



KAJIAN LITERATUR IDENTIFIKASI KOMPONEN BIOAKTIF ANTIINFLAMASI RIMPANG JAHE (*ZINGIBER OFFICINALE*) DAN STABILITASNYA TERHADAP SUHU PENGOLAHAN

M. ALDY MUSTOFA



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2021**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul Kajian Literatur Identifikasi Komponen Bioaktif Antiinflamasi Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) dan Stabilitasnya Terhadap Suhu Pengolahan adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Segala sumber informasi telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor

M. Aldy Mustofa
NIM F24160019

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

M. ALDY MUSTOFA. Kajian Literatur Identifikasi Komponen Bioaktif Antiinflamasi Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) dan Stabilitasnya terhadap Suhu Pengolahan. Dibimbing oleh DR. IR. ENDANG PRANGDIMURTI, MS dan DR.ING. AZIS BOING SITANGGANG, S.TP, MSC.

Jahe (*Zingiber officinale* R) adalah rempah-rempah yang sejak dahulu dikenal oleh masyarakat Indonesia. Pemanfaatan jahe adalah sebagai penambah cita rasa makanan dan obat tradisional. Berbagai penyakit yang mewabah dunia mendorong ilmuwan untuk mencari herbal yang membantu meringankan gejala penyakit yang salah satunya bersumber dari jahe. Jahe diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi sehingga dapat mengendalikan inflamasi yang merupakan gejala berbagai penyakit infeksi. Aktivitas antiinflamasi pada jahe terutama karena kandungan gingerol dan shogaol yang bekerja dengan cara menghambat kerja enzim COX dan produksi NO. [6]-shogaol adalah senyawa bioaktif yang paling efektif dalam menghambat inflamasi. Pengolahan jahe yang melibatkan pemanasan memberikan dampak positif terhadap aktivitas antiinflamasi jahe. Kadar [6]-shogaol jahe meningkat selama pemanasan akibat reaksi dehidrasi [6]-gingerol menjadi [6]-shogaol.

Kata kunci: Antiinflamasi, jahe, pengolahan jahe, stabilitas panas, [6]-shogaol

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

M. ALDY MUSTOFA. Literature Review Identification of the Anti-inflammatory Bioactive Components of Ginger (*Zingiber officinale*) and its Stability to Processing Temperatures. Supervised by DR. IR. ENDANG PRANGDIMURTI, MS and DR.-ING. AZIS BOING SITANGGANG, S.TP, MSC.

Ginger (*Zingiber officinale* R) is a spice that has been known by Indonesian people. The use of this spice are to enhance the flavor of traditional and modern food and as folk medicine. Many kind of infectious or non-infectious diseases has prompted scientists to look for alternative treatment in handling the disease, one of which comes from ginger. Ginger is known to have anti-inflammatory activity so it can control inflammation-related diseases. The anti-inflammatory activity in ginger is mainly due to gingerol and shogaol which work by inhibiting COX enzyme activity and NO production. [6]-shogaol is the most effective anti-inflammatory compound. Ginger processing which involves heating has positive impact on the anti-inflammatory activity. The level of [6]-shogaol increases during heating due conversion and dehydration of [6]-gingerol te become [6]-shogaol.

Keywords: Anti-inflammatory, ginger, ginger processing, heat stability, [6]-shogaol



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**KAJIAN LITERATUR IDENTIFIKASI KOMPONEN
BIOAKTIF ANTIINFLAMASI RIMPANG JAHE (*ZINGIBER
OFFICINALE*) DAN STABILITASNYA TERHADAP SUHU
PENGOLAHAN**

M. ALDY MUSTOFA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
pada
Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2021**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul skripsi: Kajian Literatur Identifikasi Komponen Bioaktif Antiinflamasi Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) dan Stabilitasnya terhadap Suhu Pengolahan

Nama : M. Aldy Mustofa
NIM : F24160019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Endang Prangdimurti, MS
NIP 196807231992032001



Pembimbing 2:

Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang, S.TP, MSc
NIP 198609112010121007



Diketahui oleh

Ketua Departemen

Dr. Ir. Feri Kusnandar, M.Sc.
NIP 196805261993031004



Tanggal Ujian :

Tanggal Lulus : 27 Januari 2021



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat beserta karunia-Nya yang selalu dilimpahkan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Kajian literatur ini dilaksanakan sejak Juli 2020 dengan judul Kajian Literatur Identifikasi Komponen Bioaktif Antiinflamasi Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) dan Stabilitasnya terhadap Suhu Pengolahan.

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada pihak-pihak yang senantiasa memberikan dukungan sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Ibu Dr. Ir. Endang Prangdimurti, MS dan Bapak Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang, S.TP, MSc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bantuan, dukungan, serta pengetahuan. Tak lupa juga ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu, Bapak, serta seluruh keluarga atas doa dan cintanya.

Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat.

Bogor, Januari 2021

M. Aldy Mustofa



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Kajian Literatur	1
Manfaat Kajian Literatur	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
Jahe Sebagai Tanaman Obat	2
Infeksi dan Respon Sistem Imun	3
METODOLOGI	5
Metode Kajian Literatur	5
HASIL DAN PEMBAHASAN	8
Penentuan Komponen Bioaktif Antiinflamasi Jahe	8
Stabilitas Komponen Bioaktif [6]-Shogaol	14
KESIMPULAN	18
SARAN	18
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	22

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Faktor pemicu inflamasi	4
Tabel 2 PEO kajian literatur	5
Tabel 3 Sitokin proinflamasi dan jenis sel penghasilnya	9
Tabel 4 Komponen bioaktif antiinflamasi jahe	10
Tabel 5 Stabilitas [6]-shogaol terhadap berbagai pengolahan panas	15



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Komponen bioaktif utama jahe	3
Gambar 2	Mekanisme inflamasi dalam penanganan infeksi.....	5
Gambar 3	Diagram alir PRISMA penentuan komponen bioaktif antiinflamasi jahe	7
Gambar 4	Diagram alir PRISMA penentuan stabilitas komponen antiinflamasi jahe terhadap pemanasan.....	8
Gambar 5	Struktur umum kelompok senyawa gingerol dan shogaol	14
Gambar 6	Gugus fungsi α,β -karbonil tak-jenuh.....	14
Gambar 7	Konversi [6]-Gingerol menjadi [6]-Shogaol.....	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Database komponen bioaktif antiinflamasi jahe	22
Lampiran 2	Database stabilitas [6]-shogaol terhadap pemanasan	28



PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Jahe (*Zingiber officinale* R) adalah rempah rempah yang sejak dahulu dikenal oleh masyarakat Indonesia. Pemanfaatan jahe selain sebagai penambah cita rasa makanan adalah sebagai obat tradisional yang selalu tersedia di setiap dapur rumah tangga. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Indonesia, produksi jahe selama tahun 2019 adalah 174.380.120 ton dengan produktivitas sebesar 21,6 ton/ha naik sebanyak 1,3 ton/ha dari tahun 2018. Secara global, Indonesia adalah produsen jahe terbesar kelima. Pemanfaatan jahe sebagai obat tradisional telah banyak diteliti dan dipublikasikan pada media ilmiah. Batuk, flu, dan radang tenggorokan adalah beberapa dari sekian banyak penyakit yang dapat ditangani dan diredakan dengan mengonsumsi jahe, baik dalam bentuk ramuan obat maupun ditambahkan sebagai bumbu masakan (Semwal *et al.* 2015). Penelitian Dugasani *et al.* (2010) menyebutkan kemampuan jahe dalam pengobatan penyakit adalah karena kandungan senyawa bioaktif seperti gingerol dan shogaol yang memiliki aktivitas antiinflamasi dan antioksidan

Dunia kini menghadapi berbagai penyakit yang disebabkan oleh mikroba patogen seperti bakteri, virus, dan parasit. Potensi jahe yang besar baik dari segi jumlah dan manfaatnya memacu banyak ilmuwan di berbagai bidang untuk mengembangkan obat yang berasal dari tanaman rimpang ini.

