tetapi komponen senyawa minyak sereh wangi seperti sitronellal, geraniol, dan sitronellol dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri, antifungi, antikanker, di bidang farmasi dan obat – obatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kementerian pendidikan dan kebudayaan yang telah memberikan beasiswa melalui program Beasiswa Unggulan kepada penulis di Program Pascasarjana Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.

DAFTAR PUSTAKA

Aiyegoro, A.O., Afolayan, A. J., & Okoh, A.I. 2009. *In Vitro Antibacterial Activities of Crude Extracts of The Leaves of Helichrysum longifolium In Combination with Selected*

- Antibiotics*. African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 3 (6), 293-300.
- Bakkali, F., Averbeck, S. & Idaomar, M. 2008. *Biological effects of essential oils – A review*. Food and Chemical Toxicology 46: 446–475.
- Bartlett, J.G. (2007). *Staphylococcus epidermidis* [Online]. Tersedia: http://prod.hopkins-abxguide.org/pathogens/bacteria/aerobic_grampositive_cocci/staphylococcus_epidermidis.html?contentInstanceId=255870 (15 Juli 2008)
- Brook, I. 2001. *Recovery of Anaerobic Bacteria From Four Children With Postthoracotomy Sternal Wound Infection*. Pediatrics.
- Brugnera, D.F. 2011. *Ricotta: Microbiological quality and use of spices in the control of Staphylococcus aureus*. 106 p. Dissertation (Master's in Food Science) - University of Lavras, Lavras, Brazil
- Burdock, G. 2002. *Fanarali's Handbook of Flavor Ingredients*. Boca Raton, FL, CRC Press.
- Delespaul, Q., Billerbeck, V.G., Roques, C.G., Michel, G., Marquier-Viñuales, C., Bessière, J.M. 2000. *The antifungal activity of essential oils as determined by different screening methods*. J Essent Oil Res 12: 256–266.
- Driscoll J.A., Brody, S.L., & Kollef, M.H. 2007. *The epidemiology, pathogenesis and treatment of Pseudomonas aeruginosa infections*. Drugs, 67: 351–368.
- Griffin, S.G., Wylle, S.G., Markham, J.L., Leach, D.N. 1999. *The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity*. Flavour Fragr J 14: 322–332.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia*. ITB. Bandung.
- Harjono, R.M. 1994. *Kamus Kedokteran Dorland*. Edisi 26. Jakarta: EGC, 420.
- Janssen, A.M., Tsai Sioe, W.H.T., Sheffer, J.J.C., Baerheim-Svensen A. 1988. *Citronellal and citronellol, a case of antimicrobial antagonism? Flavour Fragr J 3: 137–140*.
- Jawetz E., Melnick, J. L., Adelberg, E.A., Brooks, G.F., Butel, J.S. & Ornston, L.N. 1995, *Mikrobiologi Kedokteran*, ed. 20, University of California, San Francisco.
- Kadarohman, A. 2009, *Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar*. Jurnal Pengajaran MIPA, Vol. 14 No. 2 hal 121-14.
- Kaper, J.B., Nataro J.P. & Mobley H.L. 2004. *Pathogenic Escherichia coli*. Nat. Rev. Microbiol. 2:123-140.
- Lertsatitthanakorn, P., Taweechaisupapong, S. & Arunyanart C. 2010. *Effect of Citronella Oil on Time Kill Profile, Leakage and Morphological Changes of Propionibacterium acnes*. Mahasarakham University. Thailand.
- Leung, A.Y. 1980. *Encyclopedia of Common Natural Ingredients*. John Wiley dan Sons. New York.
- Lorenzo, D., Dellacassa, E., Atti-Serafini, L., Santos, A.C., Frizzo, C., Paroul, N., Moyna, P., Mondello, L., Dugo, G. 2000. *Composition and stereoanalysis of Cymbopogon winterianus Jowitt oil from Southern Brazil*. Flavour Fragr J 15: 177–181.
- Luangnarumitchai, S., Lamlertthon, S., & Tiyaboonchai, W. 2007. *Antimicrobial activity of essential oils against five strains of Propionibacterium acnes*. Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences. 34: 60-64.
- Manton, J.W. 2010. *Streptococcus mutans and You; Home Sweet Home in Your Mouth*. Dikutip dari: http://www.freewebs.com/naguiar/Microbiology_Fall_2010. [Sabtu, tgl 23-Juni-2012].
- Maryuni, A. 2008. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Antibakteri Minyak Atsiri Daun Zodia (Evodia sp.)*. IPB. Bogor.
- Miftakhurohmah. 2008. *Potensi Serai Wangi Sebagai Pestisida Nabati*. Dalam Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Vol. 14 Nomor 3.

- Desember 2008. Jakarta. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 33 hal.
- Mahalwal, V.S., Ali, M. 2002. *Volatile constituents of Cymbopogon nardus (Linn.) Rendle. Flavour Fragr J* 18: 73–76.
- Nwinyi, Obinna C., Chinedu, Nwodo S., Ajani, Olayinka, Chinwe I., Ogunniran & Kehinde, O. 2009. *Antibacterial effects of extracts of Ocimum gratissimum and Piper guineense on Escherichia coli and Staphylococcus aureus. African Journal of Food Science.* 3 (3) : 022-025.
- Oyen, L.P.A. and Nguyen Xuan Dung, 1999. *Plant Resources of South East Asia No. 19 (Essencial Oil Plants).* Prosea-Bogor-Indonesia. 227 p
- Poeloengan, M. 2009. *Pengaruh Minyak Atsiri Serai (Andropogon citratus DC.) Terhadap Bakteri Yang Diisolasi Dari Sapi Mastitis Subklinis.* Balai Besar Penelitian Veteriner. Bogor.
- Putriningtyas, D. 2014. *Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Sirih Merah (Piper crocatum ruiz & pav.) dan Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi (Cymbopogon nardus (L.) rendle) Asal Tawangmangu Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli.* Univ. Muhamadyah. Surakarta.
- Singh, P., Shukla, R., Prakash, B., Kumar, A., Singh, S., Mishra, P.K. & Dubey, N.K. 2010. *Chemical profile, antifungal, antiaflatoxic and antioxidant activity of Citrus maxima Burm. and Citrus sinensis (L.) Osbeck essential oils and their cyclic monoterpene, DL-limonene.* Food and Chemical Toxicology 48: 1734–1740.
- Simic, A., Sokovic, M.D. & Ristic, M. 2004. *The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities.* Phytother Res 2004;18:713-7.
- Simic, A., Rancic, A., Sokovic, M.D., Ristic, M., Grujic-Jovanovic, S., Vukojevic, J., & Marin, P.D. 2008. *Essential Oil Composition of Cymbopogon winterianus and Carum carvi and Their Antimicrobial Activities.* Pharmaceutical Biology. Vol. 46, No. 6, pp. 437–441
- Smith & Keary, P.F. 1988. *Genetic Elements in Eschericia Coli, Macmillan Molecular Biology Series.* London.
- Sudewo, B. 2005. *Basmi penyakit dengan sirih merah.* Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Suprianto. 2008. *Potensi Ekstrak Sereh Wangi (Cymbopogon nardus L.) Sebagai Anti Streptococcus mutans.* IPB. Bogor.
- Wijayakusuma, H.M.H. 2001. *Tumbuhan berkhasiat obat Indonesia: rempah, rimpang, dan umbi.* Jakarta: Milenia populer.