



KAJIAN INTERAKSI BERBAGAI KOMBINASI MINYAK ATSIRI TERHADAP MIKROORGANISME PERUSAK PANGAN: STUDI KEPUSTAKAAN

[The Interaction of Various Essential Oil Combinations on Food Spoilage Microorganisms: A Review]

Nurul Sakinah^{1*}, Tita Rialita¹, Edy Subroto¹

¹Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor

*Email: nurul16037@mail.unpad.ac.id (Telp: +6281317226301)

Diterima tanggal 15 juni 2021

Disetujui tanggal 13 Juli 2021

ABSTRACT

This review aimed to examine the interactions between various essential oil combinations and their influences on spoilage microorganisms. Due to microbiological factors, fresh food is susceptible to quality degradation. Therefore, antimicrobial agents are needed to preserve food products from spoilage microorganisms. One of the antimicrobial agents that can be used as a natural food preservative is essential oil. However, high concentrations are required to ensure adequate antimicrobial action as it can affect flavor, taste, and consumer acceptance. This issue can be solved by combining essential oils that have a synergistic effect. The findings of this study show that combining essential oils that provide a synergistic effect can reduce the concentration required to produce the same antimicrobial effect as individual essential oils. Synergistic effects tend to occur when essential oils are combined with different components. Combining essential oils with the main components from the same group of compounds tends to produce additive or indifferent interactions. Moreover, the interactions that occur in the combination of essential oils are also influenced by the type of target bacteria.

Keywords: Interactions, combinations, essential oil, food.

ABSTRAK

Review ini bertujuan untuk mengkaji interaksi yang terjadi pada berbagai kombinasi minyak atsiri dan pengaruhnya terhadap mikroorganisme perusak pangan. Adanya faktor mikrobiologis menyebabkan pangan segar rawan untuk mengalami penurunan kualitas, sehingga dibutuhkan peran agen antimikroba untuk melindunginya dari mikroorganisme perusak pangan. Salah satu agen antimikroba yang dapat berperan sebagai pengawet pangan alami adalah minyak atsiri. Namun, untuk memberikan aktivitas antimikroba yang efektif dibutuhkan penambahan minyak atsiri dengan konsentrasi yang tinggi sehingga dapat mempengaruhi aroma, rasa, dan penerimaan konsumen. Hal ini dapat ditangani dengan mengkombinasikan minyak atsiri yang memberikan efek sinergis. Hasil review menunjukkan kombinasi minyak atsiri yang memberikan efek sinergis dapat menurunkan konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan efek antimikroba yang sama pada penggunaan minyak atsiri individu. Efek sinergis cenderung terjadi ketika minyak atsiri dikombinasikan dengan komponen yang berbeda. Sedangkan, pengombinasian minyak atsiri dengan komponen utama yang berasal dari kelompok senyawa yang sama cenderung menghasilkan interaksi yang aditif ataupun indifere. Selain itu, interaksi yang terjadi pada kombinasi minyak atsiri juga turut dipengaruhi oleh jenis bakteri target.

Kata kunci: Interaksi, kombinasi, minyak atsiri, pangan.



PENDAHULUAN

Pangan segar umumnya mudah untuk mengalami penurunan kualitas, sehingga dibutuhkan metode pengawetan yang tepat agar dapat memperpanjang umur simpan dan melindunginya dari berbagai kerusakan (Robertson, 2012). Penambahan agen antimikroba ke dalam bahan pangan dapat menjadi salah satu solusi dalam mengatasi hal ini, dimana agen antimikroba yang ditambahkan akan berperan sebagai pengawet. Ketertarikan antimikroba, khususnya antimikroba alami didasari oleh kekhawatiran konsumen akan penggunaan agen antimikroba sintesis yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan (Ribeiro-Santos *et al.*, 2017). Salah satu pengawet alami yang dapat digunakan yaitu minyak atsiri yang mempunyai karakteristik antimikroba kuat dan tidak bersifat toksik (Dima dan Dima, 2015).

Selain karena berasal dari sumber yang alami, minyak atsiri juga memiliki keunggulan lain karena sifat biologisnya yaitu sebagai antimikroba, antioksidan, anti-tumor, analgesik, insektisida, dan anti-diabetes (Brahmi *et al.*, 2016; Yen *et al.*, 2015). Adanya aktivitas antimikroba pada minyak atsiri menjadikan minyak atsiri berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti pengawet sintesis pada bahan pangan. Namun, dibutuhkan konsentrasi yang tinggi pada penggunaan minyak atsiri sebagai pengawet agar mendapatkan efek antimikroba yang kuat sehingga ketika diaplikasikan pada bahan pangan umumnya dapat mempengaruhi aroma, rasa, dan penerimaan sensori (Lv *et al.*, 2011). Hal ini dapat diatasi dengan mengkombinasikan minyak atsiri, dimana kombinasi komponen minyak atsiri yang memiliki sifat lemah ataupun sedang dapat menghasilkan interaksi sinergis sehingga didapatkan efek yang saling menguatkan (Rasooli, 2007).

