

DAYA ANTIBAKTERI BERBAGAI KONSENTRASI MINYAK ATSIRI  
RIMPANG TEMU HITAM (*Curcuma aeruginosa* roxb.) TERHADAP  
*Bacillus subtilis* DAN *Staphylococcus aureus* SECARA IN VITRO

Khodijah Baharun, Isworo Rukmi, Arina Tri Lunggani, Enny  
Fachriyah

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Tembalang,  
Semarang 50275 Telepon (024) 7474754; Fax. (024) 76480690

Abstract

The rhizome of *Curcuma aeruginosa* has essential oils compounds and has been used traditionally to help for nourish the skin, asthma, appetite enhancer, and as anthelmintik. *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus* are gram positive bacteria that can cause skin disorder such allergic and acne. The aim of this research was to know antibacterial capacity of essential oils from *C. aeruginosa* in various concentrations against *B. subtilis* and *S. aureus* using disc diffusion method. This research was conducted using RAL design (Completely Randomized Design) with concentration of essential oils as a treatment, i.e. 25, 50, 75, and 100% (pure extract without dilution). The result showed that essential oils of *C. aeruginosa* has antibacterial capacity for both bacteria with different effect depending on the concentrations tested. Essential oils of *C. aeruginosa* with 100% concentration showed the highest antibacterial capacity against *S. aureus*, whereas all concentrations of essential oils from *C. aeruginosa* showed weak antibacterial capacity against *B. subtilis*.

Keyword : *Curcuma aeruginosa* Roxb., distillation, essential oils, antibacterial, *S. aureus*, *B. subtilis*

Abstrak

Rimpang *Curcuma aeruginosa* mempunyai kandungan senyawa minyak atsiri dan telah banyak dimanfaatkan secara tradisional untuk membantu memelihara kulit, obat asma, penambah nafsu makan, dan sebagai anthelmintik. *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri gram positif yang dapat menyebabkan kesehatan kulit terganggu antara lain alergi dan jerawat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya antibakteri minyak atsiri rimpang *C. aeruginosa* pada berbagai konsentrasi terhadap *B. subtilis* dan *S. aureus* dengan menggunakan metode difusi cakram. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan konsentrasi minyak atsiri sebagai perlakuan, yaitu 25, 50, 75 dan 100% (ekstrak murni tanpa pengenceran). Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri temu hitam mempunyai daya antibakteri terhadap kedua bakteri uji dengan kekuatan yang berbeda-beda tergantung konsentrasi yang diujikan. Minyak atsiri *C. aeruginosa* konsentrasi 100% menunjukkan daya antibakteri yang kuat terhadap *S. aureus*, sedangkan terhadap *B. subtilis* semua perlakuan konsentrasi minyak atsiri rimpang *C. aeruginosa* menunjukkan daya antibakteri yang lemah.

Kata kunci : *Curcuma aeruginosa* Roxb., penyulingan, minyak atsiri, antibakteri, *S. aureus*, *B. subtilis*

## Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan sumber daya alam melimpah, baik sumber daya tumbuhan maupun hewan yang tersebar di berbagai daerah. Salah satunya adalah tanaman obat. Pengembangan produksi tanaman obat ini semakin pesat karena kesadaran masyarakat yang meningkat tentang manfaat tanaman obat. Masyarakat semakin sadar akan pentingnya *back to nature* dengan memanfaatkan obat-obat alami karena resiko efek samping penggunaannya jauh lebih aman dibandingkan obat-obat kimia. Keuntungan lain dari penggunaan tanaman obat adalah mudah diperoleh dan tanaman tersebut dapat ditanam di pekarangan sendiri serta murah.

