

Efek Antibakteri dari Kombinasi Minyak Atsiri Masoyi dan Kayu Manis

by Rollando S. Farm

Submission date: 29-Oct-2019 06:46PM (UTC-0700)

Submission ID: 1203202155

File name: tibakteri_dari_Kombinasi_Minyak_Atsiri_Masoyi_dan_Kayu_Manis.pdf (463.52K)

Word count: 4135

Character count: 23811

Efek Antibakteri dari Kombinasi Minyak Atsiri Masoyi dan Kayu Manis

Antibacterial Effect of Massoia and Cinnamon Essential Oil

Rollando Rollando¹, Rehmadata Sitepu

, Indonesia

*E-mail: ro.rollando@machung.ac.id

Diterima: 28 September 2017

Direvisi: 5 Januari 2018

Disetujui: 5 Februari 2018

Abstrak

Minyak atsiri telah digunakan secara luas dalam pengobatan dan industri sebagai antibakteri, antifungi, antivirus, antioksidan, dan insektisida. Peningkatan pemanfaatan minyak atsiri sebagai alternatif pengobatan mendorong bertambahnya penelitian minyak atsiri secara *in vitro* dan *in vivo*. Tanaman kayu manis dengan kandungan utama sinamaldehid serta masoyi dengan kandungan utama massoia lakton dapat berperan sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri pada kombinasi minyak atsiri masoyi dan kayu manis pada bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa*. Penelitian mencakup penapisan aktivitas antibakteri dan uji antibakteri. Penapisan aktivitas antibakteri menggunakan metode Kirby-Bauer bertujuan untuk menemukan konsentrasi uji dari kombinasi minyak atsiri masoyi dan kayu manis sebagai antibakteri. Aktivitas antibakteri dilakukan dengan penentuan konsentrasi KHM₅₀, KHM₉₀, dan KBM menggunakan metode mikrodilusi. Hasil uji Kirby-Bauer menunjukkan kombinasi minyak atsiri dengan konsentrasi 5% masoyi dan 10% kayu manis memiliki aktivitas antibakteri tertinggi pada bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa* dan memiliki sifat bakterisidal.

Kata kunci: Minyak atsiri; Masoyi; Kayu manis; Antibakteri.

Abstract

Essential oils had been used as antibacterial, antifungal, antiviral, antioxidant and insecticidal in medicine and industry. Increasing the usage of essential oils as an alternative medication also lead more research of essential oils *in vivo* and *in vitro*. Cinnamon with cynamaldehyde as a main active substance and masoyi with massoia lactone as a main active substance have antibacterial activity. This research aims to know the antibacterial activity of masoyi and cinnamon essential oils combination in *E. coli*, *S. aureus*, and *P. aeruginosa* bacteria. The research encompasses antibacterial activity screening and antibacterial evaluation. The aims of essential oil activity screening using Kirby-Bauer method is to find the optimum concentration of masoyi and cinnamon essential oils combination. Determination of MIC₅₀, MIC₉₀, and MBC concentration is using microdilution method. Kirby-Bauer test results showed the highest inhibitory concentration that had bactericidal effect to *E. coli*, *S. aureus*, and *P. aeruginosa* were the combination of 5% masoyi and 10% cinnamon.

Keywords: Essential oil; Masoyi; Cinnamon; Antibacteria.

PENDAHULUAN

Tumbuhan menghasilkan beragam metabolit sekunder yang digunakan dalam mekanisme pertahanan terhadap predator dan mikroorganisme patogen.¹ Terdapat sekitar 100.000 metabolit sekunder yang telah diketahui strukturnya terlibat dalam sistem pertahanan tumbuhan dan merupakan reaksi tanaman terhadap predator sepanjang jutaan tahun dalam proses evolusi. Tiga kelompok utama dari metabolit sekunder yaitu terpen, fenilpropenoida, dan senyawa yang memiliki atom N dan S.² Diantara metabolit sekunder tersebut diperkirakan lebih dari 3.000 jenis minyak atsiri telah diketahui dan sekitar 300 jenis minyak atsiri telah diproduksi secara komersial dan digunakan oleh industri makanan dan parfum.²

