

KOMPOSISI KIMIA, AKTIVITAS ANTIBAKTERI, DAN POTENSI UNTUK KEMASAN AKTIF DARI BEBERAPA MINYAK ATSIRI TANAMAN REMPAH INDONESIA

Retno Yunilawati^{1,2}, Windri Handayani³, Dwinna Rahmi², Aminah⁴, Cuk Imawan¹

¹ Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Kampus Depok, Indonesia 16424

² Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian RI
Jl. Balai Kimia I Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur

³ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Kampus Depok, Indonesia 16424

⁴ Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Kampus Depok, Indonesia 16424

E-mail: cuk.imawan@sci.ui.ac.id

Received : 23 Desember 2020; revised : 23 Februari 2021; accepted : 23 Maret 2021

ABSTRAK

KOMPOSISI KIMIA, AKTIVITAS ANTIBAKTERI, DAN POTENSI UNTUK KEMASAN AKTIF BEBERAPA MINYAK ATSIRI DARI TANAMAN REMPAH INDONESIA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia dan aktifitas antibakteri dari 6 jenis minyak atsiri Indonesia. Minyak atsiri tersebut adalah minyak ketumbar, minyak bunga cengkeh, minyak sereh dapur, minyak kulit jeruk purut, minyak kayu manis, dan minyak kapulaga. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu karakterisasi minyak atsiri menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometer (GC-MS)* dan penentuan aktivitas antibakteri dari masing-masing minyak atsiri dengan bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* NBRC 100910 dan bakteri gram negatif *Escherichia coli* NBRC 3301. Aktivitas antibakteri dinyatakan sebagai diameter zona hambat yang terbentuk pada saat pengujian. Minyak ketumbar, minyak sereh dapur dan minyak kayu manis memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *E. coli* NBRC 330 dan *S.aureus* NBRC 100910 dengan diameter zona hambat pada *E. coli* NBRC 330 masing-masing sebesar 24 mm, 47 mm dan 34 mm; dan pada *S.aureus* NBRC 100910 masing masing sebesar 22 mm, 25 mm dan 35 mm. Minyak bunga cengkeh memiliki aktivitas antibakteri dengan tingkat sedang pada *E. coli* NBRC 330 (19 mm) dan kuat pada *S.aureus* NBRC 100910 (28 cm). Minyak kapulaga menunjukkan aktivitas antibakteri dengan tingkat sedang terhadap dua bakteri tersebut dengan diameter zona hambat 14 mm untuk *E. coli* NBRC 330 dan 12 mm untuk *S.aureus* NBRC 100910. Minyak kulit jeruk purut hanya memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S.aureus* NBRC 100910 dengan diameter zona hambat sebesar 22 mm. Minyak ketumbar, minyak sereh dapur, dan minyak kayu manis berpotensi besar untuk diaplikasikan dalam memperpanjang umur simpan makanan melalui teknologi kemasan aktif berdasarkan aktivitas antibakterinya.

Kata kunci : Aktivitas antibakteri, Kemasan aktif, Minyak atsiri, Rempah

ABSTRACT

CHEMICAL COMPOSITION, ANTIBACTERIAL ACTIVITIES, AND THE POTENCY FOR ACTIVE PACKAGING OF SOME ESSENTIAL OILS FROM INDONESIAN SPICES. This study aims to determine the chemical composition and antibacterial activity of 6 types of Indonesian essential oils. These essential oils are coriander oil, clove bud oil, lemongrass oil, kaffir lime oil, cinnamon oil, and cardamom oil. The study was conducted in two stages, characterization of essential oils using *Gas Chromatography Mass Spectrometer (GC-MS)* and determination of the antibacterial activity of each essential oil with gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus* NBRC 100910 and gram-negative bacteria *Escherichia coli* NBRC 3301. Antibacterial activity was expressed as the diameter of the inhibition zone formed at the time of testing. Coriander oil, lemongrass oil and cinnamon oil have strong antibacterial activity against *E. coli* NBRC 330 and *S.aureus* NBRC 100910 with inhibition zone diameter in *E. coli* NBRC 330, 24 mm, 47 mm and 34 mm respectively; and in the *S.aureus* NBRC 100910 at 22 mm, 25 mm and 35 mm, respectively. Clove bud oil has a moderate level of antibacterial activity at *E. coli* NBRC 330 (19 mm) and strong on *S.aureus* NBRC 100910 (28 cm). Cardamom oil showed moderate antibacterial activity against these two bacteria with an inhibition zone diameter of 14 mm for *E. coli* NBRC 330 and 12 mm for *S.aureus* NBRC 100910. Kaffir lime oil only has antibacterial activity against *S.aureus* NBRC 100910 with inhibition zone diameter of 22 mm. Coriander oil, lemongrass oil, and cinnamon oil have the potential to be applied in extending the shelf life of food through active packaging technology based on their antibacterial activity.

Key words : Antibacterial activity, Active packaging, Essential oil, Spices

Komposisi Kimia, Aktivitas Antibakteri..... Retno Yunilawati et al.

PENDAHULUAN

Minyak atsiri telah digunakan sejak zaman dahulu sebagai wewangian dan pengobatan tradisional (Naeem *et al.* 2018). Seiring berjalannya waktu sejak abad sembilan belas, fungsi minyak atsiri selain sebagai perisa juga digunakan sebagai pengawetan makanan (M. Hyldgaard, Mygind, and Meyer 2012). Hal ini disebabkan adanya bioaktivitas dari minyak atsiri sebagai antibakteri, anti jamur, dan antioksidan. Aktivitas antibakteri dari minyak atsiri ini bergantung pada komposisi kimia yang terdapat di dalamnya dan jumlah masing-masing senyawa tersebut. Komposisi kimia, struktur, serta gugus fungsi senyawa dalam minyak atsiri memainkan peran penting dalam menentukan aktivitas antibakteri (Henri *et al.* 2012). Pemanfaatan minyak atsiri sebagai antibakteri dapat diaplikasikan secara langsung pada makanan, sebagai aditif untuk pengawet makanan maupun secara tidak langsung yaitu dengan teknologi kemasan aktif antimikroba yang merupakan salah satu sistem pengawetan makanan.

Penggunaan minyak atsiri sebagai kemasan aktif antimikroba perlu mempertimbangkan aroma dari minyak atsiri tersebut karena aroma dapat bermigrasi pada makanan sehingga mempengaruhi sensori dari makanan tersebut (Arya *et al.* 2019) (Moshe Dvir *et al.* 2019) (Luca *et al.* 2016) (Hyldgaard, *et al.* 2012). Minyak atsiri dari tanaman rempah merupakan pilihan terbaik untuk dimanfaatkan dalam pengawetan makanan karena aromanya dapat diterima secara luas oleh konsumen (Macwan *et al.* 2016). Oleh karena itu perlu dipelajari kemampuan dari minyak atsiri berbasis rempah sebagai antibakteri serta komponen yang berperan dalam aktivitas tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk memilih jenis minyak atsiri yang akan digunakan dalam kemasan antimikroba.