Salah satu tanaman obat yang dapat dimanfaatkan sebagai obat alami adalah temu hitam (*Curcuma aeruginosa* Roxb.). Kartasapoetra (2004) mengatakan tanaman temu hitam (*C. aeruginosa* Roxb.) merupakan tanaman famili Zingiberaceae yang penting sebagai bahan obat. Temu hitam telah banyak dimanfaatkan secara empiris untuk membantu memelihara kesehatan kulit, sebagai obat asma, batuk, penambah nafsu makan, anthelmintik. Temu hitam mengandung minyak atsiri, kurkuminoid (kurkumin I, II, III), alkaloid, saponin, pati, damar, dan lemak (Balitro, 2006). Kandungan minyak atsiri rimpang temu hitam menurut Agusta (2011) antara lain 1,8-cineole, zedoarol, isocurcumenol, curcumenol, dan furanodienone, curzerenone.

*Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri dari kelompok bakteri gram positif yang sering menyebabkan penyakit pada manusia. *B. subtilis*

merupakan salah satu bakteri yang dapat menyebabkan alergi pada kulit yang terpapar bakteri ini (Cartwright, 2009). *S. aureus* adalah bakteri yang dapat mengakibatkan penyakit pada kulit seperti jerawat (Brooks dkk., 2001).

Rahayu dkk (1992) menyatakan temu-temuan mengandung minyak atsiri yang berfungsi sebagai antiseptik. Sifat toksik alami minyak atsiri berguna dalam pengobatan (Setyawan, 2003). Hasil penelitian Sundari dan Winarno (2001) menemukan ekstrak etanol temu hitam dapat menghambat pertumbuhan jamur *Epidermo floccosum*. Penelitian Philip et al., (2009) membuktikan bahwa ekstrak etil asetat dari rimpang temu hitam dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus*, dan *B. subtilis*.

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa ekstrak etanol dan etil asetat dari rimpang temu hitam memiliki efek antijamur dan antibakteri. Penelitian ini menggunakan minyak atsiri rimpang temu hitam (*C. aeruginosa*) untuk menghambat pertumbuhan dua jenis bakteri, yaitu *B. subtilis* dan *S. aureus* dengan konsentrasi yang berbeda.

## Bahan dan Metode

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang temu hitam (*C. aeruginosa* Roxb.) umur 10 bulan dari Bandung, Nutrient Broth (NB Pronadisa), Nutrient Agar (NA Oxoid), isolat *B. subtilis* (dari UGM Yogyakarta), isolat *S. aureus* (Laboratorium Jurusan Biologi FSM Undip), akuades, alkohol, tisu, kasa, spiritus, kapas, larutan tween 20,

kertas saring Whatman no. 42, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat, vaselin, dan alumunium voil.

#### Metode

a. Penyulingan minyak atsiri rimpang temu hitam (Yuliani dkk., 2011)

Minyak atsiri diekstraksi menggunakan metode penyulingan uap dan air (destilasi uap dan air). Rimpang dicuci hingga bersih, diiris tipis-tipis kira-kira 2-3 mm, kemudian dijemur di bawah sinar matahari dengan ditutup kain hitam hingga kering. Rimpang yang telah kering ditimbang terlebih dahulu sebanyak 1,5 kg, dan dimasukkan ke dalam alat destilasi yang telah diisi air sampai batas saringan, kemudian peralatan destilasi dipasang dan dipanaskan. Proses destilasi dilakukan selama 5 jam.

Minyak dari hasil destilasi yang terkumpul dimasukkan ke dalam botol vial sedangkan fraksi air yang diperoleh dibuang. Pemurnian minyak atsiri temu hitam dilakukan dengan menambahkan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat untuk memisahkan minyak atsiri yang masih bercampur dengan fraksi air. Minyak atsiri yang diperoleh disimpan dalam botol vial yang telah dilapisi alumunium voil dan disimpan pada suhu 4°C sebelum digunakan untuk uji aktivitas antibakteri.

b. Pembuatan seri konsentrasi larutan

Minyak atsiri hasil penyulingan merupakan minyak atsiri dengan konsentrasi 100%. Seri konsentrasi larutan minyak atsiri dibuat dengan rumus  $V_1.C_1 = V_2.C_2$ . Minyak atsiri dilarutkan dengan akuades steril untuk memperoleh variasi konsentrasi (v/v) yang diinginkan yaitu 25%, 50%, dan 75%, agar minyak atsiri larut sempurna dalam akuades maka

ditambahkan tween 20 sebanyak 5 µL (Nabigol and Morshedi, 2011).