Minyak atsiri adalah zat yang mudah menguap dengan konsistensi berminyak yang diproduksi oleh tanaman.³ Minyak atsiri bisa berbentuk cair pada suhu kamar meskipun beberapa diantaranya padat dan menunjukkan warna yang berbeda mulai dari kuning pucat hingga hijau zamrud dan biru sampai merah kecoklatan gelap.³ Minyak atsiri disintesis oleh semua organ tanaman yaitu kuncup, bunga, daun, batang, ranting, biji, buah, akar, dan kayu atau kulit kayu untuk disimpan di sel sekretori, rongga, kanal, sel epidermis, atau kelenjar trikoma.³ Beberapa teknik dapat digunakan untuk mengekstrak minyak atsiri dari berbagai bagian tanaman seperti distilasi air atau uap, ekstraksi menggunakan pelarut, cairan superkritis, dan ekstraksi air subkritis.⁴

Sebagian besar aktivitas antimikroba minyak atsiri ditemukan pada terpenoid yang teroksidasi seperti alkohol dan terpen fenolik serta beberapa hidrokarbon.⁵ Interaksi antar komponen tersebut dapat menyebabkan efek antagonis, aditif, atau sinergis. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri secara keseluruhan memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi daripada campuran komponen utama mereka, sehingga komponen minor sangat penting untuk aktivitas sinergis, meskipun efek antagonis dan aditif juga telah diteliti.⁶

Salah satu tanaman yang digunakan

sebagai antibakteri adalah tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmanni*) dan masoyi (*Massoia aromatica*). Kandungan kayu manis antara lain

%, sinamilasetat %, %, benzilbenzoat %, sedangkan masoyi mengandung massoia laktone. Kandungan minyak atsiri kayu manis dan masoyi seperti sinamaldehyd, eugenol, dan massoia laktone dapat berperan sebagai senyawa antibakteri.⁷

Kombinasi minyak atsiri, baik tunggal atau campuran dari komponen utama yang dimurnikan dapat memengaruhi beberapa proses biokimia pada bakteri yang menghasilkan efek antibakteri interaktif. Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan minat penggunaan agen antimikroba alami baik secara tunggal atau kombinasi untuk mengendalikan bakteri. Mengingat temuan tersebut, tujuan penelitian ini untuk meninjau aktivitas antimikroba dari kombinasi minyak atsiri dengan parameter aktivitas antibakteri yaitu

Penelitian ini merupakan yang bersifat eksploratif dalam mencari efek kombinasi minyak atsiri masoyi dan kayu manis sebagai antibakteri sehingga dapat digunakan sebagai salah satu alternatif sumber antibiotik dari alam.

METODE

Desain dengan dengan acak lengkap. Kegiatan dilakukan adalah pembuatan seri konsentrasi uji, penapisan aktivitas antibakteri, dan uji antibakteri.

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan adalah vial, tabung ependorf, autoklaf (AC-300AE, Tiyoda Manufacturing Co. Ltd.), kotak aseptik, cawan petri, ose, plug, lampu Bunsen, shaking incubator, paper disc, microtiter plate 96-well, pinset, mikropipet, blue tip dan yellow tip, inkubator (Sakura, Jepang).

dan dianalisis menggunakan analisis probit.

Penentuan nilai KBM dilakukan dengan menggosokkan cairan dari tiap *microtiter plate 96-well* pada media NA steril tanpa penambahan mikroba dan senyawa uji. Goresan pada media NA yang terlihat jernih setelah inkubasi ditetapkan sebagai nilai KBM.

Analisis data

Senyawa dikatakan memiliki aktivitas antimikroba jika pada kadar yang diberikan dapat menghambat pertumbuhan mikroba uji pada media yang ditandai dengan adanya zona hambatan di sekitar zat tersebut.