Banyak penyakit infeksi yang menunjukkan demam sebagai salah satu gejala klinis. Demam terjadi karena inflamasi atau peradangan yang merupakan bentuk respon tubuh terhadap infeksi patogen. Tubuh yang memberikan respon inflamasi yang tidak terkendali justru berakhir buruk bagi jaringan dan organ tubuh. Inflamasi yang tidak terkendali tersebut dapat dicegah atau diredakan dengan zat antiradang atau antiinflamasi yang banyak terkandung dalam obat-obatan tradisional, salah satunya jahe. Penentuan komponen-komponen bioaktif antiinflamasi pada jahe sangat diperlukan untuk mengetahui komponen apa yang efektif dalam mencegah dan menangani infeksi patogen. Demikian juga dengan stabilitas komponen-komponen bioaktif tersebut terhadap berbagai faktor pengolahan pangan untuk memformulasikan pangan fungsional berbasis jahe dengan memerhatikan manfaatnya bagi kesehatan.

TUJUAN KAJIAN LITERATUR

Tujuan kajian literatur adalah mengkaji komponen bioaktif jahe yang berpotensi kuat sebagai antiinflamasi sehingga diharapkan dapat meringankan gejala penyakit yang melibatkan inflamasi dan menentukan stabilitasnya terhadap suhu pengolahan.



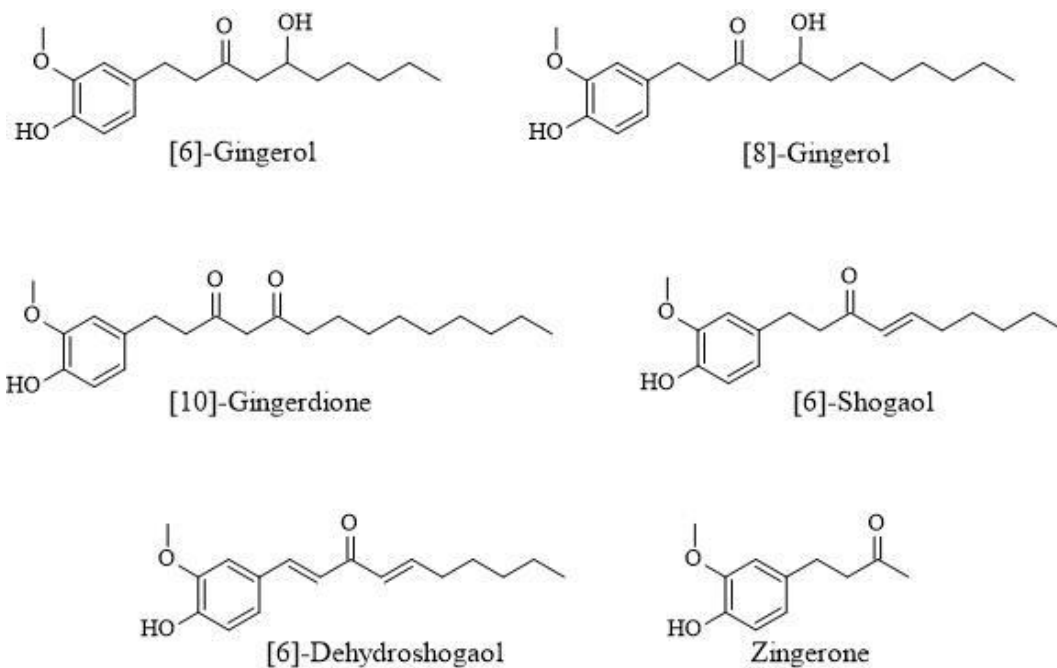
MANFAAT KAJIAN LITERATUR

Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang manfaat jahe dalam meringankan inflamasi dan pengolahan jahe yang tepat untuk memberikan efek pengobatan yang efisien, sehingga memperbesar nilai tambah produk pangan fungsional berbasis jahe.

TINJAUAN PUSTAKA

JAHE SEBAGAI TANAMAN OBAT

Jahe (*Zingiber officinale* R) adalah tanaman berbunga yang berasal dari keluarga Zingiberaceae. Tanaman ini berkembang dengan baik di iklim tropis hingga subtropis dan dapat tumbuh mencapai satu meter. Jahe yang berkerabat dekat dengan kunyit, temulawak, dan kencur ini berasal dari wilayah Asia Tenggara yang kemudian menyebar melalui perdagangan (Semwal *et al.* 2015). Saat ini India memimpin sebagai produsen jahe terbesar sedangkan Indonesia berada di posisi kelima. Semua bagian tubuh jahe dapat memberikan manfaat namun rimpang atau rhizoma adalah bagian yang paling banyak dimanfaatkan, baik dalam keadaan segar maupun kering. Aroma khas yang dihasilkan jahe memberikan citarasa di berbagai masakan terutama masakan Asia. Air perasan jahe digunakan untuk menghilangkan bau amis ikan. Potongan jahe yang dimemarkan sering ditambahkan ke minuman tradisional seperti bandrek yang dipercaya memberikan rasa hangat di tubuh. Penggunaan jahe tidak terbatas sebagai bumbu masak saja, masyarakat di berbagai daerah sejak dahulu memanfaatkan tanaman ini sebagai obat tradisional (*folk medicine*). Sebagai contoh orang di pulau Jawa menggunakan jahe sebagai salah satu bahan jamu. Masyarakat Tiongkok meracik jahe bersama jamur shiitake dan kulit jeruk menjadi ramuan dan digunakan untuk meredakan penyakit influenza (Zhu *et al.* 2020). Manfaat jahe sebagai tanaman obat tidak terlepas dari kandungan komponen bioaktif yang berperan sebagai antioksidan, antikanker, antimikroba, dan antiinflamasi. Komponen bioaktif tersebut didominasi golongan gingerol dan diikuti shogaol (Semwal *et al.* 2015). Beberapa komponen bioaktif jahe beserta struktur kimianya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Komponen bioaktif utama jahe

INFEKSI DAN RESPON SISTEM IMUN

Infeksi adalah serangan dan pertumbuhan mikroba patogen seperti virus, bakteri, dan parasit yang berasal dari luar tubuh inang. Infeksi jika tidak ditangani dengan baik bisa menyebabkan penyakit yang berbahaya. Perkembangan infeksi dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu lingkungan, patogen, dan keadaan inang. Mikroba patogen sangat mudah ditemukan dan berkembang dengan baik di lingkungan yang kotor, karenanya menjaga kebersihan lingkungan menjadi kunci utama mencegah infeksi patogen. Beberapa *strain* bakteri dan virus memiliki peluang menyebabkan infeksi yang lebih besar. Kondisi tubuh manusia turut memengaruhi peluang terserang infeksi. Kelompok lansia, anak-anak, orang berstatus gizi rendah, dan stress berisiko lebih besar terinfeksi patogen.