c. Penyiapan bakteri *B. subtilis* dan *S. aureus*

Stok kultur bakteri *B. subtilis* dan *S. aureus* dibuat dengan menanam masing-masing satu ose bakteri ke NA miring diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam. Inokulum bakteri untuk uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menginokulasikan satu ose masing-masing biakan bakteri ke dalam erlenmeyer yang berisi NB steril 50 mL dan diagitasi dengan rotary shaker dengan kecepatan 120 rpm pada suhu ruang, kemudian kerapatan suspensi dihitung untuk mendapatkan kepadatan bakteri 10<sup>8</sup>CFU/mL (Lalitha, 2004).

d. Pengujian antibakteri

Suspensi bakteri *B. subtilis* dan *S. aureus* (10<sup>8</sup>CFU/mL) dimasukkan ke dalam cawan petri steril masing-masing sebanyak 1 mL, kemudian dituangi 20mL NA steril dan dibiarkan memadat. Masing-masing kertas saring Whatman no. 42 dengan diameter 6 mm yang telah diberi berbagai konsentrasi larutan minyak atsiri *C. aeruginosa* sebanyak 3 µL didiamkan selama ±5 menit agar minyak atsiri terserap ke dalam kertas saring, kemudian dengan pinset steril diletakkan di atas media NA yang telah berisi suspensi bakteri *B. subtilis* dan *S. aureus* (Poeloengan dan Praptiwi, 2010). Masing-masing cawan petri berisi lima cakram kertas dengan konsentrasi yang berbeda-beda (kontrol, 25%, 50%, 75% dan 100%). Setiap perlakuan konsentrasi diulang tiga kali (Cappuccino and Sherman, 1987). Larutan tween 20 (5µl) dalam akuades steril digunakan sebagai kontrol (Winarti, 2010). Semua cawan petri diinkubasi dalam inkubator suhu

ruang selama 24 jam. Diameter hambatan diukur dengan jangka sorong termasuk diameter kertas cakram yang digunakan (Lalitha, 2004).

#### e. Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan Metode Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 2x3 tunggal yaitu konsentrasi minyak atsiri (25%, 50%, 75%, dan 100% v/v) dan jenis bakteri dengan tiga kali ulangan, dan dilakukan untuk masing-masing bakteri uji. Parameter yang diamati adalah diameter daerah hambatan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam yaitu dengan uji F pada taraf kepercayaan 95% dan 99%.

#### Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan rimpang temu hitam umur 10 bulan yang diperoleh dari Bandungan. Pemilihan umur rimpang ditentukan berdasarkan pengalaman petani temu hitam bahwa rimpang temu hitam menghasilkan kadar minyak atsiri terbanyak pada umur 10 bulan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Heriana (2008) bahwa kadar minyak atsiri terbanyak dihasilkan saat rimpang belum bertunas, mengeluarkan batang dan daun. Pengeringan 10 kg rimpang temu hitam basah menghasilkan  $\pm 3$  kg

simplesia temu hitam, dan setelah didestilasi menghasilkan minyak atsiri berwarna kuning sebanyak  $\pm 7$  ml yang berbau khas, dengan indeks bias 1,5045 pada suhu 250C (Gambar 4.1). Indeks bias minyak atsiri yang diperoleh masih dalam kisaran indeks bias minyak atsiri yang ditentukan pada suhu 200C yaitu berkisar 1,4600-1,5100 (Guenther, 1987).