Analisis prosentase penghambatan pertumbuhan bakteri uji dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ penghambatan} = \frac{(OD \text{ kontrol bakteri} - (OD \text{ minyak atsiri} - OD \text{ kontrol minyak atsiri}))}{OD \text{ kontrol bakteri}} \times 100\%$$

Keterangan: OD = *Optical Density* yang diamati pada panjang gelombang 595 nm, kemudian dianalisis menggunakan metode Litchfield dan Wilcoxon (analisis probit). Nilai KBM dinyatakan sebagai konsentrasi terkecil pada bekas goresan larutan uji yang tidak menunjukkan adanya pertumbuhan mikroba uji setelah inkubasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kirby-Bauer merupakan uji untuk menentukan aktivitas agen antimikroba menggunakan cakram kertas.⁹ Variabel kontrol pada uji Kirby-Bauer yang diterapkan adalah volume bakteri 500 µL, volume media agar 10 mL dan volume minyak atsiri uji 1 µL. Bakteri yang digunakan dalam uji Kirby-Bauer adalah *E. coli*, *P. aeruginosa*, dan *S. aureus*.

Berdasarkan tabel 1, zona jernih pada kontrol positif sebesar 0,8 ± 0,04 cm. Streptomisin sebagai kontrol positif merupakan antibiotik golongan aminoglikosida yang bekerja dengan cara menghentikan produksi protein penting yang dibutuhkan bakteri untuk bertahan hidup.¹⁰ Pada kontrol negatif tidak ada zona jernih karena hanya terdapat pelarut.

Tabel 1. Penapisan aktivitas antibakteri minyak atsiri

Perlakuan	Rata-rata zona jernih (cm)		
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>
Kontrol positif	0,8±0,04	0,78±0,08	0,87±0,08
Kontrol negatif	0	0	0
5% Masoyi	0,7±0,11	0,77±0,05	0,73±0,09
10% Masoyi	0,7±0,02	0,75±0,03	0,76±0,10
5% Kayu manis	0,67±0,24	0,86±0,05	0,78±0,08
10% Kayu manis	0,89±0,24	1,26±0,26	0,95±0,07
Kombinasi 5% Masoyi dan 5% Kayu manis	0,82±0,36	0,98±0,08	0,98±0,08
Kombinasi 5% Masoyi dan 10% Kayu manis	1,06±0,15	1,32±0,06	1,07±0,07
Kombinasi 10% Masoyi dan 5% Kayu manis	0,98±0,36	0,99±0,16	0,97±0,08



Gambar 1. Hasil uji *disc diffusion* fraksi terhadap bakteri *E. coli*

Uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. coli* dilakukan dengan pemberian minyak atsiri tunggal dan kombinasi (Tabel 1). Pada pemberian minyak atsiri tunggal konsentrasi 5%, masoyi memiliki zona jernih lebih besar dibandingkan dengan kayu manis yaitu 0,7 ± 0,11 cm dan 0,67 ± 0,24 cm. Sedangkan pemberian konsentrasi 10%, zona jernih kayu manis lebih besar dibanding masoyi yaitu 0,89 ± 0,24 cm dan 0,7 ± 0,02 cm. Pemberian kombinasi menunjukkan hasil zona jernih yang lebih besar dibanding pemberian tunggal. Urutan zona jernih dari diameter paling kecil yaitu kombinasi minyak atsiri masoyi 5% dan kayu manis 5%, minyak atsiri masoyi 10% dan kayu manis 5%, dan minyak atsiri masoyi 5% dan kayu manis 10% yaitu sebesar 0,82 ± 0,36 cm, 0,98 ± 0,36 cm, dan 1,06 ± 0,15 cm (Gambar 1).

Penapisan aktivitas antibakteri pada bakteri *P. aeruginosa*, zona jernih pada kontrol positif sebesar 0,78 ± 0,08 cm sedangkan kontrol negatif menunjukkan tidak ada zona jernih karena hanya terdapat basis. Pemberian tunggal minyak atsiri masoyi dan kayu manis konsentrasi 5% dan 10% menunjukkan masoyi memiliki zona

jernih lebih kecil dibandingkan dengan kayu manis. Pemberian kombinasi menunjukkan hasil zona jernih yang lebih besar dibanding pemberian tunggal. Urutan zona jernih dari diameter paling kecil yaitu kombinasi minyak atsiri masoyi 5% dan kayu manis 5%, minyak atsiri masoyi 10% dan kayu manis 5%, dan minyak atsiri masoyi 5% dan kayu manis 10% yaitu sebesar $0,98 \pm 0,08$ cm, $0,99 \pm 0,16$ cm, dan $1,32 \pm 0,06$ cm.