Minyak atsiri dalam tumbuhan terdiri dari campuran berbagai senyawa, sehingga penggunaan kombinasi minyak atsiri dari berbagai rempah diharapkan dapat menghasilkan aktivitas antimikroba yang lebih tinggi dengan spektrum luas pada konsentrasi yang rendah, serta tetap dapat diterima baik secara aroma, rasa, dan sensori (Burt, 2004). Kombinasi antar minyak atsiri dapat menyebabkan terjadinya interaksi antar komponen senyawa minyak atsiri. Interaksi yang terjadi dapat berupa efek sinergis, antagonis, maupun aditif (Bassolé dan Juliani, 2012). Sehingga dalam penggunaannya pada produk pangan, pemilihan senyawa minyak atsiri yang akan dikombinasikan perlu untuk diketahui agar didapatkan interaksi yang menguntungkan.

Berdasarkan uraian di atas yang menunjukkan pentingnya alternatif baru dalam pengawetan bahan pangan yaitu penggunaan kombinasi minyak atsiri sebagai agen antimikroba. Mendorong penulis untuk membuat kajian literatur yang mendalam dan menyeluruh terkait interaksi yang terjadi pada kombinasi minyak atsiri, sehingga didapatkan interaksi yang menguntungkan dalam penggunaannya pada bahan pangan. Pemaparan dan hasil dilakukan berdasarkan data-data pustaka yang didapatkan (*literature review*).



Minyak atsiri sebagai Agen Antimikroba

Minyak atsiri adalah minyak yang bersifat volatil yang berasal dari hasil metabolisme sekunder tumbuhan. Minyak atsiri dapat diekstrak dari berbagai bagian tumbuhan, seperti daun, biji, bunga, batang, akar, dan buah (Burt, 2004). Minyak atsiri terdiri dari berbagai senyawa alami yang kompleks yang mengandung sekitar 20-60 komponen dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Minyak atsiri memiliki dua sampai tiga komponen utama dengan konsentrasi yang tinggi (20-70%) jika dibandingkan komponen lainnya yang memiliki konsentrasi jauh lebih kecil. Komponen mayor inilah yang akan menentukan sifat biologis dari minyak atsiri. Komponen minyak atsiri meliputi dua kelompok, yaitu kelompok utama terdiri dari terpen dan terpenoid. Sedangkan kelompok lainnya adalah senyawa aromatik fenil propanoid, dimana semua komponen ini memiliki berat molekul yang rendah (Shaaban, 2020).

Komposisi minyak atsiri yang sangat bervariasi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu faktor ekstrinsik dan intrinsik. Faktor ekstrinsik dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan, sedangkan faktor intrinsik terdiri dari bagian tubuh tanaman, usia, iklim, dan komposisi tanah (Angioni *et al.*, 2006). Minyak atsiri yang umum digunakan sebagai agen antimikroba pada produk pangan yaitu cengkeh, lemon, rosemary, biji anggur, bawang putih, biji jintan, kayu manis, nilam, dan lain-lain (Ju *et al.*, 2018).

Aktivitas antimikroba pada minyak atsiri ditentukan oleh komponen utama pada minyak atsiri atau efek sinergis gabungan dari berbagai komponen. Mekanisme antibakteri pada berbagai komponen minyak atsiri berbeda-beda (Khorshidian *et al.*, 2017). Komposisi kimia yang sama pada minyak atsiri mungkin saja memiliki efek yang berbeda pada mikroorganisme yang berbeda, hal ini karena komposisi dan ketebalan membran sel setiap mikroba tidak sama. Mekanisme antibakteri yang dapat dilakukan oleh minyak atsiri yaitu melalui dinding sel, membran sel, DNA, respirasi, dan metabolisme energi (Ju *et al.*, 2018).

Melalui penelitian Zhang *et al.* (2016) diketahui minyak atsiri mempengaruhi integritas dinding sel, dimana minyak atsiri kayu manis dapat berperan sebagai bakterisidal dengan cara menghancurkan integritas dinding sel dari *Escherchia coli* serta menghambat sintesis komponen dinding sel. Minyak atsiri juga diketahui dapat mempengaruhi membran sel yaitu dengan menghancurkan struktur membran sel dan selanjutnya meningkatkan permeabilitas membran sel yang akan membuat ion penting serta komponen tidak larut keluar dari sel sehingga terjadi kematian sel (Lv *et al.*, 2011).

Penelitian Chung *et al.* (2009) menunjukkan efek minyak atsiri pada materi genetik, dimana minyak atsiri *Artemesia iyayomogi* dapat berinteraksi dengan DNA mikroba sehingga menyebabkan terjadinya fragmentasi DNA (Chung *et al.*, 2009). Selain dapat menghancurkan struktur DNA, minyak atsiri dan komponen utamanya juga dapat menghambat ekspresi gen. Melalui Muthaiyan *et al.* (2012), dapat diketahui minyak atsiri jeruk valencia dapat memengaruhi ekspresi gen *Staphylococcus aureus* dan mendorong terjadinya pelepasan sel. Minyak atsiri juga dapat menghambat metabolisme energi pada sel bakteri. Menurut penelitian Ulanowska *et al.*



(2006), diketahui minyak atsiri kayu manis dapat mengubah konsentrasi ATP dalam sel bakteri patogen. Selain itu, penelitian Di Pasqua et al. (2010) menunjukkan thymol dapat mengganggu sintesis protein pada *Salmonella* dan mengganggu jalur metabolisme sel.