Tubuh manusia dilengkapi sistem pertahanan atau sistem imun untuk menangkal serangan mikroba yang menyebabkan infeksi atau penyakit. Secara garis besar respon sistem imun tubuh manusia dikelompokkan menjadi respon imun nonspesifik atau *innate immunity* dan respon spesifik atau *adaptive immunity* yang bekerja sama menangkal serangan patogen (Patel dan Chatterjee 2018). Respon imun nonspesifik merupakan pertahanan pertama tubuh terhadap segala macam patogen yang berlangsung seketika (Rao *et al.* 2020), berbeda dengan respon imun spesifik yang melawan secara khas dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Fungsi respon imun nonspesifik di antaranya sebagai rintangan anatomis, mengirimkan sel imun ke tempat terjadinya serangan patogen, mengenali dan menghilangkan zat asing yang masuk ke dalam tubuh, dan mengaktifkan respon imun spesifik. Fungsi utama respon imun spesifik adalah

mengenali antigen khas, membantu memusnahkan patogen atau sel yang terinfeksi secara tertentu, dan mengembangkan ingatan imunologi.

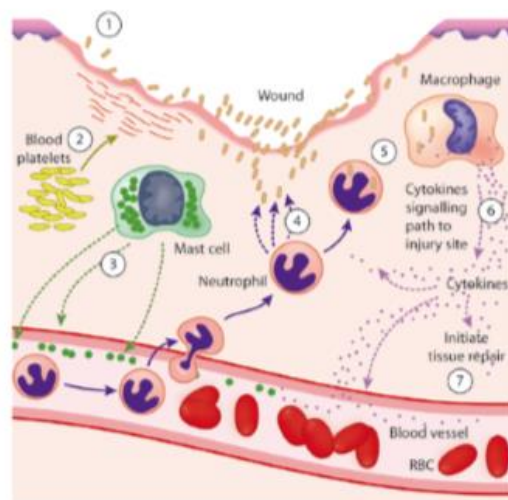
Tiga komponen utama respon imun nonspesifik yaitu pertahanan anatomis, pertahanan selular, dan pertahanan humoral. Pertahanan anatomis seperti kulit, mukus, dan keringat menciptakan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi mikroba sehingga menjadi perlindungan di garis pertama (Patel dan Chatterjee 2018). Pertahanan selular dan humoral berupa sel *Natural Killer* (NK), sel fagosit, sel makrofag, neutrofil dan sel mastosit, protein antimikroba, komplemen, dan sitokin. Respon imun adaptif terbagi menjadi pertahanan selular berupa limfosit (sel T dan sel B) dan pertahanan humoral berupa antibodi. Kedua respon imun bekerja secara sinergis dalam menangkal serangan patogen di tempat terjadinya infeksi salah satunya dengan memicu inflamasi (Greten dan Grivennikov 2019). Faktor pemicu inflamasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Faktor pemicu inflamasi

Faktor non-infeksi	Faktor infeksi
Fisik (Luka bakar, <i>frostbite</i> , luka fisik, radiasi)	Bakteri dan virus
Kimia (gula, asam lemak, racun, alkohol)	
Biologis (Sel rusak)	
Psikologis	

Inflamasi atau peradangan membantu mencegah menyebarnya infeksi, membersihkan patogen dan mempercepat penyembuhan. Terdapat lima tanda inflamasi yaitu panas (*calor*), nyeri (*dolor*), pembengkakan (*tumor*), ruam (*rubor*), dan gangguan fungsi organ (*function laesa*) (Takeuchi dan Akira 2010). Respon inflamasi bergantung terhadap penyebab dan lokasi tetapi semuanya memiliki mekanisme yang secara garis besar sama (Chen *et al.* 2018). Ketika tubuh terinfeksi atau mengalami kerusakan fisik, sel imun seperti makrofag dan neutrofil yang berada di lokasi serangan melakukan tindakan fagositosis terhadap zat asing dan melepaskan mediator inflamasi dan vasodilator yang memicu pelebaran pembuluh darah. Pembuluh darah yang melebar membuat lokasi infeksi menjadi terasa hangat (*calor*) dan memerah (*rubor*). Permeabilitas pembuluh darah meningkat sehingga mempermudah sel imun, plasma darah mengisi jaringan dan menyebabkan pembengkakan (*tumor*). Bradykinin sebagai salah satu mediator yang dilepaskan meningkatkan sensitivitas sel saraf dan menyebabkan nyeri (*dolor*) yang berlanjut dengan kehilangan fungsi organ (*function laesa*) (Takeuchi dan Akira 2010). (Gambar 2)





1. Patogen masuk melalui luka
2. Platelet melepaskan protein penggumpal darah
3. Sel mastosit menyekresikan faktor pelebar pembuluh darah memudahkan sel dan plasma masuk
4. Neutrofil melepaskan faktor untuk melemahkan dan membunuh patogen
5. Neutrofil dan makrofag memfagositosis patogen
6. Makrofag melepaskan sitokin yang menarik sel imun menuju lokasi infeksi dan mengaktifkan perbaikan jaringan
7. Inflamasi berlanjut untuk mengeliminasi patogen dan memperbaiki jaringan rusak

Gambar 2 Mekanisme inflamasi dalam penanganan infeksi (Dimodifikasi dari Gethin 2012)

METODOLOGI

METODE KAJIAN LITERATUR

Kajian dilakukan secara bertahap mengikuti prosedur Carey *et al.* (2013). Tahap-tahapan tersebut adalah,

Defining a research question

Defining a research question yaitu menentukan rumusan masalah yang akan dikaji. Kajian dilakukan untuk menjawab pertanyaan “Apakah komponen bioaktif antiinflamasi pada jahe yang paling efektif?” dan “Bagaimanakah stabilitas komponen antiinflamasi terhadap panas?”.

Inclusion and Exclusion

Pemilihan artikel untuk dikaji ditentukan berdasarkan kriteria inklusi (*inclusion*) dan eksklusi (*exclusion*). Artikel-artikel dipilih menggunakan metode PEO yang merupakan singkatan dari *Population*, *Exposure*, dan *Outcome* (Lekoane *et al.* 2017). Komponen PEO di dalam kajian ini tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2 PEO kajian literatur

<i>Population</i>	<i>Exposure</i>	<i>Outcome</i>
Jahe	Proses ekstraksi, analisis komponen antiinflamasi jahe dan pengolahan jahe	Komponen antiinflamasi dan stabilitas panasnya

