

Aktivitas Antibakteri Gel *Hand Sanitizer* Minyak Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif

Antibacterial Activity of Hand Sanitizer Gel of Nutmeg Oil (*Myristica fragrans* Houtt) Against Gram Positive and Gram Negative Bacteria

Rachmawati Dwi Agustin^{a)}, Yuniasih MJ Taihuttu^{a)*}

^{a)}Fakultas Kedokteran, Universitas Pattimura, Ambon Indonesia

Article info:

Received Date : 19/05/2023

Revised Date : 28/12/2023

Accepted Date : 17/01/2024

Keywords:

Antibacterial

Hand Sanitizer

Inhibition

Nutmeg Oil

Pathogenic Bacteria

Corresponding Authors*:

Yuniasih MJ Taihuttu

Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura

Ambon, Jln. Ir. M. Putuhena Kampus

UNPATTI Poka, Ambon

e-mail: yuni.taihuttu@gmail.com

Abstrak

Penyebaran bakteri dapat menimbulkan suatu penyakit dan berlangsung sangat cepat melalui suatu media, salah satunya adalah melalui media tangan, sehingga dibutuhkan zat antibakteri dalam mengatasi penyebarannya ke dalam tubuh. Penggunaan *hand sanitizer* dinilai lebih efektif membunuh bakteri dengan cepat dibanding mencuci tangan dengan aliran air, namun sebagian besar kandungan *hand sanitizer* adalah alkohol yang dapat mengiritasi kulit apabila digunakan secara berkala, sehingga dibutuhkan bahan alami untuk membuat *hand sanitizer*. Tumbuhan pala dipilih sebagai bahan baku pembuatan *hand sanitizer* karena adanya kandungan senyawa aktif sebagai agen antibakteri. Telah dilakukan penelitian tentang uji aktivitas antibakteri dari formulasi gel *hand sanitizer* minyak biji pala. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui aktivitas antibakteri pada formulasi gel *hand sanitizer* minyak biji pala. Uji aktivitas antibakteri yang dilakukan dengan metode difusi cakram menunjukkan bahwa gel *hand sanitizer* minyak biji pala memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif, antara lain *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Propionibacterium acne*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Daya hambat yang paling baik ditunjukkan pada F1 (konsentrasi minyak biji pala sebesar 15%), dengan daya hambat berturut-turut sebesar 1,42 mm; 1,35 mm; 0,56 mm; dan 1,67 mm.

Abstract

The rapid spread of bacteria can lead to disease, often occurring through various mediums, including human hands. To combat this transmission, antibacterial substances are essential. While hand sanitizers are generally more effective at quickly killing bacteria compared to washing hands with running water, many contain alcohol, which can irritate the skin with frequent use. Therefore, there is a need for natural ingredients in hand sanitizer formulations. The nutmeg plant was selected as a primary ingredient due to its active compounds, which possess antibacterial properties. This study aimed to evaluate the antibacterial activity of a hand sanitizer gel formulation made with nutmeg seed oil. Antibacterial activity tests, conducted using the disc diffusion method, demonstrated that the nutmeg oil hand sanitizer gel exhibited effectiveness against both gram-positive and gram-negative bacteria, including *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Propionibacterium acnes*, and *Pseudomonas aeruginosa*. The most effective concentration of nutmeg oil was found to be 15% (F1), showing

inhibition zones of 1.42 mm, 1.35 mm, 0.56 mm, and 1.67 mm, respectively.

PENDAHULUAN

Kesehatan adalah bagian penting dari kehidupan. Untuk menjaga kesehatan tubuh, salah satunya dengan mencuci tangan secara rutin. Karena tangan merupakan salah satu cara penyebaran mikroba ke dalam tubuh, maka dengan mencuci tangan dapat mencegah dan mengendalikan penularan infeksi.