Interaksi dan Mekanisme Kombinasi Minyak Atsiri

Senyawa-senyawa yang berbeda dalam minyak atsiri dapat berinteraksi satu sama lain, baik meningkatkan maupun mengurangi aktivitas antimikroba minyak atsiri (Bassolé dan Juliani, 2012). Interaksi antara senyawa minyak atsiri dapat menghasilkan empat jenis efek yang berbeda diantaranya efek sinergis, antagonis, aditif, dan indifere (Goñi et al., 2009). Interaksi sinergis yaitu ketika kombinasi antar senyawa menghasilkan efek yang lebih besar dari jumlah efek individu. Interaksi antagonis yaitu ketika efek dari satu atau kedua senyawa minyak atsiri lebih kecil ketika digunakan bersama daripada ketika digunakan secara individu. Efek aditif terjadi ketika efek kombinasi sama dengan jumlah dari efek individu. Sedangkan indifere yaitu tidak adanya interaksi yang terjadi antar senyawa minyak atsiri (Burt, 2004). Pengetahuan mengenai interaksi yang terjadi pada kombinasi minyak atsiri dan mekanismenya perlu untuk diketahui agar didapatkan interaksi yang menguntungkan pada kombinasi minyak atsiri. Berikut merupakan beberapa penelitian mengenai interaksi yang terjadi antar minyak atsiri yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Interaksi Antar Kombinasi Minyak Atsiri

No	Minyak Atsiri	Komponen Utama	Interaksi	Mikroorganisme	Referensi
1.	Thyme - Rosemary	<i>thymol - α-pinene</i>	sinergis	<i>Salmonella spp.</i>	García-Díez et al. (2017)
	Thyme - Parsley	<i>thymol - α-pinene</i>	indifere	<i>L. monocytogenes</i>	
	Thyme - Kayu Manis	<i>thymol - eugenol</i>	sinergis	<i>L. monocytogenes</i> <i>E. coli</i>	
	Thyme - Jinten	<i>thymol - cuminaldehyde</i>	sinergis	<i>Salmonella spp.</i> <i>E. coli</i>	
2.	Thyme - Bawang Putih	<i>thymol - diallyl disulfide</i>	aditif	<i>S. aureus</i>	Cho et al. (2020)
	Kayu Manis - Parsley	<i>eugenol - α-pinene</i>	sinergis	<i>L. monocytogenes</i>	
	Bawang Putih - Bay	<i>diallyl disulfide -eucalyptol</i>	sinergis	<i>Salmonella spp.</i>	
3.	Oregano - Thyme	<i>carvacrol - thymol</i>	sinergis	<i>L. monocytogenes</i>	Lee et al., (2020)
4.	Kayu Manis - Mustard	<i>carvacrol - thymol</i>	aditif	<i>Leuconostoc citreum</i>	Clemente et al. (2019)
				<i>Enterobacter spp.</i> <i>Lactobacillus spp.</i> <i>Pseudomonas spp.</i>	
5.	Oregano - Thyme	<i>carvacrol - thymol</i>	sinergis	<i>P. amylolyticus</i> <i>B. cereus</i>	Ayari et al. (2020)
	Thyme - Tea Tree	<i>thymol - terpinene-4-ol</i>	sinergis	<i>Paenibacillus amylolyticus</i>	
6.	Thyme - Kayu Manis	<i>thymol - cinnamaldehyde</i>	sinergis	<i>B. cereus</i>	Gutierrez et al. (2008)
	Oregano - Thyme	<i>carvacrol - thymol</i>	aditif	<i>B. cereus</i> <i>P. aeruginosa</i>	
			indifere	<i>L. monocytogenes</i> <i>E. coli</i>	
7.	Oregano - Bergamot	<i>carvacrol - bergamol</i>	sinergis	<i>S. aureus</i>	Lv et al. (2011)
	Oregano - Basil	<i>carvacrol - eugenol</i>	aditif	<i>B. subtilis</i> <i>S. aureus</i> <i>B. subtilis</i> <i>E. coli</i>	