Conducting and Reviewing the Search

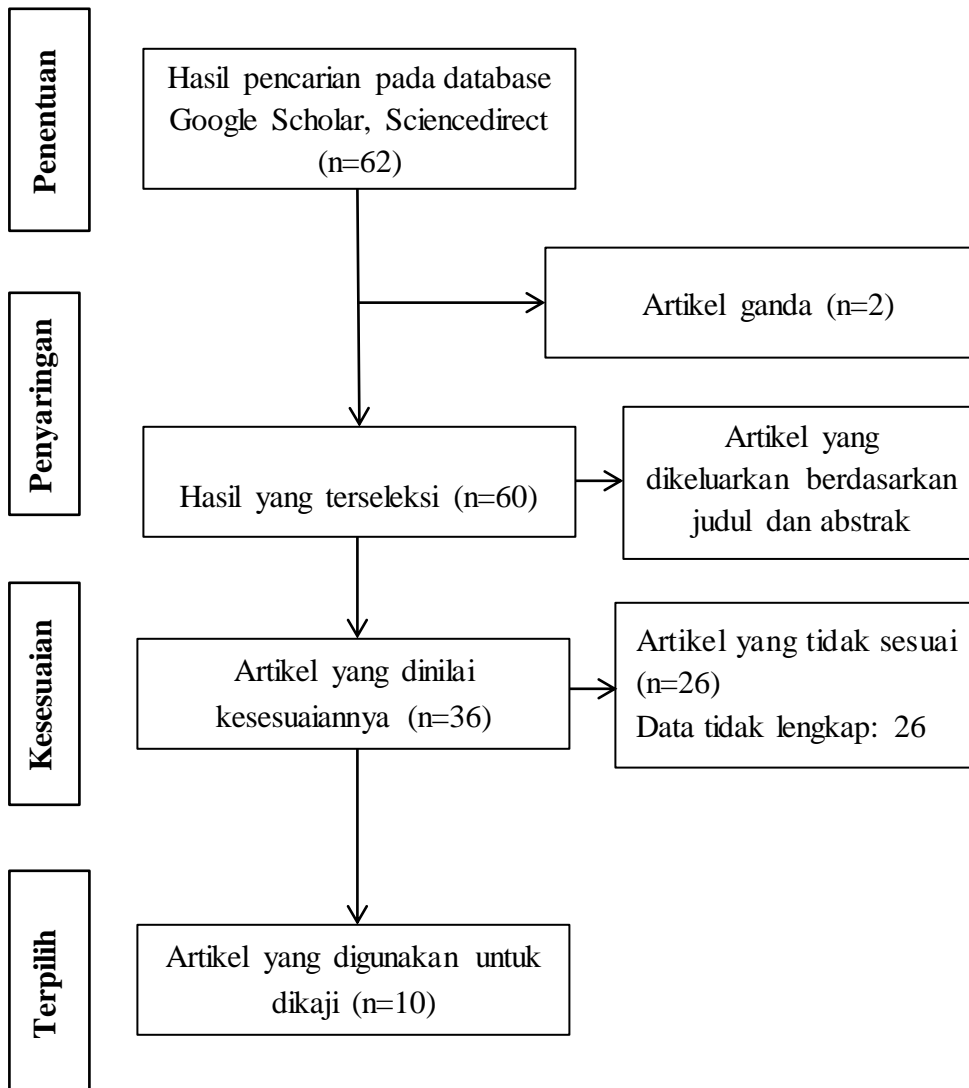
Penentuan dan pengembangan artikel yang akan dikaji mengikuti prosedur PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis*) sebagai metode yang paling banyak digunakan (Moher *et al.* 2009, Gurevitch *et al.* 2018). Prosedur PRISMA terdiri atas lima tahapan utama yaitu:

- Tahap 1 Pengumpulan data atau *Data collecting*, dengan melakukan pencarian artikel di berbagai sumber,
- Tahap 2 Penyaringan data atau *Data screening*, tahap ini dilakukan untuk menyaring artikel berdasarkan kriteria yang telah ditentukan,
- Tahap 3 Penyatuan data atau *Data integration*, bertujuan merangkum seluruh data dalam artikel yang terpilih,
- Tahap 4 Analisis data atau *Data analysis*,
- Tahap 5 Penarikan kesimpulan atau *Data conclusion*, prosedur diakhiri dengan penarikan kesimpulan dalam kajian.

Kajian menggunakan artikel yang terindeks di ScienceDirect, PubMed, dan Google Scholar. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan pencarian artikel menggunakan bantuan fungsi Boolean yang disediakan layanan. Penyertaan fungsi Boolean saat pencarian artikel bertujuan mempersempit cakupan artikel sehingga menghasilkan artikel yang lebih relevan. Fungsi Boolean yang digunakan dalam penentuan komponen bioaktif antiinflamasi jahe adalah *ginger AND bioactive components AND (anti-inflammatory OR anti-inflammation)* dan untuk penentuan stabilitas komponen bioaktif antiinflamasi jahe terhadap pemanasan adalah *ginger AND bioactive components AND processing AND stability*. Artikel yang terpilih adalah artikel yang diterbitkan pada tahun 2008 ke atas. Artikel yang mengandung kata kunci tersebut kemudian diekstrak untuk memperoleh data yang dibutuhkan dan dimasukkan ke dalam *database* di perangkat lunak Microsoft Excel 2010.

Penentuan komponen bioaktif antiinflamasi jahe

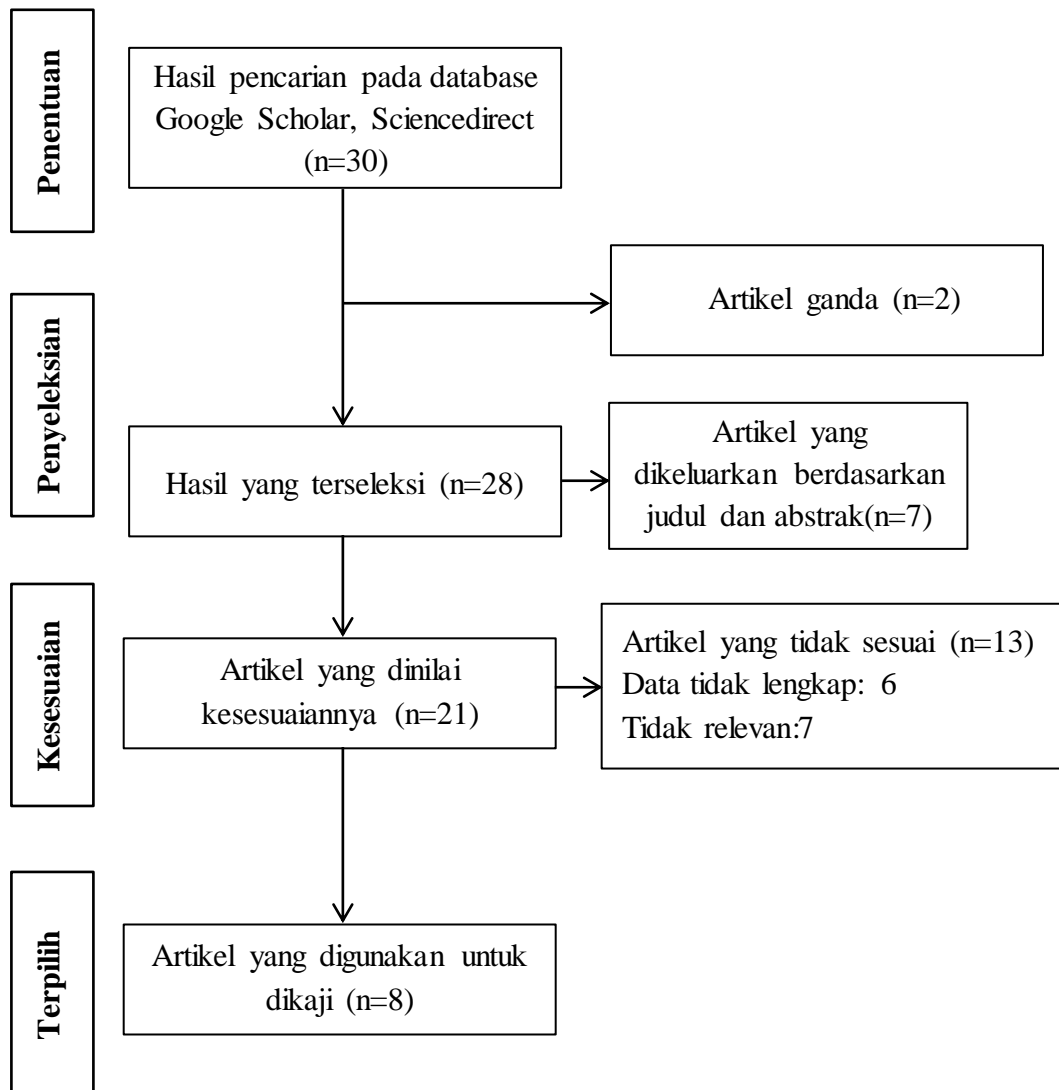
Hasil pencarian artikel untuk kajian didapatkan sejumlah 62 judul artikel dari situs database dengan 2 judul artikel ganda. Sebanyak 60 artikel kemudian masuk ke tahap penyeleksian dan didapatkan 24 artikel dengan judul dan abstrak yang tidak sesuai untuk dikaji. Sisa sebanyak 36 artikel lengkap selanjutnya diperiksa dan terdapat 26 artikel dengan data yang tidak lengkap sehingga didapatkan 10 artikel yang dapat dikaji (Gambar 3).



