

## Karakterisasi dan Aktivitas Antibakteri Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) terhadap *Propionibacterium acnes*

### Characterization and Antibacterial Activity of Citronella (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) Oil against *Propionibacterium acnes*

Sinta Ratna Dewi\*, Deasy Nur Chairin Hanifa

Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur  
Jl. Ir. Juanda No.15, Samarinda, Indonesia.

\*Corresponding author email: Srd143@umkt.ac.id

Received 10-06-2020 Accepted 17-10-2021 Available online 31-12-2021

#### ABSTRAK

Serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) merupakan tanaman berkhasiat obat dengan kandungan senyawa yang dimilikinya. Geraniol, sitronelal, dan sitronelol dalam minyak atsiri serai wangi memiliki daya antibakteri. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi kandungan dari minyak atsiri serai wangi dan mengevaluasi efektivitasnya sebagai antibakteri terhadap penyebab jerawat *Propionibacterium acnes*. Penelitian ini bersifat eksperimental, dengan tahap pengujian meliputi identifikasi minyak atsiri dengan kromatografi *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) dan uji difusi mikrobiologi dengan metode sumuran pada berbagai variasi konsentrasi minyak, yaitu 10, 25, 50, 75, dan 100%. Hasil GC-MS menunjukkan adanya tiga komponen utama dalam minyak atsiri serai wangi, sitronelal (25,21%), geraniol (3,11%), dan *cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-* (1,18%). Hasil uji mikrobiologi minyak serai wangi terhadap bakteri *P. acnes* menunjukkan bahwa diameter daya hambat yang dihasilkan oleh masing-masing konsentrasi berbeda. Daya hambat terbesar diperoleh dari konsentrasi 100% dengan diameter penghambatan sebesar  $17 \pm 2,64$  mm, sedangkan daya hambat terendah dihasilkan oleh konsentrasi 10% ( $11,7 \pm 0,57$  mm). Dapat disimpulkan bahwa minyak atsiri serai wangi yang digunakan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *P. acnes*.

**Kata kunci:** antibakteri, GC-MS, minyak serai wangi, *Propionibacterium acnes*

#### ABSTRACT

*Citronella* (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) is commonly used for medicinal purposes for its bioactive compounds. The citronella essential oil contains geraniol, citronellal,

and citronellol that showed antibacterial activity. This study aims to identify the chemical constituents of the citronella essential oil and evaluate the its antibacterial effects against acne-causing *Propionibacterium acnes*. This study is an experimental one, in which the identification of essential oil was conducted by Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS) and antibacterial activity evaluation of various oil concentrations, i.e., 10, 25, 50, 75, and 100, by diffusion method. GC-MS showed three main components of citronella essential oil, they were citronellal (25.21%), geraniol (3.11%), and cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)- (1,18%). The best inhibitory activity against *P. acnes* was shown by citronella oil at 100% with diameter of inhibition zone  $17 \pm 2,64$  mm, while the lowest one was shown by that at 10% ( $11.7 \pm 0,57$  mm). It can be concluded that citronella essential oil showed antibacterial activity against *P. acnes*.

**Keywords:** antibacterial, citronella oil, GC-MS, *Propionibacterium acnes*

## Pendahuluan

Jerawat merupakan masalah yang sangat sering terjadi di masyarakat dan umumnya sangat mengganggu dari sisi estetika kecantikan kulit wajah (Raesta, et al 2017). *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* adalah bakteri gram-positif yang diketahui menyebabkan jerawat. Bakteri ini tidak bersifat patogen dalam keadaan normal, tetapi dapat menjadi invasif jika kondisi kulit berubah (Mulyani, 2017). Ketika bakteri ini bereaksi dengan sebum pada kulit, mereka menghasilkan metabolit yang menyebabkan peradangan (Herwin, 2018).