Penapisan aktivitas antibakteri pada bakteri *S.aureus*, zona jernih pada kontrol positif sebesar $0,87 \pm 0,08$ cm sedangkan kontrol negatif tidak ada zona jernih. Pemberian minyak atsiri tunggal dengan konsentrasi 5% dan 10% masoyi memiliki zona jernih lebih kecil dibandingkan dengan kayu manis. Pemberian kombinasi menunjukkan hasil zona jernih yang lebih besar dibanding pemberian tunggal. Urutan zona jernih dari diameter paling kecil yaitu kombinasi minyak atsiri masoyi 10% dan kayu manis 5%, minyak atsiri masoyi 5% dan kayu manis 5%, dan minyak atsiri masoyi 5% dan kayu manis 10%.

Berdasarkan uraian diatas, kombinasi minyak atsiri masoyi 5% dan kayu manis 10% memiliki aktivitas paling baik dalam menghambat bakteri uji *E. coli*, *P. aeruginosa*, dan *S. aureus*. Setelah itu dilakukan uji statistik untuk mengetahui hubungan yang terjadi dari setiap perlakuan. Hasil uji statistik dengan *Shapiro test* pada ketiga bakteri memperoleh nilai *p-value* semua perlakuan

data bersifat normal. Uji tukey dilakukan sebagai uji lanjutan sehingga diperoleh *boxplot* yang menunjukkan hubungan dari setiap perlakuan.

Boxplot dan hasil uji statistik pada bakteri *E. coli*, menunjukkan semua perlakuan tidak berbeda signifikan, sehingga aktivitas dari setiap perlakuan tidak berbeda bermakna dengan kontrol positif. Hasil uji statistik pada bakteri *P. aeruginosa* dan dari parameter *boxplot* diketahui bahwa perlakuan 10% kayu manis serta kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis terhadap kontrol positif memiliki hasil berbeda signifikan dimana aktivitas 10% kayu manis dan kombinasi 5%

masoyi dan 10% kayu manis lebih besar daripada kontrol positif.

Hasil uji statistik pada bakteri *S. aureus* pada setiap perlakuan menunjukkan hasil tidak berbeda signifikan dengan kontrol positif. Hasil perbandingan aktivitas antara kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis dengan 5% masoyi menunjukkan hasil yang berbeda dimana kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis memiliki aktivitas lebih besar daripada 5% masoyi. Berdasarkan hasil uji statistik dari ketiga bakteri dapat ditentukan bahwa kombinasi minyak atsiri 5% masoyi dan 10% kayu manis memiliki aktivitas paling baik dibandingkan dengan perlakuan lain.

Uji antibakteri dilakukan menggunakan metode mikrodilusi. Metode mikrodilusi merupakan pengembangan dari metode dilusi cair yang menggunakan media, bakteri uji, dan senyawa dalam jumlah sedikit serta menggunakan alat *microplate 96 wells*. Kekeruhan yang diamati merupakan nilai kerapatan optik hasil pembacaan *microplate 96 wells* menggunakan *microplate reader* yang diaplikasikan dalam nilai absorbansi.

Kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis mempunyai kemampuan membunuh bakteri atau nilai KBM yang lebih aktif daripada perlakuan yang lain terhadap bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa* (Tabel 2).