Gambar 3 Diagram alir PRISMA (Moher *et al.* 2009, Gurevitch *et al.* 2018) penentuan komponen bioaktif antiinflamasi jahe

Penentuan stabilitas komponen antiinflamasi jahe terhadap pemanasan

Hasil pencarian artikel didapatkan sejumlah 30 judul artikel dari situs database dengan 2 judul artikel ganda. Sebanyak 28 artikel kemudian masuk ke tahap penyeleksian dan didapatkan 7 artikel dengan judul dan abstrak yang tidak sesuai untuk dikaji. Sisa sebanyak 21 artikel lengkap selanjutnya diperiksa dan terdapat 13 artikel dengan data yang tidak lengkap dan tidak relevan sehingga didapatkan 8 artikel yang dapat dikaji (Gambar 4).



Gambar 4 Diagram alir PRISMA (Moher *et al.* 2009, Gurevitch *et al.* 2018) penentuan stabilitas komponen antiinflamasi jahe terhadap pemanasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PENENTUAN KOMPONEN BIOAKTIF ANTIINFLAMASI JAHE

Inflamasi memegang peranan yang sangat penting sebagai respon tubuh terhadap gangguan fisik, kimia, dan infeksi mikroba. Respon inflamasi diatur oleh mediator yang dikeluarkan oleh sel di sekitar lokasi infeksi dan sel di sistem peredaran darah termasuk sel imun. Secara umum mediator dikelompokkan ke

dalam golongan sitokin, protein, dan enzim inflamasi. Mediator-mediator yang dilepaskan dapat dijadikan indikasi penyakit yang berkaitan dengan inflamasi. Sitokin yang dihasilkan tubuh dalam memicu inflamasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Sitokin proinflamasi dan jenis sel penghasilnya^a

Komponen sitokin	Sel	Fungsi
IL-1 β	Makrofag dan monosit	Proinflamasi, proliferasi, apoptosis, diferensiasi sel
IL-6	Makrofag, sel T, adiposit	Proinflamasi, diferensiasi sel
IL-8	Makrofag, sel epitel, sel endotel	Proinflamasi, kemotaksis, angiogenesis
IL-12	Sel dendritik, makrofag, neutrophil	Proinflamasi, diferensiasi sel, aktivasi sel NK
TNF- α	Makrofag, sel NK, limfosit, adipositas	Proinflamasi, proliferasi sel, apoptosis
IFN- γ	Sel T, sel NK, sel NKT	Proinflamasi, antivirus
GM-CSF	Sel T, makrofag, fibroblast	Proinflamasi, aktivasi makrofag, meningkatkan fungsi kerja neutrophil dan monosit

^aSumber: Chen *et al.* 2018

Kasus penyakit COVID-19 yang parah terjadi karena badai sitokin atau *cytokine storm*. Badai sitokin terjadi ketika produksi regulator proinflamasi terutama sitokin melebihi jumlah normal. Produksi sitokin yang tak terkendali menyebabkan kelebihan jumlah sel imun di lokasi infeksi. Sebagai hasil, terjadi banyak kerusakan sel dan jaringan yang jika tidak ditangani akan mengarah ke kegagalan organ dan kematian (Ragab *et al.* 2020).

Berdasarkan sepuluh studi terpilih, teridentifikasi beberapa golongan komponen bioaktif di dalam jahe yang memiliki kemampuan antiinflamasi. Gingerol yang terdiri atas [6]-gingerol, [8]-gingerol, dan [10]-gingerol merupakan komponen utama yang menyusun sekitar 15 % komponen bioaktif jahe (Ok dan Jeong 2012). Shogaol, zingeron, paradol ditemukan dalam jumlah lebih sedikit tetapi efektif mencegah inflamasi. Hasil kajian disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Komponen bioaktif antiinflamasi jahe^a

Sumber	Sampel	Komponen bioaktif	Metode uji	Hasil
Justo <i>et al.</i> 2015	<i>Zingiber officinale</i> (jahe) dan rosemary (<i>Rosmarinus</i> sp.)	[6]-gingerol dan asam karnosat	<i>In vitro</i> pada sel J774 dan makrofag tikus. Kemudian diukur viabilitas sel, respon inflamasi, dan pelepasan NO.	Ekstrak jahe serta <i>rosemary</i> menghambat produksi sitokin proinflamasi dan NO pada sel J774 dan makrofag.
Amri dan Touil-Boukoffa 2016	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-gingerol	<i>In vitro</i> dengan kultur <i>protoscoleces</i> dan kista.	[6]-gingerol melemahkan produksi NO akibat IFN γ .
An <i>et al.</i> 2019	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-gingerol	<i>In vivo</i> dengan ayam yang diberi pakan dengan ekstrak jahe. Kemudian diukur prostaglandin E2 sebagai proinflamasi.	Ekstrak jahe secara signifikan mengurangi produksi prostaglandin E2 di dalam plasma.
Ahui <i>et al.</i> 2008	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-gingerol	<i>In vivo</i> dengan subjek mencit yang diberi perlakuan sehingga sensitif terhadap alergen. Pengukuran inflamasi dilakukan dengan pengukuran sitokin dan IgE dengan ELISA.	[6]-gingerol dapat menekan respon imun terhadap Th2 sehingga produksi IL-4, IL-5, IL-6 untuk sintesis IgE menurun.

Tabel 4 Komponen bioaktif antiinflamasi jahe^a (*lanjutan*)

Sumber	Sampel	Komponen bioaktif	Metode uji	Hasil
Shariatpanahi <i>et al.</i> 2013	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)		<i>In vivo</i> dengan pasien yang menderita ARDS dan diberikan ekstrak jahe selama 21 hari. Indikasi inflamasi dilakukan dengan pengukuran B4, IL-1, IL-6, dan TNF- α di dalam serum.	Ekstrak jahe menurunkan kadar B4, IL-1, IL-6, dan TNF- α di dalam serum setelah hari kelima dan kesepuluh. Diduga sebagai penghambatan jalur 2-siklooksigenase oleh ekstrak. Penurunan sitokin proinflamasi meningkatkan asupan oksigen.
Ho <i>et al.</i> 2013	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-gingerol; [8]-gingerol; [10]-gingerol; [6]-shogaol; [8]-shogaol; [10]-shogaol; dan zingeron.	<i>In vitro</i> dengan sel BV2 <i>microglial</i> yang dikulturkan di media DMEM yang mengandung komponen bioaktif.	Komponen yang menunjukkan efek antiinflamasi dari yang terbesar ke terkecil yaitu: a) uji NO; [6]-shogaol > [8]-shogaol > [10]-shogaol > [8]-gingerol > [6]-gingerol > zingeron. B) uji TNF, IL-1, IL-6; [6]-shogaol > [8]-shogaol. Efek anti inflamasi shogaol lebih baik daripada gingerol.
Dugasani <i>et al.</i> 2010	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol, [6]-shogaol	<i>In vitro</i> dengan sel RAW 264.7. Pembentukan nitrit sebagai indikator sintesis	Gingerol dan shogaol menghambat produksi NO di dalam sel RAW 264.7