Dalam kasus penyakit jerawat, penggunaan antibiotik sangat tidak dianjurkan karena dikhawatirkan terjadinya resistensi jika pemakaiannya digunakan secara terus menerus (Sholih et al, 2015). Bahan alam yang memiliki aktivitas antibakteri umumnya dan dapat digunakan sebagai sediaan obat salah satunya dalam pengobatan jerawat yaitu tanaman serai wangi. Hal ini pernah

diungkapkan Puspawati (2016) yang mengatakan bahwa minyak atsiri sereh wangi yang berasal dari daun dengan konsentrasi 100 ppm memiliki aktivitas antibakteri dengan menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* sebesar 10,25 mm dan *S. aureus* menghambat sebesar 9,62 mm. Bagian batang sereh wangi juga menghasilkan minyak atsiri yang mampu menghambat pertumbuhan *E coli* dan *S. aureus* sebesar 10,62 mm dan 11,25 mm. Penelitian serupa oleh Sefriyanti & Alimuddin (2020) menyatakan bahwa aktivitas antibakteri minyak atsiri serai wangi yang ditelitinya juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* sebesar 3,69 mm dan bakteri *S. aureus* sebesar 4,39 mm. Perbedaan daya antibakteri ini bisa sebabkan berbedanya kadar komponen yang pada minyak sereh wangi yang dihasilkan. Tanaman ini memiliki komponen kimia utama yaitu geraniol, citral, sitronelal, dan sitronelol (Chanthai et al, 2012). Selain itu, penelitian lain menunjukkan

bahwa tanaman serai wangi memiliki aktivitas antivirus, antibakteri, dan antijamur (Innsan *et al*, 2011; Nakahara K., *et al*, 2013).

Serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) memiliki kandungan metabolit sekunder paling ditemukan dalam daunnya. Minyak atsiri yang dihasilkan serai wangi terutama adalah senyawa monoterpen yang berperan sebagai agen antibakteri terbaik karena sifat bakterisida dan bakteriostatik. Kandungan senyawa kimia yang paling dominan dari minyak serai wangi adalah sitronellal, geraniol dan Sitronelol (Gonçalves, T. B., *et al* 2010). Sitronelal merupakan salah satu golongan monoterpen aldehida yang memiliki potensi antibakteri dimana mekanisme kerjanya mengeleminasi membran protein sehingga terjadi perubahan permeabilitas membran sel. Golongan monoterpen alkohol lainnya seperti geraniol, sitronelol, linalool dan isopulegol juga terkandung dalam minyak serai wangi. Golongan ini pada dosis rendah berperan sebagai pendehidrasi protein dan pada dosis tinggi sebagai pendenaturasi protein. Menurut Lertsatitthanakorn (2010) adanya gugus *alkohol* dan *fenol* yang terdapat pada minyak atsiri mengakibatkan pecahnya membran sitoplasma dan kerusakan dinding sel bakteri.

### Metode Penelitian

#### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah alat gelas kimia, *rotary evaporator*

(Scilogex USA) dan GC-MS (Agilent Technologies 7890B Shimadzu-2010+). Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman serai wangi yang dibeli dari perkebunan serai wangi yang berada di Desa Perjiwa, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Serai wangi ini diidentifikasi melalui uji determinasi yang dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Konservasi Hutan Tropis Universitas Mulawarman Kalimantan Timur. Bakteri uji yang digunakan adalah *P. acnes* ATCC® 11827™. Media *nutrient agar*, natrium sulfat, aquades, spiritus, pelarut etanol 70% teknik, DMSO, alkohol 70%, klindamisin phosphate 1,2% juga digunakan dalam penelitian ini.

#### Jalannya Penelitian

##### 1. Destilasi minyak serai wangi

Simplisia diperoleh dari daun segar serai wangi yang sudah dibersihkan dari kotoran sebanyak 15 kg. Daun dikeringkan dan dipotong-potong, setelah itu dilakukan proses destilasi uap secara bertahap. Rendemen dan indeks bias minyak serai wangi yang didapatkan kemudian dihitungkan.

##### 2. Identifikasi minyak atsiri dengan kromatografi GC-MS

Minyak serai wangi sebanyak 0,2 ml serai wangi dilarutkan dalam 1 ml etanol dan divorteks hingga homogen. Suhu injektor diatur pada 260°C dengan waktu selama 60 menit, selanjutnya suhu detektor diatur 250°C dan suhu kolom 325°C. Gas pembawa yang digunakan yaitu gas helium dengan laju aliran konstan

1 ml/menit. Larutan sampel lalu disuntikkan. Kandungan senyawa dalam minyak diidentifikasi berdasarkan spektrum massa yang masing-masing senyawa yang terpisah dan disesuaikan untuk setiap berat molekul senyawa bioaktif (Hotmian *et al*, 2021).

### 3. Pengujian aktivitas antibakteri minyak sereh wangi

Nutrien agar ditimbang sebanyak 4 g kemudian dilarutkan ke dalam 200 ml aquades dalam gelas erlenmeyer, kemudian dimasukkan *magnetic stirrer* dan dipanaskan di atas penangas air sampai mendidih dan homogen, sampai larutan berwarna kuning muda.