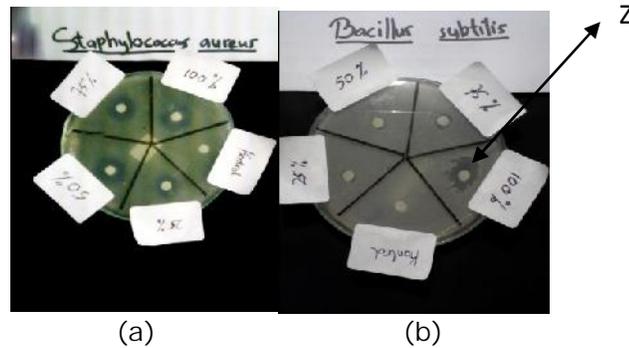
Rendemen minyak atsiri yang diperoleh dalam penelitian ini sebesar 0,23%, sedangkan Setyawan (2003) mendapatkan rendemen minyak atsiri temu hitam sebesar 0,5 - 1%. Perbedaan rendemen minyak atsiri yang diperoleh dari kedua penelitian ini diduga karena perbedaan tempat tumbuh, musim pemanenan dan tahapan proses yang dilakukan. Rimpang temu hitam pada penelitian ini diperoleh dari Bandungan, Kabupaten Semarang, sedangkan Setyawan (2003) menggunakan rimpang temu hitam yang diperoleh dari Surakarta. Panen rimpang temu hitam pada penelitian ini adalah musim hujan sedangkan Setyawan (2003) melakukan panen rimpang pada musim kemarau. Selain itu, cara distilasi yang digunakan oleh Setyawan (2003) adalah distilasi air dan rimpang dalam bentuk serbuk namun, penelitian ini menggunakan cara distilasi uap air dan rimpang yang digunakan dalam bentuk simplesia.



Gambar 4.1. Minyak atsiri hasil destilasi

Uji aktivitas antibakteri berbagai konsentrasi minyak atsiri rimpang temu hitam terhadap *S. aureus* ( $1,37 \times 10^8$  CFU/ml) dan *B. subtilis* ( $1,30 \times 10^8$

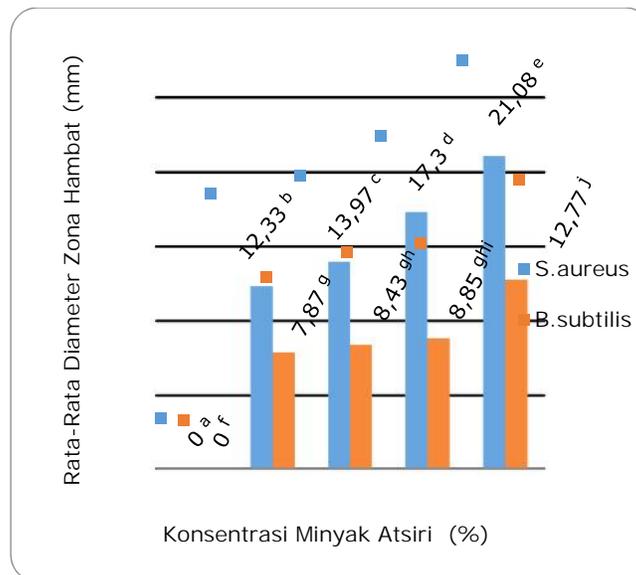
CFU/ml) secara in vitro menunjukkan hasil positif (Gambar 4.2).



Gambar 4.2. Aktivitas antibakteri minyak atsiri temu hitam terhadap *S. aureus* dan *B. subtilis* pada berbagai konsentrasi dengan metode difusi agar; Z=Zona hambat. a) *S. aureus* ; b) *B. subtilis*

Gambar 4.2 menunjukkan daya antibakteri tiap konsentrasi minyak atsiri temu hitam terhadap *S. aureus* dan *B. subtilis*, terlihat adanya zona hambat dengan diameter yang berbeda pada tiap perlakuan konsentrasi

minyak atsiri. Rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk terhadap kedua bakteri uji terlihat pada Gambar (4.3).



Gambar 4.3. Rata-rata diameter zona hambat minyak atsiri temu hitam terhadap bakteri *S. aureus* dan *B. subtilis*

Berdasarkan Gambar 4.3 di atas terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri temu hitam,

semakin besar daya antibakteri terhadap pertumbuhan kedua bakteri uji. Diameter zona hambat yang

terbentuk berbanding lurus dengan konsentrasi minyak atsiri yang digunakan. Daya antibakteri tertinggi terhadap kedua bakteri uji dihasilkan pada konsentrasi 100%, sedangkan kontrol tidak menunjukkan adanya daya antibakteri terhadap kedua bakteri uji.