Analisis aktivitas antibakteri dan komposisi kimia dari minyak atsiri tanaman rempah Indonesia pernah dilakukan pada minyak lime (lime oil), minyak lemon, minyak ceremai asam (eugenia oil), minyak adas, dan minyak *spilanthes* (Soetjipto, 2018) serta minyak bunga cengkeh (Gaylor *et al.* 2014), yang minyak atsirinya diproduksi sendiri di laboratorium. Pada penelitian ini penapisan aktivitas antibakteri dilakukan untuk 6 jenis minyak atsiri dari tanaman rempah Indonesia yang biasa digunakan sebagai bumbu masak. Minyak atsiri yang digunakan merupakan minyak atsiri komersil yang diproduksi melalui proses *steam distillation* dan telah memenuhi standar kualitas yang dipersyaratkan. Penentuan komposisi kimia dari masing-masing minyak

atsiri tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan hubungan antara komponen kimia dan aktivitas antibakteri dari masing-masing minyak atsiri. Minyak atsiri yang digunakan adalah minyak ketumbar, minyak bunga cengkeh, minyak sereh dapur, minyak kulit jeruk purut, minyak kayu manis, dan minyak kapulaga. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam memilih bahan antibakteri dari minyak atsiri yang nantinya dapat diaplikasikan dalam pengawetan makanan melalui sistem kemasan aktif.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Minyak atsiri yaitu minyak ketumbar, minyak bunga cengkeh, minyak sereh dapur, minyak kulit jeruk purut, minyak kayu manis, dan minyak kapulaga yang berasal dari Nusaroma dan semuanya diproduksi dengan *steam distillation*. Bakteri uji yang digunakan adalah bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* NBRC 100910 dan bakteri gram negatif *Escherichia coli* NBRC 3301. Gas *Chromatography Mass Spectrometer (GC-MS)* tipe GC 6890/MS 5975 MSD digunakan untuk karakterisasi minyak atsiri.

Metode

Karakterisasi komposisi komponen kimia minyak atsiri dengan *Gas Chromatography Mass Spectrometer (GC-MS)*

Identifikasi komponen kimia dalam minyak atsiri dilakukan menggunakan GC-MS (GC 6890/MS 5975 MSD) pada kolom kapiler HP5-MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm). Kondisi oven diatur pada suhu awal 60 °C dan kemudian secara bertahap ditingkatkan pada kecepatan 3 °C / menit hingga 240 °C. Helium digunakan sebagai gas pembawa dengan tekanan konstan pada 65 kPa. Minyak atsiri diinjeksikan dengan volume 1 μL dengan mode split ratio 1:25. Metode ini mengacu pada karakterisasi minyak atsiri yang dilakukan oleh Aidha dkk (Aidha *et al.* 2020).

Uji aktivitas antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram kertas (Handayani *et al.* 2019). Agar *Mueller Hinton* digunakan sebagai media dengan bakteri uji *Staphylococcus aureus* NBRC 100910 dan bakteri gram negatif *Escherichia coli* NBRC 3301. Media agar *Muller Hinton* dibuat dengan menuangkan 10 mL media cair ke dalam cawan Petri steril (diameter = 90 mm) dan dibiarkan mengeras selama 5 menit. Setelah itu 10 μL kultur bakteri dengan konsentrasi 10⁶ CFU/mL

dituangkan ke atas media cair tadi dan dibiarkan mengering selama 5 menit. Kontrol negatif (akuades steril), kontrol positif (tetrasielin 15 µg/mL), dan sampel minyak atsiri dimasukkan ke dalam cakram kertas berdiameter 6 mm dengan volume masing-masing 10 µL. Cakram kertas tersebut kemudian diletakkan di atas permukaan media dan diinkubasi pada suhu 32°C selama 18 jam. Setelah inkubasi berakhir, terbentuk zona bening (zona hambat) di sekitar cakram kertas. Setiap percobaan dilakukan dalam tiga kali ulangan dan diameter zona hambat diukur.

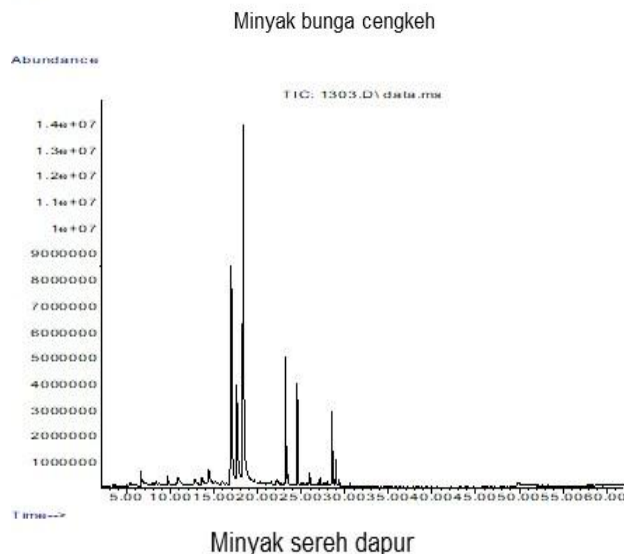
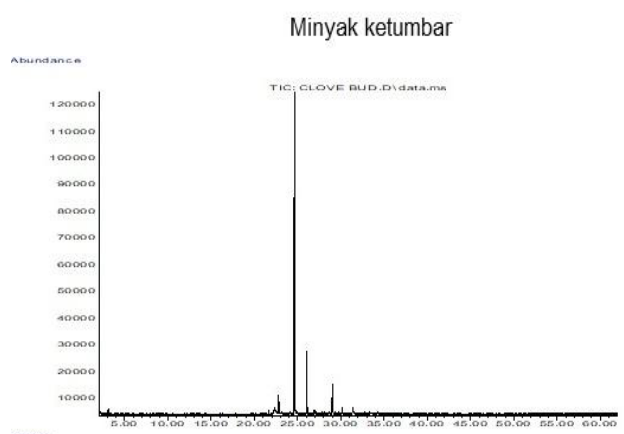
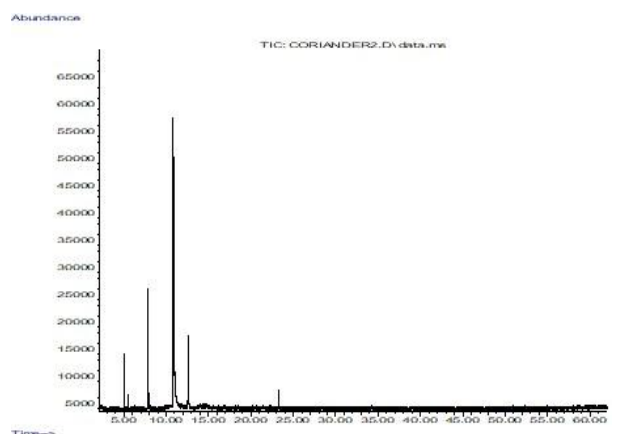
HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen kimia minyak atsiri