Kultur *P. acnes* disiapkan, kemudian diambil dengan jarum ose steril dan ditanamkan dalam gelas erlenmeyer yang berisi 50 ml media nutrisi agar. Kultur bakteri diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam.

Suspensi bakteri diambil dengan ose steril kemudian dimasukkan ke dalam 50 ml media nutrisi agar dan diaduk hingga homogen, lalu dituang ke cawan petri steril hingga menjadi padat. Media lalu dilubangi dengan diameter sumuran  $\pm 5$  mm menggunakan *cork borer*. Sampel uji minyak serai wangi (konsentrasi 10, 25, 50, 75, dan 100% dalam DMSO), kontrol negatif (DMSO), dan kontrol positif (clindamisin phosphate 1,2%) dimasukkan pada sumuran dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat diukur

menggunakan jangka sorong. Pengujian ini dilakukan dengan replikasi sebanyak tiga kali.

### Hasil dan Pembahasan

Minyak atsiri sereh wangi diproduksi melalui proses destilasi uap, dimana pada proses ini suatu campuran air dan minyak akan terpisah dan mengalami proses penguapan sehingga membentuk dua lapisan yang terkondensasi dan tidak tercampur. Rendemen minyak atsiri serai wangi yang diperoleh adalah 4,67% dengan indeks bias 1,462. Proses pengujian kandungan aktif dan utama yang terkandung dalam minyak sereh wangi dilakukan dengan menggunakan metode GC-MS. Minyak serai diketahui mengandung adanya minyak atsiri yang umumnya memiliki sifat yang mudah menguap atau *volatile* dan tersusun dari campuran komponen-komponen kimia.

Berdasarkan pengujian GC-MS diperoleh sampel minyak atsiri serai wangi terdiri dari 49 komponen penyusun sedangkan komponen dengan persentase  $\geq 0.01\%$  sebanyak 11 komponen (Tabel 1). Berdasarkan hasil pengujian ini, didapatkan kandungan 6-*octenal*, 3,7-*dimethyl-*, (*R*)- merupakan kandungan utama pada sereh wangi dengan persentase luas area sebesar 25,21% yang ditunjukkan pada puncak tertinggi. Menurut *NIST Standard Reference Database*, kandungan 6-*Octenal*, 3,7-*dimethyl-*, (*R*)- merupakan nama kimia dari senyawa Sitronelal (Rocha, 2011). Selain itu, kandungan lain yang cukup tinggi adalah gerraniol

(3,11%), *cyclohexane 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-* (1,18%), *citronelol* (0,8%), *geranyl acetate* (0,70%), *gemacrene-D* (0,37%), *Sitronelal asetat* (0,34%), *limonene* (0,33%),  $\alpha$ -*cadinol* (0,10%), *linalool* (0,06%), dan *citral* (0,03%).

**Tabel 1.** Hasil analisis GC-MS minyak atsiri serih wangi

Retention time (min)	Area (%)	Komponen senyawa
9.83	0.33	<i>Limonene</i>
12.06	0.06	<i>Linalool</i>
13.72	25.21	<i>6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-</i>
15.87	0.80	<i>Sitronelol</i>
16.06	0.03	<i>Sitral</i>
16.66	3.11	<i>Geraniol</i>
19.06	0.34	<i>Sitronelil asetat</i>
19.89	0.70	<i>Geranyl asetat</i>
24.42	0.37	<i>Gemacrene-D</i>
24.23	1.18	<i>Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-</i>
26.23	0.10	$\alpha$ - <i>Cadinol</i>

Penelitian Oliveira *et al* (2011) menyebutkan kandungan komponen minyak serih wangi yang diidentifikasinya dari tempat dan asal yang berbeda terdiri dari komponen senyawa *Sitronelal* 34,6%, *geraniol* 23,17%, dan *sitronelol* 12,09%. Beberapa peneliti juga menyebutkan umumnya kandungan *sitronelal* lebih banyak ditemukan pada minyak serai wangi dibandingkan *geraniol* dan *sitronelol* (Nakahara *et al*, 2003, Lertsatitthanakorn *et al*, 2010). *Sitronelal* ( $C_{10}H_{16}O$ ) adalah cairan yang tak berwarna dan memiliki bau seperti minyak tawon yang berasal dari