Daya antibakteri minyak atsiri rimpang temu hitam terhadap *S. aureus* menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap konsentrasi yang digunakan dan kontrol (Tabel L.5). Gambar 4.3 menunjukkan pada *B. subtilis* hanya konsentrasi 100% yang berbeda nyata, sedangkan daya antibakteri pada perlakuan konsentrasi 75%, 50% dan 25% memperlihatkan perbedaan yang tidak nyata. Daya antibakteri tertinggi terjadi pada konsentrasi 100%, hal ini disebabkan karena minyak atsiri pada perlakuan ini murni, sehingga konsentrasi senyawa bioaktifnya mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji dibandingkan konsentrasi yang lain dan kontrol. Mekanisme penghambatan suatu zat antibakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya adalah konsentrasi. Semakin tinggi konsentrasi bahan yang diuji semakin banyak zat aktif yang terkandung di dalamnya, sehingga daya penghambatan semakin kuat (Bobbarala, 2012a). Kontrol tidak memperlihatkan adanya zona hambat di sekitar kertas cakram, hal ini menunjukkan bahwa tween 20 (5 $\mu$ l) yang digunakan pada penelitian ini tidak mempunyai aktivitas antibakteri, sehingga zona hambat yang terjadi merupakan aktivitas minyak atsiri temu hitam. Tween 20 berfungsi sebagai pengemulsi minyak atsiri dalam akuades steril (Nabigol and Morshedi, 2011).

Aktivitas antibakteri dari suatu bahan dapat digolongkan menjadi

empat, yaitu positif kuat (zona hambat 20 mm), sedang (zona hambat 15 – 19 mm), lemah (zona hambat 14 mm), dan negatif (-) (Cockerill, 2012). Minyak atsiri rimpang temu hitam pada konsentrasi 100% menunjukkan daya antibakteri kuat terhadap *S. aureus* (Gambar 4.3), daya antibakteri sedang pada konsentrasi 75%, dan daya antibakteri lemah pada konsentrasi 50% dan 25%. Minyak atsiri temu hitam menunjukkan daya antibakteri yang lemah terhadap *B. subtilis*, karena rata-rata diameter zona hambat yang terbentuk pada semua konsentrasi menunjukkan <14 mm.

Aktivitas antibakteri yang ditunjukkan oleh minyak atsiri rimpang temu hitam disebabkan oleh kandungan senyawa terpen diantaranya adalah monoterpena dan seskuiterpena yang merupakan komponen utama minyak atsiri berbagai rimpang dan mempunyai aktivitas antibakteri (Sundari dan Winarno, 2001). Senyawa terpen merupakan hasil metabolit sekunder pada tanaman yang berfungsi untuk pertahanan dari mikroba (Bobbarala, 2012a). Augusta (2011) menyatakan bahwa kandungan minyak atsiri rimpang temu hitam adalah curzerenone, 1,8-cineole, camphor, zedoarol, isocurcumenol, curcumenol, dan furanodienone. Menurut Harborne et al., (1999) camphor dan 1,8-cineole merupakan golongan monoterpen yang berfungsi sebagai antiseptik dan Sirat et al., (1998) mengelompokkan curzerenone, Zedoarol, isocurcumenol, curcumenol, dan furanodienone ke dalam golongan seskuiterpen.

Ekstrak etil asetat temu hitam dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (7,8 mm), *S.aureus* (6,7 mm), dan *B. subtilis* (9 mm) pada konsentrasi 500 mg/ml (Philip et al., 2009). Penelitian

tersebut menggunakan metode ekstraksi dan etil asetat sebagai larutan penyari. Jenis larutan penyari yang digunakan dalam ekstraksi menentukan senyawa yang akan terekstrak. Etil asetat merupakan cairan penyari semi polar yang umum digunakan untuk menyari senyawa flavonoid dan senyawa fenol lainnya (Mulyati, 2009), sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode destilasi uap air dan senyawa yang terekstrak adalah minyak atsiri. Aktivitas antibakteri oleh senyawa fenol mempengaruhi sintesis dinding sel bakteri (Bobbarala, 2012a) sehingga apabila sintesis dinding sel ini terhambat, maka sel bakteri akan mengalami lisis dan terjadi kematian sel bakteri.