Tabel 4 Komponen bioaktif antiinflamasi jahe^a (*lanjutan*)

Sumber	Sampel	Komponen bioaktif	Metode uji	Hasil
Li <i>et al.</i> 2011	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-shogaol dan [6]-dehidroshogaol.	NO diukur secara spektrofotometri. Kadar PGE2 diukur dengan ELISA kit. <i>In vitro</i> dengan sel RAW 264.7	sehingga memberikan efek antiinflamasi. [6]-shogaol lebih berpotensi sebagai antiinflamasi dibandingkan [6]-gingerol. [6]-shogaol dan [6]-dehidroshogaol menghambat produksi NO.
Imm <i>et al.</i> 2010	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-gingerol; [6]-shogaol dan [6]-dehidroshogaol.	<i>In vitro</i> dengan sel RAW 264.7 yang dikulturkan dengan komponen bioaktif.	Gugus <i>unsaturated α,β-carbonyl</i> pada [6]-shogaol dan [6]-dehidroshogaol memberikan efek antiinflamasi yang lebih baik daripada kurkumin
Hong dan Oh 2012	<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	[6]-gingerol; [8]-gingerol; [10]-gingerdion; 1-dehidro-[6]-gingerdion; 1-dehidro-[8]-gingerdion; [6]-paradol; [8]-paradol; [6]-gingeroldiasetat	<i>In vitro</i> dengan sel RAW 264.7 yang dikulturkan dengan komponen bioaktif.	Semua komponen yang teridentifikasi memiliki kemampuan penghambatan produksi NO dengan IC ₅₀ antara 5,5 sampai dengan 28,5 mM. komponen fenilpropanoid dan turunan gingerol berpotensi sebagai antiinflamasi.

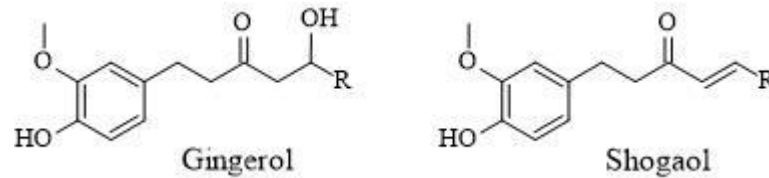
^aTanda hubung (-) menunjukkan bahwa data tidak tersedia

Aktivitas antiinflamasi komponen bioaktif dilakukan secara *in vitro* menggunakan kultur sel dan *in vivo* dengan subjek berupa hewan uji atau manusia. Selain patogen, alergen yang banyak dijumpai dalam makanan maupun lingkungan serbuk sari dapat memicu inflamasi kronis dan pada beberapa kasus menyebabkan penyakit saluran pernafasan seperti asma. Sel *T helper lymphocyte type 2* (Th2) memerankan peranan besar dalam respon inflamasi karena alergi dalam penyakit asma. Sel Th2 memproduksi interleukin (IL) tipe 4, 5, dan 6. Pemberian ekstrak jahe dalam percobaan *in vivo* menghambat respon inflamasi dengan menghambat pelepasan sitokin oleh sel Th2 dan mastosit (Ahui *et al.* 2008).

Sel imun yang terstimulasi sitokin memproduksi nitrat oksida (NO) yang disintesis dari L-arginin dengan bantuan enzim *nitric oxide synthase* (NOS). Endotoksin seperti *lipopolysaccharide* (LPS) yang dihasilkan bakteri patogen diketahui mampu merangsang pelepasan NO oleh sel makrofag (Dugasani *et al.* 2010). NO bekerja sebagai vasodilator yang memperlebar pembuluh darah sehingga pergerakan sel imun ke lokasi infeksi menjadi lebih mudah (Cirulis *et al.* 2019). Li *et al.* (2011) menjelaskan bahwa pelepasan *reactive oxygen species* (ROS), *reactive nitrogen species* (RNS), dan NO yang berlebihan bersifat sitotoksik dengan cara merusak DNA yang mengarah kepada ketidakseimbangan fungsi sel dan inflamasi. Keberadaan NO yang berlebihan merupakan temuan yang umum di penyakit yang berkaitan erat dengan inflamasi sehingga penghambatan produksi NO dipandang membantu penyembuhan penyakit (Justo *et al.* 2015).

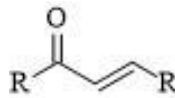
Shariatpanahi *et al.* (2013) melaporkan adanya kenaikan IL-1, IL-6, LTB4 dan TNF- α pada penderita sindrom respirasi akut yang diakibatkan inflamasi kronis. Ekstrak jahe yang diberikan secara rutin menurunkan jumlah sitokin tersebut dengan cara menghambat jalur 2-siklooksigenase. Leukotriena B4 atau LTB4 yang disintesis melalui jalur lipooksigenase berperan dalam kemotaksis dan produksi ROS yang menyebabkan kerusakan jaringan epitel saluran pernafasan. Siklooksigenase (COX) adalah golongan enzim yang berperan dalam konversi asam arakidonat menjadi prostaglandin E2 (PGE2) dan berperan dalam inflamasi jika berkaitan dengan reseptor EP2. Konsumsi ekstrak jahe secara signifikan menurunkan kadar PGE2 dalam plasma sehingga berpotensi meningkatkan kapasitas antiinflamasi tubuh (An *et al.* 2019).

Komponen antiinflamasi jahe menghambat produksi gas NO yang dinyatakan dalam nilai IC₅₀. *Half maximal inhibitory concentration* (IC₅₀) adalah nilai yang menyatakan kemampuan penghambatan suatu komponen terhadap fungsi biologi atau biokimia tertentu sebanyak 50 %. Semakin kecil nilai IC₅₀ mengindikasikan kemampuan penghambatan yang lebih besar. Shogaol dan gingerol yang terkandung pada jahe menghambat produksi NO pada sel makrofag RAW 264.7 tanpa menyebabkan kematian sel (Hong dan Oh 2012).



Gambar 5 Struktur umum kelompok senyawa gingerol dan shogaol. Jumlah gugus alkil yang ditandai dengan R menunjukkan jenis senyawa tersebut.