Penyakit infeksi merupakan salah satu penyakit yang sering menyerang tubuh manusia. Infeksi adalah cedera selular lokal yang disebabkan oleh keadaan invasi, multiplikasi, dan mikroorganisme (Rundengan & Simbala, 2017). Salah satu penyebab infeksi adalah rendahnya pemenuhan *personal hygiene* yang dilakukan masing-masing individu untuk menjaga kebersihan dan kesehatan dirinya (Gusti & Abbasiah, 2020). Hingga saat ini terjadinya kasus pandemi COVID-19 mengharuskan setiap orang melakukan pola hidup sehat dan bersih sebagai salah satu solusi untuk mengurangi infeksi bakteri dan virus. Penerapan pola hidup sehat dan bersih paling sederhana adalah dengan sering melakukan cuci tangan menggunakan sabun atau *hand sanitizer*, yang sangat efektif dalam mencegah terjadinya infeksi (Sinanto & Djannah, 2020). Mencuci tangan menggunakan sabun secara terus-menerus juga dapat menurunkan penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri seperti penyakit diare sekitar 31% dan menurunkan penyakit saluran pernafasan (ISPA) sekitar 21% (Desiyanto & Djannah, 2013).

Dewasa ini cara mencuci tangan tidak hanya dengan menggunakan sabun dan air mengalir tetapi juga dapat menggunakan *hand sanitizer* yang lebih praktis. Sediaan *hand sanitizer* umumnya diformulasikan dengan kadar alkohol sekitar 60-85%. Alkohol tersebut berfungsi untuk membunuh bakteri, virus, dan jamur di tangan (Suradnyana, Wirata, & Sueno, 2020)

Penggunaan *hand sanitizer* lebih efektif membunuh bakteri dengan cepat daripada mencuci tangan dengan air mengalir karena tidak ada zat anti kuman (antibakteri) di dalam air (Hidayawati, 2018). Selanjutnya kuman dapat terbawa oleh air yang mengalir sehingga menyebabkan penurunan jumlah kuman tidak efektif (Arrizqiyani, Sonjaya, & Asty, 2017). Namun demikian penggunaan *hand sanitizer* dapat menyebabkan kulit iritasi dan menjadi kering (Wijana *et al.*, 2020). Oleh karena itu dibutuhkan inovasi pembuatan *hand sanitizer* dari bahan-bahan alami yang lebih aman dan memiliki sifat antibakteri namun tidak mengiritasi kulit, salah satunya dengan menggunakan minyak biji pala sebagai bahan dasarnya. *Hand sanitizer* berbahan

dasar alami dipilih karena dapat membunuh mikroorganisme tanpa menyebabkan kerusakan kulit permanen (Samingan, Mudatsir, & Atmaja, 2017).

Pala merupakan tanaman tropis yang banyak ditemukan di Indonesia, terutama di Pulau Banda dan Maluku. Pala umumnya dapat tumbuh di daerah tropis pada ketinggian di atas 700 m dpl dengan kondisi suhu lembab dan panas, curah hujan berkisar 2.000-3.500 mm (Octavia, 2016). Tanaman golongan rempah ini bernilai ekonomis dan bersifat multiguna karena setiap bagiannya (biji, buah, dan kulit) dapat dimanfaatkan dalam berbagai kepentingan industri (Ansory, Fitriani, & Nilawati, 2020).

Hasil isolasi minyak pala segar mengandung minyak atsiri sebesar 2,16% dengan komposisi senyawa antara lain β -pinea, kamfena, α -pinea, limonena, safrol, eugenol, myristisin, dan lain-lain. Kandungan senyawa tersebut dapat bertindak sebagai antimikroba untuk bakteri ataupun jamur. Isolasi minyaknya dilakukan melalui proses destilasi (Cui, *et al.*, 2015).

Berdasarkan penelitian (Agustin & Taihuttu, 2021), pengujian sifat fisik dari sediaan *hand sanitizer* minyak biji pala menghasilkan kestabilan sifat fisik yang paling efektif adalah pada konsentrasi minyak biji pala sebesar 25%. Dari hasil tersebut maka penulis ingin melakukan pengujian efektivitasnya terhadap antibakteri yang dapat diaplikasikan pada kulit secara berulang.

METODE

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah pala (*Myristica fragrans* Houtt), yang diperoleh dari Desa Rutong, Kec. Leitimur Selatan, Kota Ambon, carbopol 940 (Brataco), methyl paraben (Brataco), triethanolamine (Brataco), glycerin (OneMed), air suling, bakteri gram positif dan gram negatif meliputi *Eschericia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Propinibacterium acnes*, dan *Pseudomonas aueruginosa* (Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Sains UNPATTI), *paper blank disk* (Oxoid), medium *Nutrient Agar* (Merck), medium Mueller Hinton Agar (Oxoid), preparat *hand sanitizer* yang beredar di pasaran (Antis).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan digital (Ohaus), *hot-plate stirrer*, inkubator (Memmert), autoklaf (All American), satu set gelas, mikropipet, aluminium foil, bungkus plastik, cawan petri, jarum Ose, spatula, pinset, kasa dan kapas, Bunsen burner, *tips* kuning dan biru, *vortex mixer*, *mixer*, dan botol gel.