Aktivitas antibakteri dari senyawa terpen diduga dengan mengganggu fungsi membran sel bakteri (Bobbarala, 2012a). Minyak atsiri memiliki sifat lipofilik sehingga akan melarutkan membran sel bakteri yang tersusun atas fosfolipid. Membran sel bakteri tersusun dari fosfolipid dan protein yang berfungsi dalam proses transpor aktif, pelindung selektif dan mengontrol komposisi internal sel (Cavalieri, 2005). Senyawa monoterpen dan seskuiterpen yang terkandung dalam minyak atsiri temu hitam pada konsentrasi tertentu akan berikatan dengan membran sel bakteri, sehingga fungsi membran sel menjadi terganggu dan pertumbuhan sel menjadi terhambat. Bobbarala (2012b) menyatakan bahwa membran sel bakteri diketahui merupakan pelindung selektif, namun peka terhadap zat kimia dan beberapa agen bakterisida mampu mengubah komponen kimia membran sel bakteri yang dapat mengganggu fungsi normalnya, sehingga menghambat pertumbuhan

sel bakteri, bahkan dapat menyebabkan kematian bakteri.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *S. aureus* lebih rentan terhadap minyak atsiri temu hitam dibanding *B. subtilis*, hal ini diduga disebabkan perbedaan morfologi kedua bakteri gram positif tersebut. Gambar (2.5.1) menunjukkan *S. aureus* memiliki morfologi kokus (bulat) sedangkan *B. subtilis* (Gambar 2.5.2) memiliki morfologi batang pendek, sehingga luas permukaan kedua bakteri ini berbeda. Hartsock (2003) menyatakan ukuran sel bakteri mempengaruhi beberapa aspek pertahanan sel bakteri, misalnya cepat atau lambatnya sel mengambil dan menyerap nutrisi maupun senyawa lain serta mengekskresikan kotoran berbanding terbalik dengan ukuran sel. Hal ini menunjukkan sel yang berukuran lebih luas kecepatan dalam pengambilan dan penyerapan nutrisi maupun senyawa lain serta mengekskresikan kotoran akan lebih lambat. *S. aureus* yang berukuran lebih kecil lebih cepat menyerap nutrisi dan senyawa lain dibandingkan *B. subtilis* yang berukuran lebih luas. Minyak atsiri yang telah berdifusi ke dalam media NA sebagai nutrisi kedua bakteri menjadikan kedua bakteri yang diujikan terhambat pertumbuhannya karena adanya aktivitas antibakteri dalam minyak atsiri temu hitam.

## Kesimpulan

Minyak atsiri temu hitam mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *B. subtilis* dengan kekuatan yang berbeda-beda tergantung konsentrasi yang digunakan. Daya antibakteri minyak atsiri temu hitam paling kuat ditunjukkan pada konsentrasi 100% terhadap *S. aureus*, sedangkan

terhadap *B. subtilis* semua perlakuan konsentrasi minyak atsiri temu hitam menunjukkan daya antibakteri lemah. Semakin tinggi konsentrasi suatu zat antibakteri maka semakin banyak zat aktif yang terkandung di dalamnya sehingga daya antibakteri semakin kuat pula.