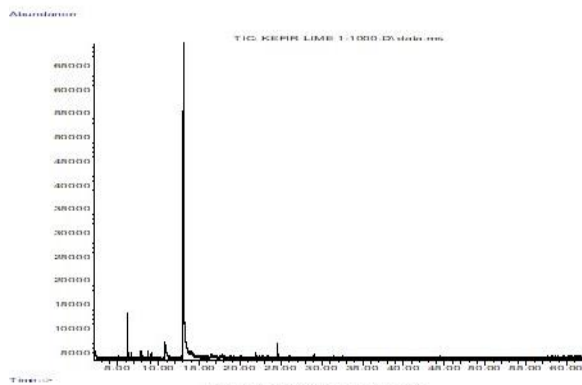
Profil kromatografi dari masing-masing minyak atsiri yang diperoleh dari analisis menggunakan GC-MS dapat dilihat pada Gambar 1. Puncak-puncak yang ada dalam kromatogram menunjukkan keberadaan senyawa kimia yang telah dipisah-pisahkan dalam sistem GC-MS. Senyawa kimia ini kemudian diidentifikasi dengan mencocokkan pola fragmentasi spektrum massa dan membandingkan hasil spektrum massa dengan database yang ada dalam GC-MS (Wiley 7). Komposisi senyawa kimia dari masing-masing minyak atsiri yang diperoleh dari analisis menggunakan GC-MS dirangkum dalam Tabel 1.

Pada kromatogram minyak ketumbar terdapat 4 puncak tertinggi yang mengindikasikan adanya 4 jenis senyawa kimia, yaitu γ *terpinene* (5,80%), *m-cymene* (12,81%), *linalool* (71,44%), dan *camphor* (9,96%). γ *terpinene*, dan *m-cymene* termasuk dalam golongan monoterpena hidrokarbon. *Linalool* merupakan alkohol terpena yang banyak dijumpai pada minyak atsiri yang berasal dari bunga dan rempah. *Linalool* ini merupakan jenis senyawa dengan kelimpahan terbesar pada minyak ketumbar. *Camphor* merupakan terpenoid dengan gugus aldehida. Komponen senyawa kimia dalam minyak ketumbar biasanya terdiri atas 4 golongan senyawa, yaitu golongan alkohol (*linalool*, *geraniol*, *terpineol*), hidrokarbon (γ *terpinene*, *limonene*), keton (*camphor*), dan ester (*geranyl acetate*, *linalyl acetate*) (Mandal and Mandal, 2015). Senyawa golongan ester tidak dijumpai dalam minyak ketumbar yang digunakan dalam penelitian ini. Beberapa faktor yang mempengaruhi komposisi senyawa kimia dalam minyak atsiri seperti interaksi dengan lingkungan (jenis tanah dan iklim), tingkat kematangan tanaman yang bersangkutan (Dhifi *et al.* 2016) (Akhtar, 2014) serta faktor ekstrinsik yang terkait dengan metode ekstraksi (Dhifi *et al.* 2016) (Reyes-Jurado *et al.* 2015)

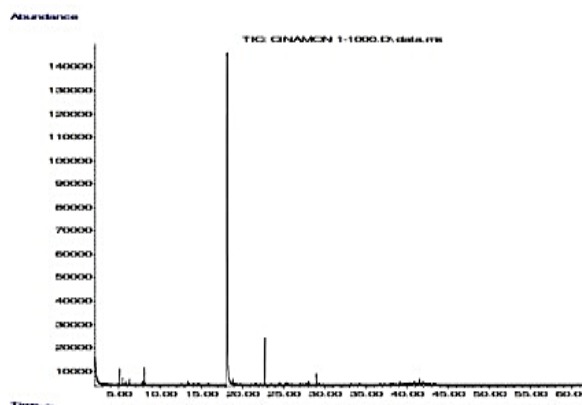
Eugenol, β *caryophyllene*, dan α *humulene* terdapat pada minyak bunga cengkeh dengan kelimpahan masing-masing sebesar 85,22%, 10,89%, dan 3,89%. *Eugenol* (2-metoksi-4-fenol), termasuk dalam golongan fenilpropanoid, merupakan turunan guaiakol yang mendapat tambahan rantai alil, sehingga dapat dikelompokkan dalam alilbenzena dari senyawa-senyawa fenol. *Eugenol* merupakan komponen utama dari minyak bunga cengkeh yang menjadi parameter dalam penentuan kualitas dari minyak bunga cengkeh.



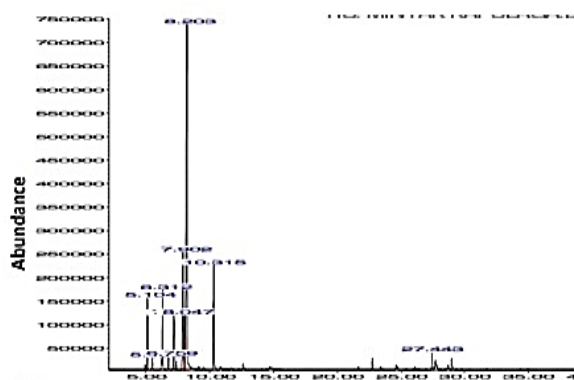
Minyak sereh dapur



Minyak kulit jeruk purut



Minyak kayu manis



Minyak kapulaga

Gambar 1. Profil kromatogram dari minyak ketumbar, minyak bunga cengkeh, minyak sereh dapur, minyak kulit jeruk purut, minyak kayu manis, dan minyak kapulaga

2.	Minyak bunga cengkeh	<i>Eugenol</i>	85,22
		β <i>caryophyllene</i>	10,89
		α <i>humulene</i>	3,89
3.	Minyak sereh dapur	<i>Iso-thujone</i>	6,13
		<i>Neral (Z citral)</i>	26,21
		<i>Cis geraniol</i>	15,65
		<i>Geraniol (E citral)</i>	40,00
		<i>Neryl acetate</i>	1,74
		<i>Trans farnesol</i>	1,88
		β - <i>caryophyllene</i>	4,97
	γ - <i>cadinene</i>	3,45	
4.	Minyak kulit jeruk purut	<i>Sabinen</i>	4,56
		<i>D-limonene</i>	5,60
		<i>Citronellal</i>	89,84
5.	Minyak kayu manis	<i>1,8 cineole</i>	1,42
		<i>Cinnamaldehyde</i>	81,30
		<i>Isobornyl acetate</i>	4,34
		<i>Cinnamaldehyde dimethyl acetal</i>	7,00
		β - <i>caryophyllene</i>	2,04
		<i>Trans cinnamyl acetate</i>	3,90
6.	Minyak kapulaga	<i>Sabinene</i>	1,5
		β <i>pinene</i>	7,13
		<i>p-cymene</i>	1,10
		<i>Limonene</i>	5,78
		<i>1,8 cineole</i>	54,98
		α <i>terpenyl acetate</i>	20,60
		<i>Linalyl acetate</i>	1,32