Isolasi Minyak Atsiri Biji Pala

Biji pala yang sudah dikeringkan dan diperkecil ukurannya (0,3-0,5 cm) ditimbang sebanyak 4 kg kemudian dimasukkan ke dalam ketel distilasi. Isolasi minyak biji pala dilakukan dengan metode distilasi uap. Hasil isolasi minyak disimpan dalam suhu 4°C dan selanjutnya dilakukan analisa senyawa yang terkandung di dalamnya dengan menggunakan Kromatografi gas-spektrometer massa (GC-MS) (Agustin & Taihuttu, 2021).

Formulasi Gel Hand sanitizer

Disiapkan tiga formula sesuai komposisi di Tabel 1. Carbopol 940 sebanyak 0,1 g diencerkan dalam 5 mL air suling pada 70°C sampai benar-benar larut. Metil paraben ditambahkan sebanyak 0,02 g. Minyak pala dilarutkan dalam gliserin, kemudian dimasukkan ke dalam larutan Carbopol.

Tabel 1. Formulasi gel *hand sanitizer*

Komponen (%)	Kontrol (-)	F1 (15%)	F2 (20%)	F3 (25%)
Minyak biji pala	-	15%	20%	25%
Carbopol-940	1%	1%	1%	1%
TEA	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
Metil paraben	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Gliserin	15%	15%	15%	15%
Akuades steril	10 mL	10 mL	10 mL	10 mL

Uji Aktivitas Antibakteri

Pada pengujian aktivitas antibakteri digunakan metode difusi cakram. Prosedur pengujian meliputi sterilisasi alat dan bahan, preparasi media agar Mueller Hinton dan preparasi bakteri. Media *Mueller Hinton Agar* (MHA) dituang secara aseptik ke dalam cawan Petri yang telah disterilkan sebanyak 15 mL, kemudian dibiarkan memadat. Bakteri uji yang digunakan digoreskan ke dalam media, kemudian diletakkan kertas cakram yang sebelumnya telah dicelupkan ke dalam sediaan gel (konsentrasi 15%, 20%, dan 25%), kontrol negatif (gel basis tanpa minyak biji pala), dan kontrol positif (produk *hand sanitizer* yang telah beredar di pasaran) selama 15 menit. Jarak kertas cakram dari tepi cawan petri minimal 20 mm kemudian diinkubasi pada suhu 37°C ke dalam inkubator selama 1x24 jam. Perlakuan ini dilakukan 3 kali dan diambil rata-rata.

Pengukuran Daya Hambat Antibakteri

Pengamatan dan pengukuran daya hambat antibakteri dilakukan setelah inkubasi 1x24 jam pada suhu 37°C. Zona resistensi pada media kultur diukur dengan jangka sorong (Rita *et al.*, 2017) dan dibandingkan dengan tabel kategori penghambatan antimikroba berdasarkan pada pustaka (Tabel 2).

Campuran diaduk hingga homogen. Trietanolamin (TEA) secara bertahap ditambahkan ke dalam larutan dengan meningkatkan kecepatan pengadukan sampai terbentuk gel yang homogen, sisa air suling ditambahkan ke dalam larutan (Astuti, Husni, & Hartono, 2017).

Peremajaan Bakteri

Media *Nutrient Agar* (NA) yang telah dibuat dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dimiringkan. Setelah media *nutrient agar* (NA) memadat, diambil masing-masing 1 ose masing-masing isolat bakteri uji (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Propionibacterium acnes*, dan *Pseudomonas aeruginosa*) dengan menggunakan ose steril kemudian digoreskan pada masing-masing permukaan media *nutrient agar* (NA) kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Hidayawati, 2018).