No	Minyak Atsiri	Komponen Utama	Interaksi	Mikroorganisme	Referensi
9.	Basil - Bergamot Oregano - Marjoram	<i>eugenol - bergamol</i> <i>carvacrol - terpinen-4-ol</i>	sinergis sinergis	<i>S. aureus</i> <i>E. coli</i>	Ouedrhiri <i>et al.</i> (2016)
10.	Carvacrol - Mustar Putih	<i>carvacrol - aitc</i>	aditif	<i>Salmonella typhirum</i>	Porter dan Monu (2019)
11.	Thyme - Kayu Manis	<i>thymol - cinnamaldehyde</i>	sinergis	<i>B. cinerea</i>	Nikkhah <i>et al.</i> (2017)
12.	Thymol - Kayu Manis	<i>thymol -transcinnamaldehyde</i>	sinergis	<i>S. aureus</i>	El Atki <i>et al.</i> (2020)
	Carvacrol - Kayu Manis	<i>carvacrol - transcinnamaldehyde</i>	aditif indifferen aditif	<i>E. coli</i> <i>P. aeruginosa</i> <i>E. coli</i> <i>S. aureus</i>	
13.	Oregano - Rosemary	<i>thymol - eucalyptol</i>	indiferen sinergis	<i>P. aureginosa</i> <i>E. coli</i> O157:H7	Diniz-Silva <i>et al.</i> (2019)
14.	Oregano - Rosemary	<i>thymol - eucalyptol</i>	sinergis	<i>L. monocytogenes</i> <i>E. coli</i> <i>Salmonella enteritidis</i>	Barbosa <i>et al.</i> (2016)
15.	Carvacrol -1,8-Cineole	<i>carvacrol - 1,8-cineole</i>	sinergis	<i>L. monocytogenes</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>P. Fluorescens</i>	de Oliveira <i>et al.</i> (2015)
16.	Kayu Manis – Lengkuas Merah	<i>cinnamaldehyde -eucalyptol</i>	sinergis	<i>S. aureus</i> <i>E. coli</i>	Rialita <i>et al.</i> (2019)
17.	<i>O. gratissimum</i> – <i>C. flexuosus</i>	<i>eugenol - citral</i>	sinergis	<i>S. aureus</i> <i>M. luteus</i> <i>B. subtilis</i> <i>K. pneumoniae</i>	Sharma <i>et al.</i> (2020)
	<i>Citronella java</i> – <i>C. lanceolatus</i>	<i>citronellal - 1,8-cineole</i>	sinergis	<i>S. aureus</i> <i>M. luteus</i> <i>E. coli</i>	
	<i>C. flexuosus</i> – <i>C. lanceolatus</i>	<i>citral - 1,8-cineole</i>		<i>B. subtilis</i> <i>K. pneumoniae</i>	
19.	Kayu Manis - Cengkeh	<i>cinnamaldehyde – eugenol</i>	aditif	<i>L. monocytogenes</i> <i>B. cereus</i> <i>Y. enterocolitica</i>	Goni <i>et al.</i> (2009)
			antagonis	<i>E. coli</i>	
20.	Cengkeh - Mustard	<i>eugenol - aitc</i>	sinergis	<i>Botrytis cinerea</i>	Aguilar-González <i>et al.</i> (2015)
21.	Serai - Rumput Malabar	<i>geranial - limonene</i>	sinergis	<i>S. aureus</i> <i>L. monocytogenes</i> <i>Enterobacter aerogenes</i> <i>S. typhimurium</i>	Bassolé <i>et al.</i> (2011)
			aditif	<i>E. coli</i> <i>Shigella dysenteria</i>	
			indiferen	<i>Enterococcus faecalis</i> <i>Salmonella enterica</i>	
22.	Serai - Lengkuas	<i>e-citral - 1,8-cineole</i>	sinergis	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>P. aureginosa</i> <i>Candida albicans</i>	Tadtong <i>et al.</i> (2014)
23.	<i>Eucalyptus caesia</i> - <i>Dracocephalum</i> <i>mutlicaula</i>	<i>1,8-cineole - limonene</i>	sinergis	<i>B. cereus</i> <i>S. aureus</i> <i>L. monocytogenes</i>	Hashemi dan Jafarpour (2020)
			aditif	<i>E. coli</i> <i>S. typhi</i> <i>S. flexneri</i> <i>P. aeruginosa</i>	



a. Interaksi Senyawa pada Kombinasi Minyak Atsiri

Sebagian besar kombinasi minyak atsiri memberikan efek yang sinergis terhadap berbagai mikroorganisme, meskipun pada beberapa literatur menunjukkan efek aditif, indifferen, dan antagonis. Minyak atsiri oregano dan thyme merupakan minyak atsiri yang paling banyak digunakan. Kombinasi minyak atsiri oregano dan thyme dengan minyak atsiri lain sebagian besar memberikan efek sinergis. Efek sinergis yang terjadi umumnya dikaitkan dengan komponen utama dari minyak atsiri, dimana pada oregano komponen utamanya adalah karvakrol yang merupakan kelompok senyawa monoterpen fenolik, sedangkan pada thyme adalah thymol yang merupakan kelompok senyawa fenil propanoid (García-Díez *et al.*, 2017).

Minyak atsiri dengan komponen utama dari kelompok senyawa yang berasal dari golongan monoterpen fenolik dan fenil propanoid sendiri diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang tinggi terhadap berbagai mikroorganisme. Melalui Tabel 1, dapat diketahui minyak atsiri dengan komponen utama dari kelompok senyawa monoterpen fenolik yang terdapat pada oregano dan thyme, serta senyawa fenil propanoid yang terdapat pada basil, kayu manis, cengkeh, dan kayu manis menunjukkan interaksi yang sinergis ketika dikombinasikan satu sama lain (Nikkhah *et al.*, 2017; Lv *et al.*, 2011; García-Díez *et al.*, 2017; El Atki *et al.*, 2020; Ayari *et al.*, 2020). Selain itu, kombinasi minyak atsiri dari kelompok senyawa monoterpen fenolik dan fenil propanoid dengan minyak atsiri lain yang memiliki komponen utama dari golongan monoterpen hidrokarbon (García-Díez *et al.*, 2017), monoterpen alkohol (Lv *et al.*, 2011; Ayari *et al.*, 2020; Ouedrhiri *et al.*, 2016), monoterpen eter (Diniz-Silva *et al.*, 2019; Barbosa *et al.*, 2016; de Oliveira *et al.*, 2015; Rialita *et al.*, 2019), monoterpen aldehid (Sharma *et al.*, 2020), dan organosulfur (Aguilar-González *et al.*, 2015) juga menunjukkan interaksi yang sinergis. Hal ini menunjukkan kombinasi antar minyak atsiri yang memiliki komponen utama dari kelompok senyawa yang berbeda cenderung memunculkan interaksi yang sinergis.