Minyak sereh dapur mengandung beberapa macam senyawa kimia, diantaranya *iso-thujone*, *neral (Z citral)*, *cis geraniol*, *geraniol (E citral)*, *neryl acetate*, *trans farnesol*, β -*caryophyllene*, dan γ -*cadinene*. Minyak sereh dapur disebut juga *lemongrass oil* karena minyak ini memiliki aroma seperti lemon yang dihasilkan oleh senyawa *citral*. *Citral (3,7-dimethyl-2,6-octadienal)* merupakan komponen utama dalam minyak sereh wangi, terdapat dalam 2 isomer, yaitu *Z citral (neral)* dan *E citral (geraniol)* (Phunpee et al. 2017) (Majewska et al. 2019). *Citral* termasuk kelompok terpenoid dengan gugus aldehida. *Citral* yang terkandung dalam minyak sereh dapur ini sebesar 66,21%. *Geraniol* merupakan komponen terbesar kedua dalam minyak sereh dapur, dijumpai dengan kelimpahan 15,65%. *Geraniol (3,7-dimethyl-octa-trans-2,6-dien-1-ol)* memiliki struktur yang hampir sama dengan *citral*, termasuk kelompok terpenoid juga namun dengan gugus alkohol.

Komponen kimia yang teridentifikasi dalam minyak kulit jeruk purut adalah *sabinene*, *D limonene*, dan *citronellal* dengan kelimpahan

Tabel 1. Komposisi kimia minyak atsiri

No.	Jenis minyak atsiri	Komponen kimia	
		Nama senyawa	Kelimpahan (%)
1.	Minyak ketumbar	γ - <i>terpinene</i>	5,80
		<i>m-cymene</i>	12,81
		<i>Linalool</i>	71,44
		<i>Camphor</i>	9,96

sebesar 4,56%, 5,60%, dan 95,44%. *Sabinene* dan *limonene* merupakan kelompok senyawa monoterpena, sedangkan *citronellal* termasuk dalam kelompok terpenoid dengan gugus aldehida. *Citronellal* merupakan komponen utama dalam minyak kulit jeruk purut.

Minyak kayu manis mengandung beberapa macam komponen kimia yang teridentifikasi menggunakan GC-MS, yaitu *1,8 cineole*, *cinnamaldehyde*, *isobornyl acetate*, *cinnamaldehyde dimethyl acetal*, β -*caryophyllene*, dan *trans cinnamyl acetate* dengan kelimpahan masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1. Komponen utama dalam minyak kayu manis adalah *cinnamaldehyde* dengan kelimpahan 81,30%, seperti dalam studi-studi sebelumnya (Gotmare and Tambe, 2019) (Cahyaningtyas *et al.* 2020). *Cinnamaldehyde* termasuk dalam kelompok fenilpropanoid dengan gugus aldehida dan ikatan rangkap terkonjugasi di luar cincin benzena.

Minyak kapulaga mengandung *1,8 cineole* dan α *terpenyl acetate* sebagai dua komponen terbesarnya yang kelimpahannya 54,98% dan 20,60%. Senyawa *1,8 cineole* dan α *terpenyl acetate* merupakan senyawa penting yang berperan sebagai pemberi aroma dan parameter kualitas dari minyak kapulaga (Fathy and Morsy, 2017). Senyawa *1,8-sineol (1,3,3-trimethyl-2-oxabicyclo [2.2.2] octane)* yang merupakan komponen utama minyak kapulaga (Noumi *et al.* 2018) adalah eter siklik dengan rumus empiris $C_{10}H_{18}O$ dan termasuk ke dalam golongan terpenoid. α - *terpenyl acetate* juga merupakan golongan terpenoid, namun dengan gugus ester.

Aktivitas Antibakteri

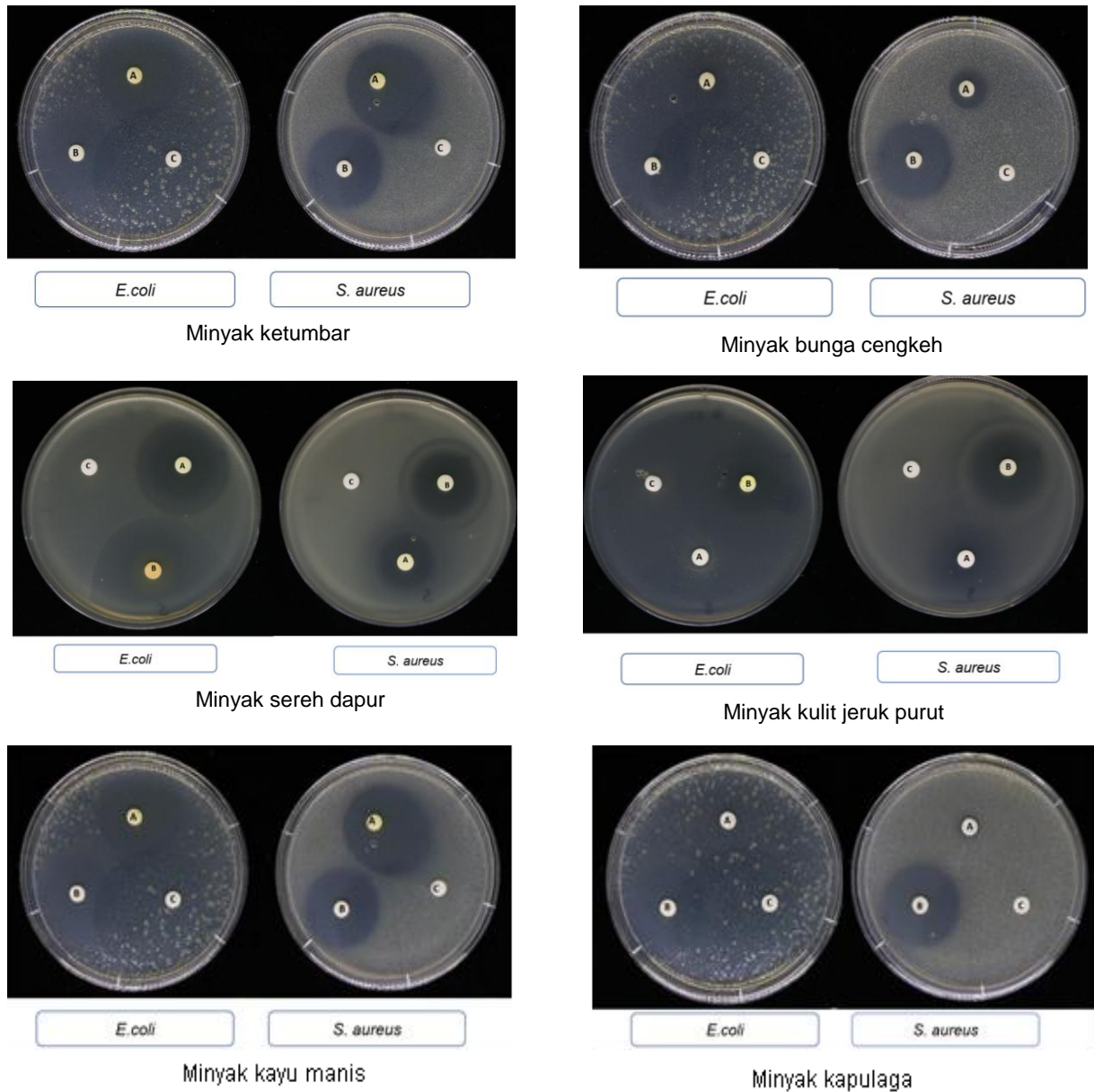
Aktivitas antibakteri dari minyak atsiri berhubungan erat dengan komponen yang terkandung di dalam minyak atsiri tersebut. Terpenoid (terpena teroksidasi) menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat, sementara turunan terpena hidrokarbon memiliki sifat antibakteri yang lebih rendah, karena kelarutan airnya yang sangat rendah membatasi difusi mereka melalui media (Macwan *et al.* 2016). Minyak atsiri yang mengandung senyawa dengan gugus alkohol, aldehida, fenol, dan ester diketahui memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Minyak atsiri yang mengandung aldehida atau fenol, seperti *cinnamaldehyde*, *citral*, *carvacrol*, *eugenol* atau *thymol* sebagai komponen utama menunjukkan aktivitas antibakteri tertinggi, diikuti oleh minyak atsiri yang mengandung alkohol terpena. Minyak atsiri lain yang mengandung keton atau ester, seperti β -*myrcene*, α -*thujone* atau *geranyl acetate* memiliki aktivitas yang jauh lebih lemah. Minyak atsiri yang mengandung hidrokarbon terpena biasanya tidak aktif (Henri *et al.* 2012). Di sisi lain, karakter lipofilik dari kerangka hidrokarbon minyak atsiri dan karakter hidofilik dari