Tabel 2. Kategori penghambatan antimikroba berdasarkan diameter zona hambat menurut Davis dan Stout (1971)

Diameter (mm)	Kategori Penghambatan
≤ 5 mm	Lemah
5 – 10 mm	Sedang
10-20 mm	Kuat
≥ 20 mm	Sangat Kuat

Pustaka: (Patricia & Mahatmanti, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis kimia minyak biji pala dengan GC-MS teridentifikasi sebelas senyawa yang terdiri dari α-pinene (21%), sabinene (17,68%), β-myrcene (8,76%), 1-limonene (14,72%), terpinene (4,95%), 1-4-terpineol (6,10%), α-terpineol (1,95%), eugenol (5,28%), safrol (6,21%), myristicin (10,95%), dan etil ftalat (2,42%). Dari hasil identifikasi diperoleh bahwa senyawa yang paling banyak terkandung dalam minyak biji pala adalah senyawa α-pinene (Tabel 3).

Hasil GC-MS pada Gambar 2 menunjukkan beberapa puncak tinggi pada kromatogram. Semakin tinggi puncak, semakin besar luas (konsentrasi) komponen kimia tersebut. Beberapa bahan yang telah dikonfirmasi sebagai senyawa antibakteri seperti sabinene, α-pinene, β-myrcene, myristicin, limonene, eugenol, safrole, dan terpineol telah menunjukkan aktivitas antimikroba

yang kuat terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram negatif (Gupta & Rajpurohit, 2011).

Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam minyak biji pala banyak mengandung golongan monoterpen dengan dua golongan utama yang terkandung lainnya yaitu

alkohol dan aromatik, sejalan dengan penelitian Pareta (2022). Komponen utama pada minyak atsiri ini berpotensi untuk membunuh dan mencegah penyebaran jenis bakteri tertentu, salah satunya adalah *Staphylococcus aureus* (Pareta, 2022).

Tabel 3. Hasil analisis minyak biji pala dengan GC-MS

Puncak	Nama Senyawa	Rumus Molekul	Presentase (%)	Golongan Senyawa
1	α -pinene	C ₁₀ H ₂₆	21,00	Monoterpen
2	Sabinene	C ₁₀ H ₂₆	17,68	Monoterpen
3	β -myrcene	C ₁₀ H ₂₆	8,76	Monoterpen
4	1-limonene	C ₁₀ H ₂₆	14,72	Monoterpen
5	Terpinene	C ₁₀ H ₂₆	4,95	Monoterpen
6	1-4-terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	6,10	Alkohol
7	α -terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	1,95	Alkohol
8	Eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	5,28	Aromatik
9	Safrole	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	6,21	Aromatik
10	Myristicin	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	10,95	Aromatik
11	Ethyl phthalate	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	2,42	Aromatik

Formulasi gel pembersih tangan dilakukan dengan menggunakan basis Carbopol 940 sebagai agen pembentuk gel, TEA sebagai bahan alkali, metil paraben untuk mencegah kontaminasi mikroba - karena kandungan air yang tinggi dari sediaan ini, penambahan gliserin sebagai humektan dan emolien (Astuti, Husni, & Hartono, 2017). Dari formulasi tersebut diperoleh gel *hand sanitizer* berwarna putih dan memiliki aroma khas pala, semakin besar konsentrasi minyak pala yang diberikan maka aroma pala yang diperoleh semakin kuat (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil formulasi gel *hand sanitizer* minyak biji pala

Suatu zat dikatakan memiliki aktivitas antibakteri apabila zat tersebut dapat membunuh atau mengurangi efek dari bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif. Aktivitas antibakteri *hand sanitizer* minyak pala (*Myristica fragrans* Houtt) dengan berbagai konsentrasi disajikan pada Tabel 4. Hasil ini menunjukkan bahwa *hand sanitizer* minyak pala aktif menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Propionibacterium acne*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Namun, berdasarkan hasil tersebut terdapat zona hambat pada kontrol negatif terhadap bakteri dan pada

bakteri *E. coli* memiliki daya hambat lebih besar dibandingkan bakteri lainnya. Kontrol negatif yang digunakan terdiri dari basis gel tanpa penambahan minyak pala, diharapkan komponen basis gel tersebut tidak dapat mempengaruhi terjadinya penghambatan bakteri, namun ternyata komponen basis gel memberikan zona hambat pada bakteri. Hal ini dikarenakan adanya reaksi silang antara metil paraben dengan gliserin yang seharusnya digunakan sebagai pengawet gel menjadi bertindak sebagai antibakteri yang memberikan zona hambat pada kontrol negatif (Sumiati, Masaenah, & Asriyani, 2019).