Adanya interaksi sinergis yang terjadi pada kombinasi minyak atsiri, berkaitan dengan aktivitas yang terdapat pada senyawa minyak atsiri. Dimana penggunaan minyak atsiri dengan komponen utama dari golongan senyawa yang berbeda akan memiliki target yang berbeda pada mikroorganisme, sehingga akan saling meningkatkan aktivitas antimikrobanya (Gutierrez *et al.*, 2008). Komponen minor pada minyak atsiri juga berpengaruh terhadap sinergisme yang terjadi pada kombinasi minyak atsiri. Diketahui komponen minyak atsiri secara keseluruhan memiliki aktivitas antimikroba yang lebih tinggi dibandingkan komponen utama secara individu, hal ini menunjukkan komponen minor berperan penting dalam meningkatkan aktivitas minyak atsiri secara keseluruhan (Burt, 2004). Selain itu, melalui Sharma *et al.* (2020) dan Ouedrhiri *et al.* (2017) juga dapat diketahui baik komponen mayor maupun minor berkontribusi pada efek interaktif akhir dari kombinasi minyak atsiri.

Melalui Tabel 1, diketahui efek aditif dan indifferen cenderung terjadi pada kombinasi minyak atsiri dengan komponen utama dari kelompok yang sama. Hal ini dapat dilihat pada penelitian Gutierrez *et al.* (2008) yang menunjukkan efek aditif dan indifferen pada kombinasi minyak atsiri dengan komponen utama carvacrol dan



thymol yang sama-sama berasal dari kelompok senyawa monoterpen fenolik. Selain itu, Goñi *et al.* (2009) juga melaporkan hal serupa yaitu minyak atsiri kayu manis dan cengkeh yang sama-sama memiliki komponen utama dari senyawa fenil propanoid memberikan efek aditif dan antagonis ketika dikombinasikan. Terjadinya interaksi yang memunculkan efek aditif dan indeferen dikaitkan dengan kemiripan struktur pada senyawa utama minyak atsiri yang dikombinasikan, dimana hal ini akan memberikan aktivitas antimikroba yang serupa dan tidak saling menguatkan. Oleh karena itu, pemilihan minyak atsiri dengan komposisi yang berbeda dengan aktivitas yang moderat atau lemah dinilai lebih dapat memunculkan efek yang sinergis (Gutierrez *et al.*, 2008). Ultee *et al.* (2002) melaporkan, *p*-cymene yang memiliki aktivitas lemah dapat memberikan pembekakkan yang lebih besar pada membran sel dibanding carvacrol, sehingga memudahkan carvacrol untuk lebih mudah masuk ke dalam sel. Sedangkan interaksi minyak atsiri yg memunculkan efek antagonis belum diketahui secara jelas. Diduga efek antagonis yang terjadi berkaitan dengan komponen monoterpen hidrokarbon dan monoterpen teroksidasi, dimana pada Cox *et al.* (2001) melaporkan γ -terpinene dapat mengurangi aktivitas dari *terpinene-4-ol* dengan menurunkan solubilitasnya.

Melalui Tabel 1, juga dapat diketahui sebagian besar interaksi antara minyak atsiri memunculkan efek sinergis ketika melawan bakteri Gram positif, sedangkan pada bakteri Gram negatif cenderung memunculkan efek aditif, indifferen, ataupun antagonis (Hashemi dan Jafarpour, 2020; Clemente *et al.*, 2019; Gutierrez *et al.*, 2008; Porter dan Monu, 2019; Lv *et al.*, 2011; El Atki *et al.*, 2020; Goñi *et al.*, 2009; Bassolé *et al.*, 2011). Hal ini menunjukkan interaksi yang terjadi antar minyak atsiri tidak hanya dipengaruhi oleh komponen minyak atsiri, namun juga dipengaruhi oleh jenis bakteri target. Bakteri Gram negatif sendiri diketahui memiliki membran luar yang mengelilingi dinding selnya sehingga dapat membatasi difusi senyawa hidrofobik dengan pelindung lipopolisakaridanya, membuat bakteri Gram negatif lebih resisten terhadap senyawa minyak atsiri. Sedangkan pada bakteri Gram positif seperti *L. monocytogenes*, *B. subtilis*, *S. aureus* diketahui tidak memiliki membran luar yang mengelilingi dinding selnya sehingga memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap senyawa minyak atsiri (Burt, 2004).

b. Mekanisme Antimikroba Kombinasi Minyak Atsiri

Aktivitas yang diberikan oleh kombinasi minyak atsiri ditentukan oleh mekanisme aksi masing-masing minyak atsiri dan interaksinya satu sama lain. Literatur yang meneliti mengenai mekanisme aksi pada kombinasi minyak atsiri sendiri masih terbatas. Namun, terdapat beberapa mekanisme antimikroba kombinasi minyak atsiri yang dapat diterima secara umum. Hal ini meliputi penghambatan secara sekuensial pada jalur biokimia, penghambatan enzim pelindung, interaksi dari beberapa antimikroba dengan dinding sel, dan interaksi dengan dinding atau membran sel yang menyebabkan penyerapan antimikroba lainnya meningkat (Santiesteban-López *et al.*, 2007).