Struktur molekul komponen shogaol dan gingerol yang ditunjukkan pada Gambar 5 berperan dalam potensi antiinflamasi yang dihasilkan. Penambahan jumlah rantai alkil pada struktur molekul gingerol sebanding dengan peningkatan efek antiinflamasi, sedangkan pada komponen shogaol penambahan jumlah rantai alkil justru melemahkan efek antiinflamasi. Penambahan panjang rantai gugus alkil memperbesar sifat lipofilik atau interaksi dengan senyawa nonpolar sehingga penghambatan enzim siklooksigenase 2 (COX2) menjadi lebih optimum (Tjendraputra *et al.* 2002). Shogaol berpotensi lebih besar menghambat pelepasan NO dibandingkan gingerol. (Dugasani *et al.* 2010, Ho *et al.* 2013). [6]-shogaol dan bentuk terdehidrasinya, yaitu [6]-dehydroshogaol secara signifikan menghambat produksi NO pada uji *in vitro* dengan kultur sel makrofag RAW 264.7 (Imm *et al.* 2010). Mekanisme penghambatan NO oleh [6]-shogaol adalah dengan cara menghambat aktivasi *Nuclear factor kappa B* (NF- κ B) sehingga ekspresi gen iNOS dan COX2 sel makrofag menjadi terkendali. NF- κ B adalah protein yang mengendalikan respon imun tubuh. Gugus fungsi α,β -karbonil tak-jenuh (*unsaturated α,β -carbonyl*) yang dimiliki [6]-shogaol meningkatkan aktivitas antiinflamasi komponen tersebut. [6]-shogaol dan komponen bioaktif lain yang memiliki gugus fungsi α,β -karbonil tak-jenuh diduga bereaksi dengan reaksi redoks selama jalur respon inflamasi (Liu *et al.* 2008, Imm *et al.* 2010).



Gambar 6 Gugus fungsi α,β -karbonil tak-jenuh

STABILITAS KOMPONEN BIOAKTIF [6]-SHOGAOL

Jahe dapat dikonsumsi langsung dalam keadaan segar, meskipun begitu jahe dalam keadaan kering memberikan keuntungan terutama dalam peningkatan umur simpan. Jahe segar lebih berisiko diserang mikroba perusak dan munculnya tunas baru. Hal tersebut dapat dicegah dengan mengolah jahe segar baik melalui pengeringan (*drying*) atau metode lain yang melibatkan pemanasan seperti pengukusan (*steaming*), penggorengan (*frying*). Pengolahan jahe menjadi produk pangan fungsional atau produk pengobatan meningkatkan nilai tambah jahe.

Berdasarkan penelitian golongan shogaol adalah komponen bioaktif minor jahe yang memiliki aktivitas antiinflamasi yang paling kuat. Ho *et al.* (2010) melaporkan bahwa [6]-shogaol berpotensi lebih kuat dalam mencegah inflamasi dibandingkan [8]-shogaol dan [10]-shogaol. Pengolahan jahe sedikit banyak memengaruhi stabilitas komponen bioaktif yang terkandung. Hasil dari kajian delapan buah studi mengenai stabilitas [6]-shogaol terhadap pengolahan jahe disajikan di Tabel 5.

Tabel 5 Stabilitas [6]-shogaol terhadap berbagai pengolahan panas

Sumber	Sampel	Metode pengolahan	Hasil
An <i>et al.</i> 2015	<i>Zingiber officinale</i>	Jahe segar dikeringkan dengan metode <i>Hot air drying</i> (AD), <i>Infrared drying</i> (ID), <i>Freeze drying</i> (FD), <i>Microwave drying</i> (MD), dan IM&CD.	Suhu pengeringan yang tinggi mengubah [6]-gingerol menjadi [6]-shogaol terutama dengan metode <i>microwave drying</i> . Tetapi pengeringan dengan <i>freeze drying</i> tidak mengurangi kadar [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol secara signifikan. Kecuali dengan MD, [8]-gingerol, [10]-gingerol relatif lebih stabil dibandingkan [6]-gingerol. Pemanasan dan pengeringan jangka panjang akan mendehidrase [6]-gingerol menjadi shogaol.
Li <i>et al.</i> 2016	<i>Zingiber officinale</i>	Jahe segar mengalami perlakuan <i>air drying</i> (AD), <i>stir-frying</i> (SF), dan <i>carbonized</i> (CD).	Dengan pengeringan AD di 40 °C, kadar semua gingerol bertambah. Namun dengan perlakuan SF dan CD, kadar gingerol berkurang sedangkan kadar [6]-shogaol bertambah di semua perlakuan.
Ghasemzadeh <i>et al.</i> 2018	<i>Zingiber officinale</i>	Jahe segar dikeringkan dengan metode <i>hot air drying</i> (HAD) di suhu 120 °C, 150 °C, dan 180 °C.	Pengeringan menyebabkan penurunan kadar gingerol dan peningkatan kadar shogaol. Pengeringan di suhu 150 °C selama 6 jam menghasilkan peningkatan kadar shogaol optimum.

Tabel 5 Stabilitas [6]-shogaol terhadap berbagai pengolahan panas (*lanjutan*)

Sumber	Sampel	Metode pengolahan	Hasil
Cheng <i>et al.</i> 2011	<i>Zingiber officinale</i>	Jahe segar dipanaskan dengan <i>steaming</i> pada suhu 120 °C dan <i>air drying</i> pada suhu 25 °C.	Proses <i>steaming</i> menyebabkan konversi gingerol menjadi shogaol yang berperan sebagai antikanker.
Guo <i>et al.</i> 2014	<i>Zingiber officinale</i>	Jahe segar dikeringkan dengan metode <i>oven drying</i> (OD) pada suhu 55 °C.	[6]-shogaol merupakan antioksidan yang kuat. Pemanasan dengan <i>oven drying</i> mendehidrasi gingerol menjadi shogaol.
Guo <i>et al.</i> 2015	<i>Zingiber officinale</i>	Jahe segar dikeringkan dengan metode <i>microwave drying</i> (MD) pada suhu 140 °C.	Kadar shogaol meningkat sampai 19 kali lipat setelah jahe dikeringkan dengan <i>microwave drying</i> pada suhu 140 °C selama 10 menit dibandingkan jahe tanpa diolah.
Huang <i>et al.</i> 2011	<i>Zingiber officinale</i>	Jahe segar dikeringkan dengan metode <i>hot air drying</i> (HAD) pada suhu 40 °C sampai 80 °C.	Pengeringan dengan suhu di atas 80 °C mengubah [6]-gingerol menjadi [6]-shogaol sedangkan suhu di bawah 70 °C tidak memicu perubahan gingerol.
Jung <i>et al.</i> 2017		Jahe segar diolah dengan pemanasan kering dengan oven pada suhu 100 °C sampai 130 °C dan pemanasan basah dengan autoklaf pada suhu yang sama.	Pembentukan [6]-shogaol dengan pemanasan basah tercatat lebih besar daripada pemanasan kering yaitu 2,89 mg/g dan 1,16 mg/g.

Pengeringan jahe dapat dilakukan dengan berbagai metode dengan pertimbangan menjaga keberadaan komponen bioaktif [6]-shogaol di dalamnya. *Hot air drying* (AD), *Infrared drying* (ID), *Freeze drying* (FD), *Oven drying* (OD) dan *Microwave drying* (MD) adalah beberapa metode pengeringan yang dapat diterapkan. Pengeringan secara AD adalah metode yang paling banyak dan mudah diterapkan namun jika suhu terlalu tinggi dan durasi yang lama penurunan kualitas jahe dapat terjadi. Permasalahan yang ditemukan di metode AD dapat diatasi dengan pengeringan metode *freeze drying*. FD memanfaatkan suhu rendah untuk membekukan air di dalam jahe kemudian tekanan yang diatur rendah mengubah air beku menjadi uap. Pengeringan metode ini terbukti bisa menjaga mutu jahe tetapi memiliki

KESIMPULAN

Jahe yang umum dimanfaatkan sebagai bumbu masakan dan obat tradisional mengandung banyak komponen bioaktif yang berpotensi sebagai antiinflamasi atau antiradang, antioksidan, dan antikanker. [6]-shogaol yang merupakan komponen bioaktif minor jahe memberikan efek antiinflamasi yang paling kuat yang bekerja dengan cara menghambat produksi sitokin sebagai regulator inflamasi. Proses pemanasan dalam pengolahan jahe memberikan sisi positif yaitu peningkatan kadar [6]-shogaol. Pembuatan pangan fungsional dalam bentuk kering dapat memanfaatkan metode *hot air drying* di suhu sekitar 150 °C sedangkan produk basah dengan metode *steaming*. Metode tersebut dinilai lebih murah dibandingkan metode *microwave* atau *infrared* di samping peningkatan kadar [6]-shogaol yang baik. Pengolahan jahe yang tepat meningkatkan efektivitas antiinflamasi jahe dalam pengobatan penyakit yang berkaitan dengan inflamasi.