kelompok fungsionalnya penting dalam aksi antimikroba dari komponen minyak atsiri. Oleh karena itu, peringkat aktivitas telah diteliti dan menunjukkan bahwa gugus fenol > aldehida > keton > alkohol > ester > hidrokarbon dalam hal aktivitas antimikroba (Kalemba and Kunicka, 2003). Aktivitas antibakteri dari minyak atsiri selain dipengaruhi oleh jenis gugus dalam komponen kimianya, dipengaruhi juga oleh sinergi dari komponen-komponen kimia yang ada di dalamnya.

Aktivitas antibakteri diuji dengan metode difusi cakram kertas menggunakan bakteri uji *S. aureus* NBRC 100910 yang mewakili bakteri gram positif dan *E. coli* NBRC 3301 yang mewakili bakteri gram negatif. Kedua jenis bakteri ini merupakan bakteri yang sering dikaitkan pada kontaminasi dan penyebab kerusakan makanan (Samira and Abbasipour, 2017). Metode difusi adalah pendekatan yang sudah sangat umum untuk skrining efektivitas antimikroba minyak atsiri atau kerentanan suatu strain bakteri terhadap minyak atsiri. Cakram kertas berukuran diameter 6 mm yang mengandung bahan antimikroba pada konsentrasi yang diinginkan ditempatkan di atas agar yang sudah disebar dengan bakteri uji, kemudian diinkubasi. Aktivitas antimikroba diamati secara visual dengan mengukur diameter zona hambatan yang mengelilingi masing-masing cakram kertas. Efek penghambatan yang lebih kuat dari bahan yang diuji menghasilkan diameter yang lebih luas (zona hambat yang lebih besar) atau tanpa pertumbuhan bakteri, sedangkan efek penghambatan yang lebih lemah atau tidak ada, maka zona hambat tidak ada atau tidak ada perubahan konsentrasi bakteri uji di sekitarnya (Rao *et al.* 2019). Aktivitas antimikroba yang mengacu pada metode tersebut berdasarkan diameter zona hambatnya dapat dikategorikan zona hambat kuat (diameter ≥ 20 mm), zona hambat sedang/ringan ($12 \text{ mm} < \text{diameter} < 20 \text{ mm}$), dan tidak ada zona hambat (diameter $< 12 \text{ mm}$) (Rao *et al.* 2019)

Zona hambat yang dibentuk dari masing-masing jenis minyak atsiri pada uji difusi dapat dilihat pada Gambar 2. Pada gambar 2 memperlihatkan hasil inkubasi bakteri uji dengan minyak atsiri yang menghasilkan zona hambatan di sekeliling cakram kertas bila ada efek penghambatan oleh minyak atsiri terhadap bakteri uji. Cakram kertas dengan kode A merupakan cakram kertas yang berisi kontrol positif (tetrasiklin), kode B menyatakan minyak atsiri dan kode C menyatakan kontrol negatif (akuades). Kontrol positif merupakan bahan yang sudah diketahui sebagai antibakteri, digunakan untuk memastikan bahwa prosedur uji antimikroba yang dilakukan sudah benar. Besar diameter zona hambat yang terbentuk

oleh masing-masing minyak atsiri selengkapnya dirangkum dalam Tabel 2.



Gambar 2. Hasil penapisan aktivitas antibakteri dari enam jenis minyak atsiri terhadap bakteri *E. coli* NBRC 3301 dan *S. aureus* NBRC 100910 (A: kontrol + (tetrasiklin), B: sampel (minyak atsiri) dan C: kontrol – (akuades))

Tabel 2. Hasil pengukuran diameter zona hambat pada penapisan Aktivitas antibakteri

No.	Jenis	<i>E. coli</i> NBRC 3301			Kekuatan	<i>S. aureus</i> NBRC 100910			
		Diameter zona hambat (mm)				Diameter zona hambat (mm)			
		Sampel	Kontrol -	Kontrol +		Sampel	Kontrol -	Kontrol +	
1.	Minyak ketumbar	24	0	30	Kuat	22	0	30	Kuat
2.	Minyak bunga cengkeh	19	0	30	Sedang	28	0	30	Kuat
3.	Minyak sereh dapur	47	0	20	Kuat	25	0	31	Kuat
4.	Minyak kulit jeruk purut	7	0	22	Lemah/tidak ada	22	0	36	Kuat
5.	Minyak kayu manis	34	0	30	Kuat	35	0	38	Kuat
6.	Minyak kapulaga	14	0	35	Sedang	12	0	37	Sedang

Minyak ketumbar memiliki zona hambat baik terhadap *E. coli* NBRC 3301 maupun *S. aureus* NBRC 100910 dengan diameter zona hambatan sebesar 24 mm dan 22 mm sehingga digolongkan sebagai zona hambat yang kuat. Pada penelitian lain disebutkan bahwa minyak ketumbar dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* NBRC 3301 menggunakan metode uji yang sama dengan penelitian ini, dengan diameter zona hambatan sebesar 25 mm (Mandal and Mandal, 2015) Linalool yang termasuk dalam kelompok monoterpen alkohol dan *camphor* yang merupakan golongan terpenoid dengan gugus keton adalah komponen-komponen yang berperan dalam aktivitas antibakteri ini.