Komponen aktif yang terdapat pada masing-masing minyak atsiri mempengaruhi mekanisme aksi yang dihasilkan pada kombinasi minyak atsiri. Kombinasi minyak atsiri yang memiliki komponen dari kelompok senyawa yang berbeda akan memiliki mekanisme aksi yang berbeda pula, sehingga kombinasi minyak atsiri dapat menyerang dua bagian yang berbeda pada sel. Diniz-Silva *et al.* (2019) dan Barbosa *et al.* (2016) melaporkan mekanisme kombinasi minyak atsiri oregano dan rosemary, efek sinergis yang dihasilkan diperkirakan disebabkan oleh gangguan pada struktur membran bakteri karena hidrofobisitas yang tinggi dari senyawa minyak atsiri rosemary (*eucalyptol*, *camphor*, dan α -*pinene*) sehingga membantu senyawa minyak atsiri oregano (*thymol*, p -*cymene* dan *carvacrol*) untuk melewati membran bakteri dan selanjutnya dapat bertindak di dalam sel. Aktivitas yang terjadi ini dapat menyebabkan hilangnya ion, turunnya potensial membran, serta habisnya ATP.

Mekanisme aksi multitarget juga ditunjukkan pada kombinasi minyak atsiri mustard dengan *carvacrol*. *Carvacrol* berperan dengan menyerang membran luar dan meningkatkan permeabilitas membran, sedangkan minyak atsiri mustard dengan komponen utama *Allyl isothiocyanate* (AITC) menyebabkan kebocoran metabolit sel dan menghambat enzim sehingga mempengaruhi fungsi metabolisme dari bakteri, serta keberadaannya setelah berada dalam sel dapat mengubah protein sel (Porter dan Monu, 2019; García-Díez *et al.*, 2017). Selain itu, pada El Atki *et al.* (2020) yang mengombinasikan minyak atsiri kayu manis dengan *carvacrol* juga menghasilkan mekanisme multitarget pada bakteri. *Carvacrol* berperan dengan mengubah membran luar sel dan meningkatkan permeabilitasnya, sedangkan *sinnamaldehyd* pada minyak atsiri kayu manis kemudian mengganggu proses biologi pada mikroorganisme. *Carvacrol* juga memiliki kemampuan untuk menghambat ATPase yang menyebabkan hilangnya *proton motive force*, dan selanjutnya menghambat enzim lain (Cristani *et al.*, 2007).

Mekanisme yang melibatkan aktivitas pada membran luar dan mengganggu proses biologis sel juga terjadi pada kombinasi minyak atsiri kayu manis dengan lengkuas merah (Rialita *et al.*, 2019), cengkeh dengan mustard (Aguilar-González *et al.*, 2015), kayu manis dengan mustard (Clemente *et al.*, 2016), serai dengan lengkuas (Tadtong *et al.*, 2014), thyme dengan jinten, thyme dengan kayu manis, dan bawang putih dengan bay (García-Díez *et al.*, 2017). Sedangkan pada kombinasi minyak atsiri oregano dengan thyme yang memiliki komponen aktif *carvacrol* dan *thymol* menunjukkan aktivitasnya dengan mempengaruhi keutuhan membran bakteri sehingga permeabilitasnya meningkat (Cho *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2020; Ayari *et al.*, 2020).

Kombinasi antar minyak atsiri yang memberikan efek sinergis maupun aditif dapat menurunkan konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan efek antimikroba yang sama pada penggunaan minyak atsiri individu. García-Díez *et al.* (2017) melaporkan pada kombinasi minyak atsiri thyme dengan rosemary terhadap *Salmonella spp.* terjadi penurunan konsentrasi hambat minimum (KHM) pada minyak atsiri thyme 4 kali lipat dan rosemary 30 kali lipat. Kombinasi minyak atsiri thyme dengan kayu manis terhadap *E. coli* menurunkan KHM minyak atsiri kayu manis sampai 60 kali lipat dan terhadap *L. monocytogenes* terjadi penurunan KHM minyak atsiri thyme 4 kali lipat.



Selain itu, El Atki *et al.* (2020) juga melaporkan adanya penurunan KHM pada kombinasi minyak atsiri thymol dan kayu manis sebesar 8 kali lipat terhadap *S. aureus*, 2 kali lipat terhadap *E. coli*, dan 2 kali lipat pada *P. aeruginosa*. Dengan mengkombinasikan minyak atsiri, diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengurangi konsentrasi dari minyak atsiri yang dibutuhkan untuk mendapatkan efek penghambatan terhadap bakteri pada produk pangan sehingga mengurangi efek negatif pada sifat organoleptik produk.

KESIMPULAN

Kombinasi minyak atsiri yang memberikan efek sinergis dapat menurunkan konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan efek antimikroba yang sama pada penggunaan minyak atsiri individu. Efek sinergis cenderung terjadi ketika minyak atsiri dikombinasikan dengan komponen yang berbeda. Sedangkan, pengombinasian minyak atsiri dengan komponen utama yang berasal dari kelompok senyawa yang sama cenderung menghasilkan interaksi yang aditif ataupun indifferen. Selain itu, interaksi yang terjadi pada kombinasi minyak atsiri juga turut dipengaruhi oleh jenis bakteri target.