golongan senyawa monoterpen. *Geraniol* ( $C_{10}H_{18}O$ ) merupakan senyawa yang tersusun dari dua molekul isoprena dan satu molekul  $H_2O$ . *Sitronelol* atau sering disebut juga *dihidrogeraniol* adalah suatu monoterpenoid alami dengan rumus kimia  $C_{10}H_{20}O$  yang diperoleh dari minyak atsiri serih wangi (Singh *et al*, 2010). Peneliti lain juga menyebutkan selain *sitronelol*, *sitronelal*, dan *geraniol*, komponen lain yang terkandung dalam serih wangi adalah *gemacrene-D*, *sitronelal asetat*, *cyclohexene*, dan *limonene* (Aisyah *et al*, 2021; Omarta *et al*, 2019).

Terpenoid merupakan senyawa yang paling dominan ditemukan pada minyak atsiri serih wangi. Dua senyawa terpenoid yang paling umum ditemukan dalam minyak serai wangi adalah monoterpen dengan jumlah atom  $C_{10}$  dan seskuiterpen dengan jumlah atom  $C_{15}$ . Kedua jenis terpenoid tersebut memiliki perbedaan terutama dalam hal titik didih senyawa yang akan mempengaruhi waktu retensi yang dihasilkan. Perbedaan waktu retensi kedua senyawa tersebut disebabkan adanya interaksi senyawa dengan fasa diam yaitu kolom yang digunakan pada sistem kromatografi gas. Kolom GC-MS adalah non-polar, sehingga senyawa polar keluar lebih dulu daripada non-polar, sehingga senyawa disimpan lebih lama di kolom. Proses ini kemudian akan menghasilkan kromatogram berdasarkan jumlah total ion yang dibentuk oleh setiap komponen senyawa kimia yang ada dalam sampel seperti minyak atsiri. Puncak kromatogram yang dihasilkan

dipengaruhi oleh persentase komponen dalam sampel, semakin tinggi persentase komponen, semakin tinggi puncak yang dihasilkan, dan sebaliknya, semakin rendah persentase komponen dalam sampel, semakin kecil puncak yang dihasilkan (Harianingsih *et al*, 2017).

Tabel 2 menunjukkan aktivitas antibakteri minyak serai terhadap bakteri *P. acnes* pada berbagai variasi konsentrasi, meskipun aktivitasnya lebih kecil dari pada obat antibiotik yang biasa digunakan yaitu *clindamysin phosphate* (kontrol positif). Jika dilihat dari data tersebut didapatkan besarnya konsentrasi minyak yang digunakan maka daya hambat yang dihasilkan juga besar dengan artian berbanding lurus dengan hasil yang didapatkan. Nilai konsentrasi sampel akan menghasilkan diameter zona hambat berbeda beda, konsentrasi minyak 100% rata-rata memiliki daya hambat 17 mm dan konsentrasi terendah 10% dengan daya hambat 11,7 mm, dengan demikian disimpulkan bahwa kecilnya konsentrasi minyak terbukti sudah dapat menghambat pertumbuhan bakteri *P. acnes*.

Pada penelitian konsentrasi 10% minyak sudah mampu menghambat pertumbuhan bakteri dengan kategori kekuatan daya antibakteri kategori kuat. Davis dan Stout (1971) menunjukkan bahwa pengaturan kekuatan antimikroba dibagi menjadi 4 (empat) kriteria, yaitu sangat kuat jika zona hambat lebih dari 20 mm, kuat jika zona hambat 10-20 mm dan sedang jika zona

hambat adalah 5-10 mm dan rendah jika zona hambat kurang dari 5 mm.

**Tabel 2.** Diameter zona hambat minyak serai wangi terhadap *P. acnes*

Konsentrasi (%b/v)	Diameter zona hambat (mm)	Interpretasi
10	11,7 ± 0,57	Kuat
25	13 ± 1	Kuat
50	13 ± 1,73	Kuat
75	14,7 ± 9,57	Kuat
100	17 ± 2,64	Kuat
Kontrol (+)	24 ± 1,73	Sangat Kuat
Kontrol (-)	0	Tidak memiliki aktivitas