Kontrol positif yang digunakan adalah salah satu merk *hand sanitizer* yang beredar di pasaran (Antis). Berdasarkan hasil uji daya hambat bahwa kontrol positif tidak memberikan daya hambat yang lebih baik dari kontrol negatif maupun kelompok perlakuan.

Meskipun sediaan gel yang dibuat memiliki nilai zona hambat yang cukup kecil sehingga lemah dalam menghambat keempat bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif tersebut, tetapi tetap aktif dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Dari hasil keseluruhan dapat diketahui bahwa gel *hand sanitizer* pada konsentrasi minyak pala 15% (F1) memberikan zona hambat yang lebih besar dibandingkan konsentrasi lainnya (20% dan 25%). Terjadi penurunan daya hambat dengan bertambahnya konsentrasi karena adanya resistensi bakteri terhadap bahan-bahan dalam gel. Resistensi bakteri dapat terjadi karena bakteri mulai beradaptasi dan bertahan terhadap senyawa antibakteri yang bekerja pada gel.

Antibakteri dikelompokkan menjadi dua, yaitu bakteriostatik dan bakterisida. Bakteriostatik merupakan kelompok senyawa antibakteri yang bekerja hanya menghambat pertumbuhan bakteri

jika senyawa tersebut diberikan secara terus-menerus (Rita *et al.*, 2017) dan bakteri akan kembali aktif apabila antibakterinya telah habis, ditunjukkan dengan berkurangnya diameter zona hambat (Widowati, Handayani, & Lasdi, 2019). Sedangkan pada bakterisida diameter zona hambat akan tetap bertambah meskipun pemberian senyawa antibakteri dihentikan karena senyawa antibakteri dapat membunuh dan menghentikan aktivitas fisiologis bakteri (Oulkheir *et al.*, 2017).

Terjadinya perbedaan diameter pada zona hambat dapat dipengaruhi oleh jenis bakteri uji yang digunakan. Setiap bakteri memiliki kepekaan yang berbeda, sedangkan pada senyawa antibakteri, bakteri akan membentuk resistensi dengan sendirinya untuk mempertahankan hidupnya (Shintawati, Rina, & Emaya, 2020).

Data hasil yang diperoleh dari uji inhibisi gel hand sanitizer minyak pala kemudian dilakukan uji *One-way ANOVA* dengan SPSS. Hasil uji *One-way ANOVA* mengenai aktivitas antibakteri gel hand sanitizer minyak pala diperoleh nilai signifikansi $p > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa gel hand sanitizer minyak pala tidak berpengaruh atau tidak berbeda nyata pada pertumbuhan *E. coli*, *S. aureus*, *P. acne*, dan *P. aeruginosa*. Hal ini juga terjadi pada kontrol positif.

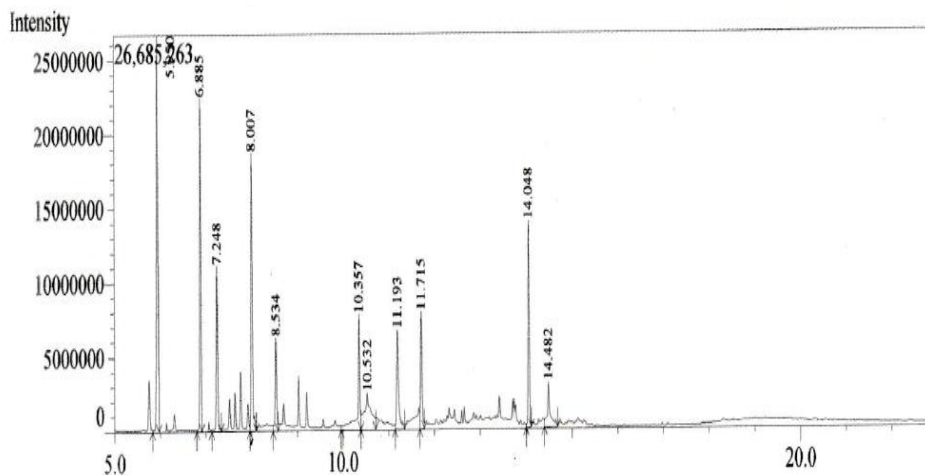
Aktivitas penghambatan gel hand sanitizer minyak pala dinilai lemah (≤ 5 mm) karena gel memiliki konsistensi yang kental, sehingga dapat mempengaruhi daya kapiler kertas cakram. Konsentrasi suspensi bakteri yang digunakan juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penghambatan pertumbuhan bakteri oleh formula (Lemes, *et al.*, 2018). Karakteristik bakteri yang meliputi umur, jenis, dan keadaan bakteri juga dapat mempengaruhi aktivitas penghambatan gel hand sanitizer minyak pala.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa gel hand sanitizer minyak biji pala menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri gram positif maupun gram negatif, antara lain *E. coli*, *S. aureus*, *P. acne*, dan *P. aeruginosa*, dengan zona hambat paling baik pada F1 (mengandung konsentrasi minyak biji pala 15%) jika dibandingkan dengan formula lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura yang telah mendukung dan menyediakan dana dalam pelaksanaan penelitian ini.