DAFTAR PUSTAKA

- A Shaaban H. 2020. Essential Oil as Antimicrobial Agents: Efficacy, Stability, and Safety Issues for Food Application. In Essential Oils - Bioactive Compounds, New Perspectives and Applications.
- Aguilar-González AE, Palou E, López-Malo A. 2015. Antifungal activity of essential oils of clove (*Syzygium aromaticum*) and/or mustard (*Brassica nigra*) in vapor phase against gray mold (*Botrytis cinerea*) in strawberries. Innovative Food Science & Emerging Technologies 32:181–185. DOI: 10.1016/j.ifset.2015.09.003.
- Angioni A, Barra A, Coroneo V, Dessi S, Cabras P. 2006. Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and Flowers. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54(12):4364–4370. DOI: 10.1021/jf0603329.
- Ayari S, Shankar S, Follett P, Hossain F, Lacroix M. 2020. Potential synergistic antimicrobial efficiency of binary combinations of essential oils against *Bacillus cereus* and *Paenibacillus amylolyticus*-Part A. Microbial Pathogenesis 141(January):104008. DOI: 10.1016/j.micpath.2020.104008.
- Bassolé IHN, Lamien-Meda A, Bayala B, Obame LC, Ilboudo AJ, Franz C, et al. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. Phytomedicine 18(12):1070–1074. DOI: 10.1016/j.phymed.2011.05.009.
- Bassolé IHN, Juliani HR. 2012. Essential oils in combination and their antimicrobial properties. Molecules 17(4):3989–4006. DOI: 10.3390/molecules17043989.
- Brahmi F, Abdenour A, Bruno M, Silvia P, Alessandra P, Danilo F, et al. 2016. Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds growing in Algeria. Industrial Crops and Products 88:96–105. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.03.002.



- Burt S. 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. *International Journal of Food Microbiology* 94(3):223–253. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022.
- Cho Y, Kim H, Beuchat LR, Ryu JH. 2020. Synergistic activities of gaseous oregano and thyme thymol essential oils against *Listeria monocytogenes* on surfaces of a laboratory medium and radish sprouts. *Food Microbiology* 86(July 2019):103357. DOI: 10.1016/j.fm.2019.103357.
- Chung EY, Byun YH, Shin EJ, Chung HS, Lee YH, Shin S. 2009. Antibacterial effects of vulgarone B from *Artemisia iwayomogi* alone and in combination with oxacillin. *Archives of Pharmacal Research* 32(12):1711–1719. DOI: 10.1007/s12272-009-2208-8.
- Clemente I, Aznar M, Nerín C. 2019. Synergistic properties of mustard and cinnamon essential oils for the inactivation of foodborne moulds in vitro and on Spanish bread. *International Journal of Food Microbiology* 298(July 2018):44–50. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2019.03.012.
- Clemente I, Aznar M, Silva F, Nerín C. 2016. Antimicrobial properties and mode of action of mustard and cinnamon essential oils and their combination against foodborne bacteria. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 36:26–33. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.05.013.
- Cox SD, Mann CM, Markham JL. 2001. Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology* 91(3):492–497. DOI: 10.1046/j.1365-2672.2001.01406.x.
- Cristani M, D'Arrigo M, Mandalari G, Castelli F, Sarpietro MG, Micieli D, et al. 2007. Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: Implications for their antibacterial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(15):6300–6308. DOI: 10.1021/jf070094x.
- de Medeiros Barbosa I, da Costa Medeiros JA, de Oliveira KÁR, Gomes-Neto NJ, Tavares JF, Magnani M, et al. 2016. Efficacy of the combined application of oregano and rosemary essential oils for the control of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis* in leafy vegetables. *Food Control* 59:468–477. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.06.017.
- de Oliveira KÁR, de Sousa JP, da Costa Medeiros JA, de Figueiredo RCBQ, Magnani M, de Siqueira JP, et al. 2015. Synergistic inhibition of bacteria associated with minimally processed vegetables in mixed culture by carvacrol and 1,8-cineole. *Food Control* 47:334–339. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.07.014.
- Di Pasqua R, Mamone G, Ferranti P, Ercolini D, Mauriello G. 2010. Changes in the proteome of *Salmonella enterica* serovar Thompson as stress adaptation to sublethal concentrations of thymol. *Proteomics* 10(5):1040–1049. DOI: 10.1002/pmic.200900568.
- Dima C, Dima S. 2015. Essential oils in foods: Extraction, stabilization, and toxicity. *Current Opinion in Food Science* 5:29–35. DOI: 10.1016/j.cofs.2015.07.003.
- Diniz-Silva HT, Batista de Sousa J, da Silva Guedes J, Ramos do Egypto Queiroga R de C, Madruga MS, Tavares JF, et al. 2019. A synergistic mixture of *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils to preserve overall quality and control *Escherichia coli* O157:H7 in fresh cheese during storage. *Lwt* 112(December 2018):107781. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.01.039.
- El Atki Y, Aouam I, Tarq A, El Kamari F, Timinouni M, Lyoussi B, et al. 2020. Antibacterial effect of combination of cinnamon essential oil and thymol, carvacrol, eugenol, or geraniol. *Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences* 9(1):104–109. DOI: 10.4103/jrptps.JRPTPS_25_19.