#### Daftar Pustaka

- Agusta, A. 2011. Perbandingan Komponen Kimia Rimpang Temu Hitam (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) Dan Temu Putih (*Curcuma zedoaria*) Asal Jepang. Laboratorium Fitokimia : Bidang Botani. Puslit Biologi-LIPI.
- Bakkali, F., S. Averbeck, D. Averbeck, and M. Idaomar. 2007. Biological Effects of Essential Oils. *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) : 446-475.
- Balittro. 2006. Mengatasi Demam Berdarah Dengan Tanaman Obat. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 28 (6).
- Bobbarala, V. 2012a. A Search for Antibacterial Agents. Rijeka. Kroasia.
- \_\_\_\_\_. 2012b. Antimicrobial Agents. Rijeka. Kroasia.
- Brooks, G. F., J. S. Butel, dan S. A. Morse. 2001. Mikrobiologi Kedokteran Buku I. Alih Bahasa : Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran UNAIR. Salemba Medika, Jakarta.
- Cappucino, J. G., and N. Sherman. 1987. *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. California USA.
- Cartwright, P. 2009. *Bacillus subtilis- Identification & Safety*. Probiotic News. Issue (2).
- Cavalieri, S.J., R.J. Harbeck., Y.S. McCarter., J.H. Ortez., I.D. Rankin., R.L. Sautter., S.E. Sharp., and C.A. Spiegel. 2005. *Manual of Antimicrobial Susceptibility Testing*. Departements of Laboratory Medicine and Microbiology. University of Washington, Washington.
- Cockerill, F.R. 2012. *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Test ; Approved Standard –Eleventh Edition*. Clinical and Laboratory Standard Institute. Wayne, USA.
- Guenther, E. 1987. *Minyak Atsiri jilid 1*. Alih Bahasa : S.Ketaren. Penerbit UI Press, Jakarta.
- Harborne, J. B., Herbert B., and Gerard P.M. 1999. *Phytochemical Dictionary : A Handbook of Bioactive Compounds from Plants* second edition. Taylor & Francis Ltd. London.
- Hartsock, A. 2003. *Bacterial Cytoplasm & Cell Membrane : Structure and Component*. <http://www.education-portal.com> 18 September 2013.
- Kartasapoetra, G. 2004. *Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Madigan, M. T., J. M. Martinko, D. A. Stahl, and D. P. Clark. 2012. *Biology of Microorganism* 13<sup>th</sup> edition. Pearson Education Inc, San Francisco.
- Mulyati, E. S. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Ceremai (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli* Dan Bioautografinya. Skripsi. Fakultas Farmasi Univ. Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

- Nabigol, A. and H. Morshedi. 2011. Evaluation of Antifungal Activity of The Iranian Thyme Essential Oils on The Postharvest Pathogens of Strawberry Fruits. *African Journal of Biotechnology* 48 (10). 9864-9869.
- Phillip, K., S. N. A. Malek, W. Sani, S. K. Shin, S. Kumar, H. S. Lai, L. G. Serm, and S. N. S. A. Rahman. 2009. Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plants from Malaysia. *American Journal of Applied Science* 6 (8) : 1613-1617.
- Poeloengan, M., dan Praptiwi. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* Linn.,). *Artikel Media Litbang Kesehatan XX* (2) : 65-69.
- Rahayu, R. D., Chairul, dan M. Harapini. 1992. Uji Pendahuluan Toksisitas Ekstrak *Curcuma xanthorrhiza* Roxb., *Curcuma aeruginosa* Roxb., dan *Kaempferia pandurata*. Seminar Hasil Litbang SDH. Puslitbang LIPI-Bogor.
- Setyawan, A. D. 2003. Keanekaragaman Kandungan Minyak Atsiri Rimpang Temu-Temuan (*Curcuma*). *Biofarmasi* 1 (2) : 44-49. ISSN : 1693-2242.
- Sirat, H.M., Jamil S., and Hussain J. 1998. Essential Oils of *Curcuma aeruginosa* Roxb. from Malaysia. *Journal of Essential Oil Research* 10(4) : 453-458.
- Sundari, D., dan M. W. Winarno. 2001. Informasi Tumbuhan Obat sebagai Antijamur. *Cermin Dunia Kedokteran* 130 : 28-31.
- Winarti. 2010. Isolasi, Identifikasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Akar Sidaguri (*Sida rhombifolia* Linn.). Skripsi : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro Semarang.
- Yuliani, R., P. Indrayudha, dan S.S. Rahmi. 2011. Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut (*Cytrus hystrix*) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *Pharmacon* 12 (2) : 50-54.