Gambar 2. Hasil kromatogram dari analisa GC-MS minyak biji pala

Tabel 4. Hasil uji aktivitas antibakteri

Bakteri	Diameter Hambat (mm)				
	F1 (15%)	F2 (20%)	F3 (25%)	Kontrol (-)	Kontrol (+)
<i>Escherichia coli</i>	1,42	0,99	0,75	1,05	0,27
<i>Staphylococcus aureus</i>	1,35	0,83	0,29	1,06	0,00
<i>Propinibacterium acne</i>	0,56	0,33	0,50	0,40	0,20
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1,67	0,69	0,67	1,52	0,21

DAFTAR PUSTAKA

Agustin, R.D. and Taihuttu, Y.M., 2021, Formulation and Physical Stability Test of Hand Sanitizer Based on Nutmeg Oil (*Myristica fragrans* Houtt), *IOP Conference Series: Earth and*

Environmental Science, 800(012032), doi:10.1088/1755-1315/800/1/012032

- Ansory, H.M., Fitriani, I.N. and Nilawati, A., 2020, Chemical Separation and Antibacterial Activity of Nutmeg Seed Essential Oil against *Shigella* sp. and *Escherichia coli* ATCC 25922, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 846(1): 012005, DOI 10.1088/1757-899X/846/1/012005
- Arrizqiyani, T., Sonjaya, N. And Asty, A., 2017, Optimalisasi Potensi Tanaman Pala sebagai Antibakteri *Escherichia coli* Menggunakan Metode Ekstraksi, *Prosiding Seminar Nasional*, (September): 375-382; <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/view/2890>
- Astuti, D. P., Husni, P. and Hartono, K., 2017, Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Antiseptik Tangan Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller), *Farmaka*, 15(1): 176-184, doi: <https://doi.org/10.24198/jf.v15i1.13252>
- Black, R., Cousens, S., Johnson, H., Lawn, J., Rudan, I., Bassani, D. and Mathers, C., 2010, Global, Regional, and National Causes of Child Mortality in 2008: A Systematic Analysis, *The Lancet*, 375(9730): 1969-1987.
- Cui, H., Zhang, X., Zhou, H., Zhao, C., Xiao, Z., Lin, L. and Li, C. 2015, Antibacterial Properties of Nutmeg Oil in Pork and Its Possible Mechanism, *Journal of Food Safety*, Feb(2015): 18, <https://doi.org/10.1111/jfs.12184>
- Desiyanto, F.A. and Djannah, S.N., 2013, Efektivitas Mencuci Tangan Menggunakan Cairan Pembersih Tangan Antiseptik (Hand Sanitizer) Terhadap Jumlah Angka Kuman, *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*, 7(2): 75-82, DOI: <http://dx.doi.org/10.12928/kesmas.v7i2.1041>
- Gupta, A.D. and Rajpurohit, D., 2011, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Nutmeg (*Myristica fragrans*), *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, April (2011): 831-839, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10098>
- Gusti and Abbasiah, 2020, Hubungan Perilaku Kebersihan Perorangan dan Lingkungan Serta Status Gizi dengan Kejadian Infeksi pada Anak Usia Sekolah di Sekolah Dasar Kota Jambi, *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 20(1): 232-236, DOI: <http://dx.doi.org/10.33087/jiubj.v20i1.878>
- Hidayawati, E., 2018, "Optimasi Sediaan Gel Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe var. rubrum) Menggunakan Gelling Agent Carbopol dan Humektan Propilen Glikol dengan Metode Simplex Latic Design", *Skripsi*, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lemes, R.S., Alves, C.C., Estevam, E.B., Santiago, M.B., Martins, C.H., Santos, T.C. and Miranda, A.M., 2018, Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils from *Citrus aurantiifolia* Leaves and Fruit Peel Against Oral Pathogenic Bacteria, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90: 1285-1292, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201820170847>