Rasio KBM:KHM dapat digunakan sebagai tolok ukur penentuan sifat bakteristatik dan bakterisidal dari suatu senyawa. Bakteristatik digunakan untuk menyebut agen antibakteri yang mampu mencegah pertumbuhan bakteri. Bakterisidal merupakan konsentrasi minimum antibakteri yang mampu membunuh $\geq 99,9\%$ ($3 \log_{10}$) pertumbuhan bakteri setelah inkubasi selama 18-24 jam dalam media cair.¹¹

Uji antibakteri secara garis besar menunjukkan bahwa kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis lebih aktif dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal tersebut ditunjukkan dengan menganalisis nilai KHM₅₀ dan KHM₉₀ dari perlakuan. Kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis mempunyai nilai KHM₅₀ dan

Tabel 2 Nilai KHM₅₀, KHM₉₀, dan KBM

Perlakuan	Bakteri Uji								
	<i>E. coli</i>			<i>P. aeruginosa</i>			<i>S. aureus</i>		
	KHM ₅₀ (µg/mL)	KHM ₉₀ (µg/mL)	KBM (µg/mL)	KHM ₅₀ (µg/mL)	KHM ₉₀ (µg/mL)	KBM (µg/mL)	KHM ₅₀ (µg/mL)	KHM ₉₀ (µg/mL)	KBM (µg/mL)
Kontrol positif	1,34	8,98	29,00	1,23	9,87	40,00	2,87	9,88	40,00
5% Masoyi	3,87	37,84	40,00	2,83	26,99	40,00	1,78	18,92	40,00
10% Masoyi	3,98	39,77	40,00	2,07	21,93	40,00	1,99	19,23	40,00
5% Kayu Manis	3,34	28,98	40,00	2,83	27,93	40,00	1,92	18,92	40,00
10% Kayu Manis	1,82	19,92	40,00	2,34	21,23	40,00	1,88	19,28	40,00
Kombinasi 5% Masoyi dan 5% Kayu Manis	3,87	27,62	40,00	2,98	26,90	40,00	1,98	19,23	40,00
Kombinasi 5% Masoyi dan 10% Kayu Manis	1,30	9,87	29,00	1,87	10,87	29,00	1,82	9,73	29,00
Kombinasi 10% Masoyi dan 5% Kayu Manis	2,87	18,98	40,00	2,12	20,22	40,00	2,93	20,87	40,00

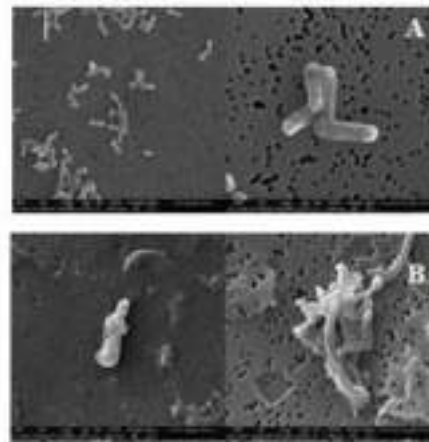
KHM₉₀ yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan yang lain (Tabel 2).

Senyawa bersifat bakterisidal jika memiliki rasio KBM:KHM₉₀ ≤ 4, bersifat bakteriostatik jika memiliki rasio KBM:KHM₉₀ ≥ 16, dan dikatakan toleran jika memiliki rasio KBM:KHM₉₀ sebesar 32.^{11,12} Rasio KBM:KHM₉₀ yang cukup besar menunjukkan sifat toleran dari bakteri uji terhadap gen antibakteri yang diujikan. Rasio KBM:KHM ≤ 4 menunjukkan bahwa semua konsentrasi perlakuan mempunyai sifat bakterisidal terhadap bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa*.

Pengamatan mikrofotograph (Gambar 2) pada bakteri *E. coli* dengan pemberian kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis pada konsentrasi KHM₉₀ menunjukkan perubahan struktur pada badan bakteri menjadi tidak beraturan dan terjadi agregasi dinding sel bakteri. Hal tersebut dapat disebabkan oleh rusaknya dinding sel bakteri sehingga tidak mampu untuk menahan tekanan osmotik dari lingkungan. Selain itu, agregasi pada bakteri *E. coli* dapat disebabkan overekspresi antigen 43.¹³