- García-Díez J, Alheiro J, Pinto AL, Falco V, Fraqueza MJ, Patarata L. 2017. Synergistic activity of essential oils from herbs and spices used on meat products against food borne pathogens. *Natural Product Communications* 12(2):281–286. DOI: 10.1177/1934578x1701200236.
- Goñi P, López P, Sánchez C, Gómez-Lus R, Becerril R, Nerín C. 2009. Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry* 116(4):982–989. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.03.058.
- Gutierrez J, Barry-Ryan C, Bourke P. 2008. The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. *International Journal of Food Microbiology* 124(1):91–97. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.028.
- Hashemi SMB, Jafarpour D. 2020. Synergistic properties of *Eucalyptus caesia* and *Dracocephalum multicaule* Montbr & Auch essential oils: Antimicrobial activity against food borne pathogens and antioxidant activity in pear slices. *Journal of Food Processing and Preservation* 44(9):1–12. DOI: 10.1111/jfpp.14651.
- Ju J, Xie Y, Guo Y, Cheng Y, Qian H, Yao W. 2018. The inhibitory effect of plant essential oils on foodborne pathogenic bacteria in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 59(20):3281–3292. DOI: 10.1080/10408398.2018.1488159.
- Khorshidian N, Yousefi M, Khanniri E, Mortazavian AM. 2017. Potential application of essential oils as antimicrobial preservatives in cheese. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 45:62–72. DOI: 10.1016/j.ifset.2017.09.020.
- Lee S, Kim H, Beuchat LR, Kim Y, Ryu JH. 2020. Synergistic antimicrobial activity of oregano and thyme thymol essential oils against *Leuconostoc citreum* in a laboratory medium and tomato juice. *Food Microbiology* 90:103489. DOI: 10.1016/j.fm.2020.103489.
- Lv F, Liang H, Yuan Q, Li C. 2011. In vitro antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms. *Food Research International* 44(9):3057–3064. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.07.030.
- Muthaiyan A, Martin EM, Natesan S, Crandall PG, Wilkinson BJ, Ricke SC. 2012. Antimicrobial effect and mode of action of terpeneless cold-pressed Valencia orange essential oil on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology* 112(5):1020–1033. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2012.05270.x.
- Nikkhah M, Hashemi M, Habibi Najafi MB, Farhoosh R. 2017. Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit. *International Journal of Food Microbiology* 257:285–294. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.06.021.
- Ouedrhiri W, Balouiri M, Bouhdid S, Moja S, Chahdi FO, Taleb M, et al. 2016. Mixture design of *Origanum compactum*, *Origanum majorana* and *Thymus serpyllum* essential oils: Optimization of their antibacterial effect. *Industrial Crops and Products* 89:1–9. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.04.049.
- Ouedrhiri W, Mounyr B, Harki EH, Moja S, Greche H. 2017. Synergistic antimicrobial activity of two binary combinations of marjoram, lavender, and wild thyme essential oils. *International Journal of Food Properties* 20(12):3149–3158. DOI: 10.1080/10942912.2017.1280504.
- Porter JA, Monu EA. 2019. Evaluating the antimicrobial efficacy of white mustard essential oil alone and in combination with thymol and carvacrol against *Salmonella*. *Journal of Food Protection* 82(12):2038–2043. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-19-029.



- Rasooli I. 2007. Food preservation—a biopreservative approach. *Food* 1(2):111–136.
- Rialita T, Radiani H, Alfiah D. 2019. Antimicrobial activity of the combination of red galangal (*Alpinia purpurata* K. Schum) and cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) essential oils on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria. *Journal of Physics: Conference Series* 1217(1):1–9. DOI: 10.1088/1742-6596/1217/1/012132.
- Ribeiro-Santos R, Andrade M, Melo NR de, Sanches-Silva A. 2017. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends in Food Science and Technology* 61:132–140. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.11.021.
- Robertson GL. 2012. *Food Packaging: Principles and Practice* (3rd Ed.). CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton.
- Santiesteban-López A, Palou E, López-Malo A. 2007. Susceptibility of food-borne bacteria to binary combinations of antimicrobials at selected aw and pH. *Journal of Applied Microbiology* 102(2):486–497. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2006.03092.x.
- Sharma K, Guleria S, Razdan VK, Babu V. 2020. Synergistic antioxidant and antimicrobial activities of essential oils of some selected medicinal plants in combination and with synthetic compounds. *Industrial Crops and Products* 154(January):112569. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112569.
- Tadtong S, Watthanachaiyingcharoen R, Kamkaen N. 2014. Antimicrobial constituents and synergism effect of the essential oils from *Cymbopogon citratus* and *Alpinia galanga*. *Natural Product Communications* 9(2):277–280. DOI: 10.1177/1934578x1400900237.
- Ulanowska K, Tkaczyk A, Konopa G, Węgrzyn G. 2006. Differential antibacterial activity of genistein arising from global inhibition of DNA, RNA and protein synthesis in some bacterial strains. *Archives of Microbiology* 184(5):271–278. DOI: 10.1007/s00203-005-0063-7.
- Ultee A, Bennik MHJ, Moezelaar R. 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied and Environmental Microbiology* 68(4):1561–1568. DOI: 10.1128/AEM.68.4.1561-1568.2002.
- Yen HF, Hsieh CT, Hsieh TJ, Chang FR, Wang CK. 2015. In vitro anti-diabetic effect and chemical component analysis of 29 essential oils products. *Journal of Food and Drug Analysis* 23(1):124–129. DOI: 10.1016/j.jfda.2014.02.004.
- Zhang Y, Liu X, Wang Y, Jiang P, Quek SY. 2016. Antibacterial activity and mechanism of cinnamon essential oil against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Food Control* 59:282–289. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.05.032.