- Octavia, N., 2016, "Formulasi Sediaan Gel Hand Sanitizer Minyak Atsiri Pala (*Myristica fragrans* Hoult.): Uji Stabilitas Fisik dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*", *Skripsi*, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Oulkheir, S., Aghrouch, M., El Mourabit, F., Dalha, F. and Graich, H., 2017, Antibacterial Activity of Essential Oils Extracts from Cinnamon, Thyme, Clove and Geranium Against a Gram Negative and Gram Positive Pathogenic Bacteria, *Journal of Diseases and Medicinal Plants, Special Issue: New Vistas of Research in Ayurveda System of Medicine*, 3(1):1-5, DOI: 10.11648/j.jdmp.s.2017030201.11
- Pareta, D.N., 2022, Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Minyak Atsiri Biji Pala (*Myristica fragrans* Hoult) Menggunakan Metode GC-MS, *Majalah Info Sains*, 3(2): 100-102, DOI: <https://doi.org/10.55724/jis.v3i2.66>
- Patricia, A.D. and Mahatmanti, F.W., 2019, Uji Daya Antibakteri Gel Hand Sanitizer Minyak Atsiri Seledri (*Apium graveolens*), *Journal Chemistry Science*, 8(1): 29-33.
- Rita, W.S., Suirta, I.W., Prisanti, P. and Utami, P., 2017, Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Rimpang Jeringau (*Acorus calamus* Linn.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, *Cakra Kimia*, 5(2): 130-136.
- Rundengan, C.H. and Simbala, H., 2017, Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pinang Yaki (*Areca Vestitaria*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pharmakon*, 6(1): 37-46.
- Samangan, Mudatsir and Atmaja, T.H., 2017, Effect of The Concentration of Pala (*Myristica fragrans*) Ethanol Extract on The Inhibition of *Staphylococcus aureus*, *Jurnal EduBio Tropika*, 5(1): 1-8.
- Shintawati, Rina, O. and Emaya, D., 2020, Sifat Antimikroba dan Pengaruh Perlakuan Bahan Baku terhadap Rendemen Minyak Sereh Wangi, *Jurnal Sylva Lestari*, 8(3): 411-419, DOI: <https://doi.org/10.23960/jsl38411-419>
- Sinanto, R.A. and Djannah, S.N., 2020, Efektivitas Cuci Tangan Menggunakan Sabun Sebagai Upaya Pencegahan Infeksi: Tinjauan Literatur, *Jurnal Kesehatan Karya Husada*, 8(2): 19-33, DOI: <https://doi.org/10.36577/jkkh.v8i2.403>
- Sumiati, T., Masaenah, E and Asriyani, L., 2019, Analisis Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Ekstrak Etanol 70% Daun Kemangi (*Ocimum americanum* L.) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*, *Jurnal Farmamedika*, 4(1): 1-10, DOI: <https://doi.org/10.47219/ath.v4i1.52>
- Suradnyana, I.G., Wirata, I.K. and Suen, N.M., 2020, Optimasi Gelling Agent dan Humektan Gel Handsanitizer Minyak Atsiri Daun Jeruk Limau (*Citrus amblycarpa* (Hassk.) Ochs.), *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 6(1): 15-22, DOI: <https://doi.org/10.36733/medicamento.v6i1.716>
- Widowati, R., Handayani, S. and Lasdi, I., 2019, Aktivitas Antibakteri Minyak Nilam (*Pogostemon cablin*) Terhadap Beberapa Spesies Bakteri Uji, *Pro-Life*, 6(3):244, DOI: <https://doi.org/10.33541/jpvol6Iss2pp102>
- Wijana, S., Pratama, E., Rahmah, N. and Arwani, M., 2020, Hand Sanitizer Formulation Using Orange Peel Essential Oil, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 524(1):1-5, DOI:10.1088/1755-1315/524/1/012021