Berdasarkan penelitian, minyak atsiri memiliki potensi sebagai antibakteri yang mampu melawan bakteri nonresisten dan resisten. Pada umumnya, minyak atsiri bekerja dengan mengganggu integritas membran sel bakteri seperti menyebabkan kebocoran elektrolit dan komponen utama penyusun sel seperti protein, penurunan kadar gula dan ATP pada sel sehingga

menghambat pembentukan ATP. Senyawa bioaktif pada minyak atsiri menempel pada permukaan sel bakteri dan berpenetrasi melalui fosfolipid bilayer pada membran sel sehingga mengganggu integritas sel dan akan memengaruhi metabolisme sel tersebut.¹⁴



Gambar 2 Hasil pengamatan bakteri *E. coli* tanpa perlakuan minyak atsiri (A) dan bakteri *E. coli* dengan perlakuan 5% masoyi dan 10% kayu manis (B)

Minyak atsiri dapat bekerja lebih baik pada bakteri gram positif dibandingkan bakteri gram negatif karena [redacted] tebal dan [redacted]. Dinding sel pada bakteri gram negatif seperti *E. coli* mengandung banyak polisakarida sehingga dinding lebih keras dan membatasi kemampuan difusi dari senyawa hidrofobik minyak atsiri. Sedangkan pada

[REDACTED] tipis karena mengandung lebih sedikit liposakarida sehingga memudahkan senyawa hidrofobik dari minyak atsiri berdifusi ke membran sel bakteri.¹⁵

Komponen utama dari kayu manis adalah sinamaldehyd (92,0%), *α -Copaene* (4,10%), dan 3-fenil-2-propenilasetat (2,07%) sedangkan pada masoyi adalah massoia lakton (92,1%) dan benzilbenzoat (2,67%).⁷

Sinamaldehyd merupakan golongan fenilpropen yang memiliki gugus fenolik. Aktivitas sinamaldehyd lebih baik dibandingkan dengan eugenol sebagai antibakteri. Sinamaldehyd mampu masuk ke dalam fosfolipid bilayer pada sel bakteri sehingga dapat berikatan dengan protein yang mampu mengganggu fungsi normal sel tersebut. Sinamaldehyd juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri tanpa menghancurkan membran luar atau mendepleksi ATP intraselular dan mampu masuk ke dalam periplasma hingga bagian dalam sel. Berdasarkan jumlah konsentrasinya, sinamaldehyd memiliki tiga mekanisme kerja yaitu konsentrasi rendah dapat menghambat enzim yang terlibat dalam interaksi sitokin, konsentrasi tinggi dapat menjadi penghambat ATPase, dan konsentrasi letal dapat mengganggu membran sel dimana sinamaldehyd mampu mengubah susunan sel membran bakteri.¹⁶

Eugenol dapat mengubah susunan membran, memengaruhi transport ion dan ATP, serta mengganti susunan asam lemak. Senyawa eugenol juga mampu mengganggu enzim bakteri seperti ATPase, histidin karboksilase, amilase, dan protease. Eugenol memiliki aktivitas lebih baik melawan bakteri gram negatif dibanding gram positif. Pada struktur asam lemak, eugenol akan memberikan efek meningkatkan jumlah asam lemak jenuh serta menurunkan jumlah asam lemak tak jenuh pada membran bakteri sehingga dapat memberikan efek secara langsung pada membran luar dan enzim yang digunakan untuk sintesis asam lemak.¹⁷

Eugenol dan sinamaldehyd mampu memengaruhi protein dari bakteri yaitu dapat

menghambat pembentukan adenosin trifosfat dari dektrosa sehingga mengubah susunan membran sel, menghambat aktivitas dari ATPase, menghambat aktivitas ATPase yang ada pada membran, termasuk aktivitas transport protein yang bergantung pada ATP. Pada penelitian ini, dapat dibuktikan bahwa ada aktivitas antibakteri pada kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis dengan menghambat terbentuknya biofilm pada bakteri uji melalui penguraian biofilm yang matang menjadi kurang aktif.¹⁸

KESIMPULAN

Hasil uji menunjukkan bahwa kombinasi 5% masoyi dan 10% kayu manis mempunyai aktivitas antibakteri tertinggi terhadap bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa* dan bersifat bakterisidal.