Minyak bunga cengkeh menunjukkan zona hambatan yang lebih besar pada *S. aureus* NBRC 100910 dibanding pada *E. coli* NBRC 3301. Secara umum bakteri gram negatif lebih resisten terhadap minyak atsiri dibanding bakteri gram positif (Nazzaro *et al.* 2013). Bakteri gram-negatif memiliki membran luar yang rigid, kaya lipopolisakarida dan lebih kompleks sehingga membatasi difusi senyawa hidrofobik ke dalam. Membran yang sangat kompleks ini tidak ada pada bakteri Gram-positif namun ada dinding peptidoglikan yang tidak cukup padat sehingga tidak mampu menahan molekul antimikroba yang berukuran kecil dan memfasilitasi akses ke dalam membran sel. Selain itu bakteri gram positif dapat memudahkan infiltrasi senyawa hidrofobik seperti minyak atsiri karena adanya ujung lipofilik *lipoteichoic acid* yang ada di dalam membran sel (Chouhan *et al.* 2017). *Eugenol* yang merupakan komponen utama berperan dalam aktivitas antibakteri ini. Gugus hidroksil bebas pada eugenol dapat berikatan dengan protein yang berperan dalam sintesis enzim dalam membran sel bakteri (Marchese *et al.* 2017). Beberapa penelitian menyatakan bahwa minyak bunga cengkeh menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap beberapa bakteri gram positif, bakteri gram negatif, jamur, serta menunjukkan aktivitas antioksidan (Cordery *et al.* 2018).

Berbeda dengan minyak bunga cengkeh yang aktivitas antibakterinya lebih besar terhadap *S. aureus* NBRC 100910, minyak sereh dapur memiliki aktivitas antibakteri yang lebih besar terhadap *E. coli* NBRC 3301, namun kekuatan daya hambatnya sama-sama digolongkan kuat untuk kedua jenis bakteri tersebut. Meskipun bakteri gram negatif lebih resisten terhadap minyak atsiri, namun pada uji penapisan menggunakan minyak sereh dapur menunjukkan bahwa bakteri gram positif *S. aureus* NBRC 100910 lebih tahan terhadap minyak atsiri (zona hambat yang terbentuk lebih kecil). Hal ini dapat disebabkan karena selain dipengaruhi jenis bakteri, aktivitas antibakteri juga dipengaruhi jenis komponen yang ada di

dalamnya. *Citral* banyak berperan pada bioaktivitas minyak sereh dapur seperti antibakteri (Ganjewala, 2009) (Han Lyn and Nur Hanani, 2020) (Yang and Song, 2016) (Hosseinzadeh *et al.* 2020) (Majewska *et al.* 2019) dan antijamur (Ganjewala, 2009). Minyak sereh dapur memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram negatif, baik dalam bentuk minyak maupun dalam bentuk uap (Argyropoulou *et al.* 2007) (Yunilawati *et al.* 2020). Geraniol dalam minyak sereh dapur juga dilaporkan memiliki aktivitas dalam melawan beberapa bakteri patogen (Ternus and Zanetti, 2015). (Hosseinzadeh *et al.* 2020) (Majewska *et al.* 2019) dan antijamur (Ganjewala, 2009).

Minyak kulit jeruk purut memiliki zona hambatan yang kuat pada *S. aureus* NBRC 100910 namun lemah/tidak ada pada *E. coli* NBRC 3301. Dalam penelitian lain disebutkan minyak kulit jeruk purut dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus* (Sreepian *et al.* 2019). Tidak adanya aktivitas terhadap *E. coli* NBRC 3301 dalam penelitian ini dapat disebabkan beberapa faktor seperti konsentrasi minyak yang digunakan, jenis minyak yang digunakan, serta komponen yang ada dalam minyak kulit jeruk purut.

Minyak kayu manis menunjukkan zona hambatan pada *E. coli* NBRC 3301 maupun *S. aureus* NBRC 100910. dengan diameter zona hambatan yang tidak berbeda jauh (34 mm dan 35 mm) dan dikategorikan kuat daya hambatnya. Hasil ini sama dengan penelitian yang telah dilakukan dalam menentukan *Minimum Inhibitory Concentration/MIC* (konsentrasi minimum yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri) dari minyak kulit kayu manis dimana *MIC* untuk *E. coli* dan *S. aureus* memiliki nilai yang sama (Zhang *et al.* 2016). Dalam penelitian lain aktivitas antibakteri dari minyak kayu manis lebih besar terhadap *S. aureus* (Huang *et al.* 2014). *Cinnamaldehyde* yang merupakan komponen utama dari minyak kayu manis adalah senyawa fenilpropanoid dengan gugus aldehida dan berperan dalam aktivitas antibakteri ini (Berthold *et al.* 2019) (Zhang *et al.* 2016).

Minyak kapulaga menunjukkan zona hambatan, baik pada *E. coli* NBRC 3301 maupun *S. aureus* NBRC 100910 dengan tingkat kekuatan yang sedang dan besar diameter zona hambatan keduanya tidak berbeda jauh. Senyawa *1,8 cineol* pada minyak kapulaga berperan dalam bioaktivitas sebagai antimikroba dan antioksidan (Bhavanirama *et al.* 2019). Senyawa *1,8 cineol* juga dapat bersinergi dengan limonene dalam aktivitasnya sebagai antibakteri (Chaleshtori *et al.* 2016)

Dari keseluruhan data penapisan antibakteri ini; minyak ketumbar, minyak sereh dapur dan minyak kayu manis memiliki aktivitas antimikroba yang kuat terhadap *E. coli* NBRC

3301 dan *S. aureus* NBRC 100910. Minyak bunga cengkeh memiliki aktivitas antibakteri dengan tingkat sedang pada *E. coli* NBRC 330 dan kuat pada *S. aureus* NBRC 100910. Minyak kapulaga menunjukkan aktivitas antibakteri dengan tingkat sedang terhadap dua bakteri, sementara minyak kulit jeruk purut hanya memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* NBRC 100910 dengan tingkatan sedang. Dibandingkan dengan kontrol positif, hanya minyak sereh dapur yang memiliki zona hambatan lebih besar dibanding kontrol positif untuk uji pada bakteri gram negatif *E. coli* NBRC, sedangkan minyak yang lain zona hambatannya lebih kecil daripada kontrol positif. Minyak ketumbar, minyak sereh dapur dan minyak kayu manis berpotensi besar untuk digunakan sebagai bahan antibakteri pada kemasan aktif antibakteri untuk memperpanjang masa simpan makanan.