Secara umum minyak atsiri merupakan komponen aktif dalam jumlah yang besar yang terkandung pada suatu tanaman. Aktivitas antibakteri dari minyak atsiri ditentukan oleh perbedaan komposisi kimia di dalamnya yang salah satunya senyawa terpenoid. Menurut Cowan (1999), kandungan minyak atsiri serai wangi terdiri dari golongan metabolit terpenoid, yaitu senyawa monoterpen dan sesquiterpen. Terpenoid memiliki efek antibakteri, dan mekanisme kerja senyawa ini bereaksi dengan porin (protein transmembran) yang terdapat pada membran luar dinding sel bakteri. Ikatan ini menciptakan ikatan polimer kuat yang merusak porin. Porin yang rusak mempengaruhi keluar masuknya komponen seluler yang terdapat pada bakteri, menurunkan permeabilitas dinding sel bakteri dan sel bakteri mengalami defisiensi nutrisi menghambat pertumbuhan bakteri atau

mati (Puspawati *et al*, 2016). Salah satu penelitian tentang minyak serai wangi (Wijayanti, 2013) menyebutkan minyak serai wangi menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap isolat bakteri *S. epidermidis*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa minyak atsiri sereh memiliki zona hambat maksimum terhadap isolat bakteri *S. epidermidis* dengan kisaran konsentrasi 12,5-15%. *P. acnes* dikenal sebagai kelompok bakteri gram positif yang cenderung lebih sensitif terhadap dinding selnya. Sifat sensitif ini disebabkan karena bakteri gram positif memiliki struktur dinding yang lebih sederhana, sehingga memudahkan senyawa antibakteri untuk menyerang sel dan menemukan target untuk bekerja (Pleczar dan Chan, 2006).

Menurut Nazzaro *et al* (2013), dinding sel bakteri gram positif yang hidrofobik memungkinkan minyak atsiri menembus sel dan merusak dinding sel dan sitoplasma. Bakteri gram positif komponen dinding selnya sekitar 90% terdiri dari peptidoglikan dan lapisan tipis asam teikonat. Peptidoglikan berperan dalam mengatur difusi molekul dalam sel, sedangkan asam teikonat merupakan bagian dari peptidoglikan. Dinding sel bakteri mengandung lebih banyak asam amino alanin; Asam amino ini digunakan untuk menjaga kestabilan protein bakteri. Sifat hidrofobiknya mampu mengikat senyawa non polar seperti minyak atsiri dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Kandungan terpenoid minyak atsiri memiliki aktivitas menghambat atau mematikan bakteri dengan mengganggu aktivitas

pembentukan membran atau dinding sel serta merusak sel bakteri dengan mengikat protein enzimatis pada membran plasma bakteri, sehingga menjadikan minyak atsiri bersifat antibakteri terhadap bakteri gram positif yang secara teoritis merusak dinding sel atau membrane bakteri.

### Kesimpulan

Minyak serai wangi mengandung 3 komponen utama, yaitu sitronelal pada waktu retensi 13,72 menit, geraniol pada waktu retensi 16,66 menit, dan *cyclohexane 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-* pada waktu retensi 24,23 menit. Hasil pengujian aktivitas antibakteri minyak serai wangi terhadap *P. acnes* menggunakan metode difusi sumuran menunjukkan adanya zona hambat yang terbentuk pada semua konsentrasi yang diuji. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa minyak sereh wangi memiliki daya antibakteri terhadap bakteri penyebab jerawat.

### Daftar Pustaka

- Aisyah, Y., Yunita, D., & Amanda, A. 2021. "Antimicrobial activity of patchouli (*Pogostemon cablin* Benth) citronella (*Cymbopogon nardus*), and nutmeg (*Myristica fragrans*) essential oil and their mixtures against pathogenic and food spoilage microbes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 667(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/667/1/012020>
- Chanthai, S., Prachakoll, S., Ruangviriyachai, C., & Luthria, D. L.