[REDACTED] pengelola laboratorium kimia [REDACTED] farmasi Universitas Ma Chung yang telah mendukung dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

1. Schafer H, Wink M. Medicinally important secondary metabolites in recombinant microorganisms or plants: Progress in alkaloid biosynthesis. *Biotechnol J*. 2009 Dec; 4(12): 1684-703.
2. [REDACTED] UK: Sheffield Academic Press, 1999.
3. Pichersky E, Noel JP, Dudareva N. Biosynthesis of plant volatiles: Nature's diversity and ingenuity. *Science*. 2006 Feb; 311: 808-811.
4. Santesteban LA, Palou E, López-Malo A. Susceptibility of food-borne bacteria to binary combinations of antimicrobials at selected a(w) and pH. *J. Appl. Microbiol*. 2007 Aug; 102: 486-497.
5. Ben AA, Combes S, Preziosi-Belloy L, Gontard N, Chalier P. Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. *J. Appl. Microbiol*. 2006 Apr; 43: 149-154.
6. Bassolé JHN, Lamien-Meda A, Bayala B, Tiogo S, Franz C, Novak J, Nebié RC, Dicko

- MH. Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha spiperita* L. and *Ocimum basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination. *Molecules*. 2010 Nov (15): 7825–7839.
7. Pratiwi S, [redacted], de [redacted], [redacted], Van Den HC. [redacted]. *International Journal of Applied Research in Natural Products*. 2015 Mar (2): 1-13.
 8. Barros JC, Conceição ML, Gomes NNJ, Costa ACV, Siqueira JJP, Bastião JID. Interference of *Origanum vulgare* L. essential oil on the growth and some physiological characteristics of *Staphylococcus aureus* strains isolated from foods. *LWT Food Sci Technol*. 2009 Jul(42): 1139–1143.
 9. Gutierrez L, Escudero A, Batlle R, & Nerin, C. Effect of mixed antimicrobial agents and flavors in active packaging films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009 Sep, 57(18), 8564–8571.
 10. Lv F, Liang H, Yuan Q, Li C. *In vitro* antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms. *Food Res Int*. 2011 Nov(44): 3057–3064.
 11. [redacted]. NCCLS. Pennsylvania, USA: 1999.
 12. Bartlett J. Antibiotic Selection for Infections Involving Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. Medscape. CME and Education; 2014.
 13. Luciano FB dan Holley RA. [redacted] factors affecting [redacted]. 2009 May; 31(2–3): 240–245.
 14. Waish. Activity and mechanism of action of selected biocidal agents [redacted]. *Applied Microbiology*. 2003 Jan: 240-247.
 15. Lu XN, Rasco BA, Kang DH, Jabal JMF, Aston DE, Konkel ME. Infrared and Raman spectroscopic studies of the antimicrobial effects of garlic concentrates and diallyl constituents on foodborne pathogens. *Analytical Chemistry*. 2011 Apr;83(11): 4137–4146.
 16. Luciano FB dan Holley RA. [redacted]. 2009 May; 31(2–3): 240–245.
 17. Nagayama H, Sugawara T, Endo R, Ono A, Kato H, Ohtsubo Y, Tsuda M. Isolation of oxygenase genes for indigo-forming activity from an artificially polluted soil metagenome by functional screening using *Pseudomonas putida* strains as hosts. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2015 May;99(10): 4453–4470.
 18. Siahhan, E.A., Pendleton, P., Woo, H.C., Chan, B. S. Brown seaweed (*Saccharina japonica*) as an edible natural delivery matrix for allyl isothiocyanate inhibiting foodborne bacteria. *Food Chemistry*. 2014 Nov(152): 11–17.

Efek Antibakteri dari Kombinasi Minyak Atsiri Masoyi dan Kayu Manis

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

8%

★ www.scribd.com

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Efek Antibakteri dari Kombinasi Minyak Atsiri Masoyi dan Kayu Manis

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/100

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8