KESIMPULAN

Enam jenis minyak atsiri telah diidentifikasi komponen kimia penyusunnya menggunakan GC/MS. Enam jenis minyak atsiri tersebut memiliki komponen senyawa kimia yang beragam yang berperan sebagai antibakteri. Minyak sereh dapur, minyak ketumbar dan minyak kayu manis memiliki aktivitas antimikroba yang kuat baik pada *E. coli* NBRC 3301 maupun *S. aureus* NBRC 100910. Minyak kapulaga berada pada tingkatan sedang aktivitas antibakterinya terhadap *E. coli* NBRC 3301 dan *S. aureus* NBRC 100910. Minyak bunga cengkeh menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat pada *S. aureus* NBRC 100910 namun hanya pada tingkatan sedang pada *E. coli* NBRC 3301. Minyak kulit jeruk purut hanya memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* NBRC 100910. Dari enam jenis minyak atsiri tersebut, minyak ketumbar, minyak sereh dapur, dan minyak kayu manis berpotensi untuk diaplikasikan sebagai kemasan aktif antimikroba.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (Insinas) dari Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional dengan Nomor Kontrak 32/INS-1/PPK/E4/2020 melalui mekanisme Kemiteraan antara Universitas Indonesia dan Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK).

DAFTAR PUSTAKA

Aidha, N. N., R. Yunilawati, and I. Rumondang. 2020. "Method Development for Analysis of Essential Oils Authenticity Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (

GC-MS)." In *2nd International Conference of Essential Oil Indonesia (ICEO)*, 41–46. <https://doi.org/10.5220/0009956000410046>.

Akhtar, M. S. 2014. "Antimicrobial Activity of Essential Oils Extracted from Medicinal Plants Against The Pathogenic Microorganisms: A Review." *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*, no. February.

Argyropoulou, C., D. Daferera, P. A. Tarantilis, C. Fasseas, and M. Polissiou. 2007. "Chemical Composition of The Essential Oil from Leaves of *Lippia Citriodora* H.B.K. (Verbenaceae) at Two Developmental Stages." *Biochemical Systematics and Ecology* 35 (12): 831–37. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2007.07.001>.

Arya, A., S. K. Mendiratta, R. K. Agarwal, S. K. Bharti, and P. Umarao. 2019. "Antimicrobial Profile and Organoleptic Acceptability of Some Essentials Oils and Their Blends in Hurdle Treated Chicken Meat Spread." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8 (09): 2162–77.

Berthold, A., P. Lidia, S. Rózańska, A. Pluta, and M. Garbowska. 2019. "Antibacterial Activities of Plant-Derived Compounds and Essential Oils Against *Cronobacter* Strains." *European Food Research and Technology* 245 (5): 1137–47. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3218-x>.

Bhavaniramy, S., S. Vishnupriya, M. S. Al-aboody, R. Vijayakumar, and D. Baskaran. 2019. "Role of Essential Oils in Food Safety: Antimicrobial and Antioxidant Applications." *Grain & Oil Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2019.03.001>.

Cahyaningtyas, A. A., R. Yunilawati, B. Amalia, W. Handayani, and C. Imawan. 2020. "Simple Antimicrobial Labels from Cinnamon Oil Added to Recycled Paper." *Proceedings Of the 2nd International Conference of Essential Oils (ICEO 2019)*, no. Iceo 2019: 60–66. <https://doi.org/10.5220/0009956300600066>.

Chaleshtori, F. S., M. Taghizadeh, M. Rafieian-kopaei, and R. Sharafati-chaleshtori. 2016. "Effect of Chitosan Incorporated with Cumin and Eucalyptus Essential Oils as Antimicrobial Agent on Fresh Chicken Meat." *Journal of Food Processing and Preservation* 40: 396–404. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12616>.

Chouhan, S., K. Sharma, and S. Guleria. 2017. "Antimicrobial Activity of Some Essential Oils—Present Status and Future Perspectives." *Medicines* 4 (4): 58.

- <https://doi.org/10.3390/medicines4030058>
- Cordery, A., A. P. Rao, and S. Ravishankar. 2018. "Antimicrobial Activities of Essential Oils, Plant Extracts and Their Applications in Foods- A Review." *Journal of Agriculture and Environmental Sciences* 7 (2): 76–89. <https://doi.org/10.15640/jns.v7n2a9>.
- Dhifi, W., S. Bellili, S. Jazi, N. Bahloul, and W. Mnif. 2016. "Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review." *Medicines* 3 (4): 25. <https://doi.org/10.3390/medicines3040025>
- Fathy, N., and S. Morsy. 2017. "Chemical Structure, Structure, Quality Chemical, Quality Indices, and Bioactivity Bioactivity of of Essential Oil Constituents Essential Oil Constituents." In *Active Ingredient from Aromatic and Medical Plants*, 175–206.
- Ganjewala, D. 2009. "Cymbopogon Essential Oils: Chemical Compositions and Bioactivities." *International Journal of Essential Oil Therapeutics* 3: 56–65.
- Gaylor, R., J. Michel, D. Thierry, R. Panja, F. Fanja, and D. Pascal. 2014. "Bud, Leaf, and Stem Essential Oil Composition of Syzygium Aromaticum from Madagascar, Indonesia and Zanzibar." *International Journal of Basic and Applied Sciences* 3 (3). <https://doi.org/10.14419/ijbas.v3i3.2473>.
- Gotmare, B., and E. Tambe. 2019. "Identification of Chemical Constituents of Cinnamon Bark Oil by GCMS and Comparative Study Garnered from Five Different Countries." *Global Journal of Science Frontier Research: C Biological Science* 19 (1).
- Han Lyn, F., and Z. A. Nur Hanani. 2020. "Effect of Lemongrass (Cymbopogon Citratus) Essential Oil on the Properties of Chitosan Films for Active Packaging." *Journal of Packaging Technology and Research* 4 (1): 33–44. <https://doi.org/10.1007/s41783-019-00081-w>.
- Handayani, W., R. Yunilawati, V. Fauzia, and C. Imawan. 2019. "Coriandrum Sativum I. (Apiaceae) and Elettaria Cardamomum (I.) Maton (Zingiberaceae) for Antioxidant and Antimicrobial Protection Coriandrum Sativum I. (Apiaceae) and Elettaria Cardamomum (I.) Maton (Zingiberaceae) for Antioxidant and Antimi." *Journal of Physiscs: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012092>.
- Henri, I., N. Bassolé, and H. R. Juliani. 2012. "Essential Oils in Combination and Their Antimicrobial Properties." *Molecules*, 3989–4006. <https://doi.org/10.3390/molecules17043989>
- Hosseinzadeh, S., R. Partovi, F. Talebi, and A. Babaei. 2020. "Chitosan/TiO2 Nanoparticle/Cymbopogon Citratus Essential Oil Film as Food Packaging Material: Physico-Mechanical Properties and Its Effects on Microbial, Chemical, and Organoleptic Quality of Minced Meat During Refrigeration." *Journal of Food Processing and Preservation* 44 (7): 1–12. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14536>.
- Huang, D. F., J. G. Xu, J. X. Liu, H. Zhang, and Q. P. Hu. 2014. "Chemical Constituents, Antibacterial Activity and Mechanism of Action of The Essential Oil from Cinnamomum Cassia Bark Against Four Food-Related Bacteria." *Microbiology (Russian Federation)* 83 (4): 357–65. <https://doi.org/10.1134/S0026261714040067>.
- Hyldgaard, M., T. Mygind, and R. L. Meyer. 2012. "Essential Oils in Food Preservation: Mode of Action, Synergies, and Interactions with Food Matrix Components." *Frontiers in Microbiology* 3 (January): 1–24. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>.
- Hyldgaard, Morten, Tina Mygind, and Rikke Louise Meyer. 2012. "Essential Oils in Food Preservation: Mode of Action, Synergies, and Interactions with Food Matrix Components." *Frontiers in Microbiology* 3 (JAN): 1–24. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>.
- Kalemba, D., and A. Kunicka. 2003. "Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils." *Current Medicinal Chemistry*, 813–29.
- Luca, A., U. Kidmose, I. Cavoski, and M. Edelenbos. 2016. "The Use of Antimicrobial Sachets in The Packaging of Organic Wild Rocket: Impact on Microorganisms and Sensory Quality." *Postharvest Biology and Technology* 121: 126–34. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.07.011>.
- Macwan, S. R., B. K. Dabhi, K. D. Aparnathi, and J. B. Prajapati. 2016. "Essential Oils of Herbs and Spices: Their Antimicrobial Activity and Application in Preservation of Food." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 5 (5): 885–901. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.505.092>.
- Majewska, E., M. Kozłowska, E. Gruczynska-Sekowska, D. Kowalska, and K. Tarnowska. 2019. "Lemongrass (Cymbopogon Citratus) Essential Oil: Extraction, Composition, Bioactivity and Uses for Food Preservation - A Review." *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 69 (4): 327–41. <https://doi.org/10.31883/pjfn/113152>.
- Mandal, S., and M. Mandal. 2015. "Coriander (Coriandrum Sativum L.) Essential Oil:

- Chemistry and Biological Activity.” *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5 (6): 421–28. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.04.001>.
- Marchese, A., R. Barbieri, E. Coppo, I. Erdogan, and M. Daglia. 2017. “Antimicrobial Activity of Eugenol and Essential Oils Containing Eugenol: A Mechanistic Viewpoint” 43 (6): 668–89.
- Moshe Dvir, I., O. Weizman, D. Lewitus, S. Weintraub, A. Ophir, and A. Dotan. 2019. “Antimicrobial Active Packaging Combining Essential Oils Mixture: Migration and Odor Control Study.” *Polymers for Advanced Technologies* 30 (10): 2558–66. <https://doi.org/10.1002/pat.4642>.
- Naeem, A., T. Abbas, T. M. Ali, and A. Hasnain. 2018. “Essential Oils: Brief Background and Uses.” *Annals of Short Reports* 1 (1): 1–3.
- Nazzaro, F., F. Fratianni, L. De Martino, R. Coppola, and V. De Feo. 2013. “Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria.” *Pharmaceuticals* 6 (12): 1451–74. <https://doi.org/10.3390/ph6121451>.
- Noumi, E., M. Snoussi, M. M. Alreshidi, P. D. Rekha, K. Saptami, L. Caputo, L. De Martino, et al. 2018. “Chemical and Biological Evaluation of Essential Oils from Cardamom Species.” *Molecules* 23 (11). <https://doi.org/10.3390/molecules23112818>
- Phunpee, S., U. Rangsadthong Ruktanonchai, H. Yoshii, S. Assabumrungrat, and A. Soottitantawat. 2017. “Encapsulation of Lemongrass Oil with Cyclodextrins by Spray Drying and Its Controlled Release Characteristics.” *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 81 (4): 718–23. <https://doi.org/10.1080/09168451.2016.1277942>.
- Rao, J., B. Chen, and D. J. McClements. 2019. “Improving the Efficacy of Essential Oils as Antimicrobials in Foods: Mechanisms of Action.” *Annual Review of Food Science and Technology* 10 (1): 365–87. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121727>.
- Reyes-Jurado, F., A. Franco-Vega, and N. Ramirez-Corona. 2015. “Essential Oils: Antimicrobial Activities, Extraction Methods, and Their Modeling.” *Food Eng Rev* 7: 275–97. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9099-2>.
- Samira, G. C, and A. Habib. 2017. “Chemical Composition and Insecticidal Effects of The Essential Oil of Cardamom, *Elettaria Cardamomum* on the Tomato Leaf Miner, *Tuta Absoluta*.” *Toxin Reviews* 36 (1): 12–17. <https://doi.org/10.1080/15569543.2016.1250100>.
- Soetjipto, H. 2018. “Antibacterial Properties of Essential Oil in Some Indonesian Herbs.” *Intechopen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.78033>.
- Sreepian, A., P. M. Sreepian, C. Chanthong, T. Mingkhwancheep, and P. Prathit. 2019. “Antibacterial Activity of Essential Oil Extracted from Citrus *Hystrix* (Kaffir Lime) Peels: An in Vitro Study.” *Tropical Biomedicine* 36 (2): 531–41.
- Ternus, Z. R., and M. Zanetti. 2015. “Microbiological Characterization of Pure Geraniol and Comparison with Bactericidal Activity of the Cinnamic Acid in Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria.” *Journal of Microbial & Biochemical Technology* 07 (04): 186–93. <https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000203>.
- Yang, H. J., and K. B. Song. 2016. “Application of Lemongrass Oil-Containing Polylactic Acid Films to The Packaging of Pork Sausages.” *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 36 (3): 421–26. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.421>.
- Yunilawati, R., W. Handayani, A. A. Cahyaningtyas, B. Amalia, and C. Imawan. 2020. “Antimicrobial Label from Lemongrass Oil Incorporated with Chitosan / Ascorbic Acid.” In *2nd International Conference of Essential Oil Indonesia (ICEO)*, 147–52. <https://doi.org/10.5220/0009968501470152>.
- Zhang, Y., X. Liu, Y. Wang, P. Jiang, and S. Y. Quek. 2016. “Antibacterial Activity and Mechanism of Cinnamon Essential Oil Against *Escherichia Coli* and *Staphylococcus Aureus*.” *Food Control* 59: 282–89. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.05.032>.