2012. Influence of extraction methodologies on the analysis of five major volatile aromatic compounds of citronella grass (*Cymbopogon nardus*) and lemongrass (*Cymbopogon citratus*) grown in Thailand. *Journal of AOAC International*, 95(3), 763–772. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.11-335>
- Cowan, M.M. 1999. Plant product as antimicrobial agents, *Clinical Microbiology Reviews* 12 (4): 564-582
- Davis, W. W., and Stout, T. R. 1971. Disc plate method of microbiological antibiotic assay. II. Novel procedure offering improved accuracy. *Applied Microbiology*, 22(4), 666–670. <https://doi.org/10.1128/aem.22.4.666-670.1971>
- Gonçalves, T. B., Sousa, E. O. d., Rodrigues, F. F. G., & Costa, J. G. M. 2010. Chemical composition and antibacterial evaluation of the essential oil from *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Gramineae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(4), 26–431. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2010.10643845>
- Harianingsih, W. R., Harliyanto, C., dan Andiani, C. N. 2017. Identifikasi GC-MS ekstrak minyak atsiri dari sereh wangi (*Cymbopogon winterianus*) Menggunakan Pelarut Metanol. *Techno*, 18(1), 23–27.
- Herwin., S., Premeita, Z., & Nuryanti, S.2018. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun dan ampas teh hijau (*Camelia Sinensis* L) terhadap bakteri jerawat *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis* Secara Difusi Agar. *Jurnal AsSyifaa*, 10(02): 247-254
- Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, F., & Tallei, T. 2021. Analisis GC-MS (Gas Chromatography - Mass Spectrometry) ekstrak metanol dari umbi rumput teki (*Cyperus rotundus* L.). *Pharmakon*, 10(2), 849. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34034>
- Innsan M.F., Shahril M.H., Samihah M.S., Asma O.S., Radzi S.M., Jalil A.K.A., & Hanina M.N. 2011. Pharmacodynamic properties of essential oils from *Cymbopogon* species. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* 5
- Lertsatitthanakorn, P., Taweekhaisupapong, S., Arunyanart, C., Aromdee, C., & Khunkitti, W. 2010. Effect of citronella oil on time kill profile, leakage and morphological changes of *Propionibacterium acnes*. *Journal of Essential Oil Research*, 22(3), 270–274. <https://doi.org/10.1080/10412905.2010.9700322>
- Mulyani, Y.W.T., Hidayat, D, Isbantoro., & Fatimah Y. 2017. Ekstrak Daun Katuk (*Isauropus androgynus* (L) Merr) sebagai antibakteri terhadap *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Farmasi Lampung* 6(2):46-54
- Nakahara K., Alzoreky N.S., Yoshihashi T., Nguyen H.T.T., & Trakoontivakorn G. 2013, Chemical composition and antifungal activity of essential oil

- from *Cymbopogon nardus* (citronella grass). *Jpn. Agric. Res. Q.* 37 :249–252
- Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. 2013. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1451–1474.  
<https://doi.org/10.3390/ph6121451>
- Oliveira, M. M.M, Brugnera, D.F., & Cardoso, M.G. 2011. Yield, chemical composition and antilisterial activity of essential oils from *Cymbopogon* species” *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s 13(1): 8–16.
- Omarta, J. A., Syahbanu, I., & Melati, H. A. 2019. Karakterisasi komponen destilat minyak sereh wangi *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle dari Kecamatan Kuala Behe Kabupaten Landak. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 3(3), 33–43.
- Pelczar E. S. C and Chan M. J. 2006. *Dasar-dasar Mikrobiologi I* (Jakarta: UI Press)
- Puspawati, N.M., I Wayan S., dan Saeful B., 2016, Isolasi, identifikasi, serta uji aktivitas antibakteri pada minyak atsiri sereh wangi (*Cymbopogon winterianus* Jowitt), *Jurnal Kimia*, 10(2):219-227.
- Raesta, R. A., Hartati, N.I., Layudha.S.I., Nurohman., I., N & Kurniasari, Laeli. 2017. Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi SNST. 1(1),27-32
- Rocha, R.P., Melo E.C., Demuner A.J., Radunz, L.L., & Corbin, J.B. 2011. Influence of drying air velocity on the chemical composition of essential oil from lemon grass, *African Journal of Food Science and Technology*, 2(6):132-139.
- Sefriyanti, J. A., & Alimuddin, A. H. 2020. Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri serai wangi *Cymbopogon bernadus* (L.) terhadap bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Jkk*, 8(4), 1–4.
- Singh, P. Shukla., R. Prakash., B, Kumar, A., Singh, S., Mishra, P.K., & Dubey, N.K. 2010. Chemical profile, antifungal, antiaflatoxicogenic 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.
- Sholih, M.G., Ahmad, M., dan Siti.S. 2015. Rasionalitas penggunaan antibiotik disalah satu rumah sakit di Bandung tahun 2010. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*, 4 (1); 63-70
- Wijayanti, B. A. 2013. “Uji daya antibakteri emulgel antiacne minyak serai wangi Jawa (*Cymbopogon winterianus*) terhadap *Staphylococcus epidermidis*.” Yogyakarta. *Universitas Sanata Dharma* (Skripsi).