SARAN

Jahe sebagai obat alternatif dalam penanganan penyakit yang berkaitan dengan inflamasi sudah banyak diteliti dalam karya ilmiah. Respon inflamasi tubuh bergantung kepada faktor pemicunya sehingga diperlukan penelitian aktivitas antiinflamasi jahe yang secara spesifik terhadap pemicu inflamasi. [6]-shogaol adalah komponen bioaktif antiinflamasi jahe yang paling kuat sehingga kadarnya dalam produk pangan fungsional maupun obat perlu diperhatikan. Pengolahan awal atau *pre-treatment* jahe dapat memberikan manfaat lebih yaitu peningkatan kadar [6]-shogaol pada jahe. *Pre-treatment* jahe dalam bentuk pemanasan sangat disarankan dalam pembuatan produk pangan fungsional maupun pengobatan rumahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahui MLB, Champy P, Ramadan A, Van LP, Araujo L, Andre KB, Diem S, DAMotte D, Kati-Coulibaly S, Offoumou MA, Dy M, Thiblemont N, Herbelin A. 2008. Ginger extract Th2-mediated immune responses in a mouse model of airway inflammation. *International Immunopharmacology*. 8(2008): 1626-1632. Doi:10.1016/j.intimp.2008.07.009
- Amri M, Touil-Boukoffa C. 2016. In vitro anti-hydatic and immunomodulatory effects of ginger and [6]-gingerol. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 9(8): 749-756. Doi:10.1016/j.apjtm.2016.06.013



- An K, Zhao D, Wang Z, Wu J, Xu Y, Ziao G. 2016. Comparison of different drying methods on Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): changes in volatiles, chemical profile, antioxidant properties, and microstructure. *Food Chemistry*. Doi:10.1016/j.foodchem.2015.11.033.
- An S, Liu G, Gua X, An Y, Wang R. 2019. Ginger extract enhances antioxidant ability and immunity of layers. *Animal Nutrition*. 5(2019): 407-409. Doi:10.1016/j.aninu.2019.05.003
- Carey J, Schenker M, Yanascoli S, Ahn J, Baldwin K. 2013. How to write a systematic review: A step-by-step guide. *Univ Pennsylvania Orthop J*. 23:64-69.
- Chen L, Deng H, Cui H, Fang J, Zuo Z, Li Y, Wang X, Zhao L. 2018. Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*. 9(6): 7204-7218.
- Cirulis MM, Jorgensen LO, Day RW. 2019. Acute vasodilator testing: an opportunity to advance the precision care of pulmonary hypertension. *Respiratory Medicine Case Reports*. Doi:10.1016/j.rmcr.2019.100911.
- Dugasani S, Pichika MR, Nadarajah VD, Balijepalli MK, Tandra S, Korlakunta JN. 2010. Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol. *Journal of Ethnopharmacology*. 127(2010): 515-520. Doi:10.1016/j.jep.2009.10.004.
- Gethin G. 2012. Understanding the inflammatory process in wound healing. *British Journal of Community Nursing*.
- Ghasemzadeh A, Jaafar HZE, Baghdadi A, Tayebi-Meigooni A. 2018. Formation of 6-, 8- and 10-shogaol in ginger through application of different drying methods: altered antioxidant and antimicrobial activity. *Molecules*. Doi:10.3390/molecules23071646.
- Greten FR, Grivennikov SI. 2019. Inflammation and cancer: Triggers, mechanisms, and consequences. *Immunity*. Doi:10.1016/j.immuni.2019.06.025.
- Gurevitch J, Koricheva J, Nakagawa S, Stewart G. 2018. Meta-analysis and the science of research synthesis. *Nature*. 555: 175-182. Doi:10.1038/nature25753.
- Guo JB, Wu H, Du LM, Zhang WJ, Yang J. 2014. Comparative antioxidant properties of some gingerols and shogaols, and the relationship of their contents with the antioxidant potencies of fresh and dried ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *J. Agr. Sci. Tech*. 16(2014): 1063-1072.
- Guo JB, Zhang WJ, Wu H, Du LM. 2015. Microwave-assisted decomposition coupled with acidic food condiment as an efficient technology for ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) processing.

- Ho SC, Chang KS, Lin CC. 2013. Anti-neuroinflammatory capacity of fresh ginger is attributed mainly to 10-gingerol. *Food Chemistry*. 141(2013): 3183-3191. Doi:10.1016/j.foodchem.2013.06.010.
- Hong SS, Oh JS. 2012. Phenylpropanoid ester from *Zingiber officinale* and their inhibitory effects on the production of nitric oxide. *Arch Pharm Res*. 2(35): 315-320. Doi:10.1007/s12272-012-0211-y.
- Huang TC, Chung CC, Wang HY, Law CL, Chen HH. 2011. Formation of 6-shogaol of ginger oil under different drying conditions. *Drying Technology*. 29(2011): 1884-1889. Doi:10.1080/07373937.2011.589554.
- Imm J, Zhang G, Chan LY, Nitteranon V, Parkin KL. 2010. [6]-dehydroshogaol, a minor component in ginger rhizome, exhibits quinone reductase inducing and anti-inflammatory activities that rival those of curcumin. *Food Research International*. 43(2010): 2208-2213. Doi:10.1016/j.foodres.2010.07.028.
- Jung MY, Lee MK, Park HJ, Oh EB, Shin JY, Park JS, Jung SY, Oh JH, Choi DS. 2017. Heat-induced conversion of gingerols to shogaols in ginger as affected by heat type (dry and moist heat), sample type (fresh or dried), temperature and time. *Food Sci Biotechnol*. Doi:10.1007/s10068-017-0301-1.
- Justo OR, Simioni PU, Gabriel DL, Tamashiro WM da SC, Rosa P de TV, Moraes AM. 2015. Evaluation of in vitro anti-inflammatory effects of crude ginger and rosemary extracts obtained through supercritical CO₂ extraction on macrophage and tumor cell line: the influence of vehicle type. *BMC Complementary and Alternative medicine*. 15(2015): 1-15. Doi:10.1186/s12906-015-0896-9.
- Lekoane BKM, Mashamba-Thompson TP, Ginindza TG. 2017. Mapping evidence on the distribution of human papillomavirus related cancers in sub-saharan Africa: scoping review protocol. *Syst Rev*. 6(1):229. Doi:10.1186/s13643-017-0623-3.
- Li F, Wang Y, Parkin KL, Nitteranon V, Liang J, Yang W, Li Y, Zhang G, Hu Q. 2011. Isolation of quinone reductase (QR) inducing agents from ginger rhizome and their in vitro anti-inflammatory activity. *Food Research International*. 44(2011): 1597-1603. Doi:10.1016/j.foodres.2011.04.010.
- Li Y, Hong Y, Han Y, Wang Y, Xia L. 2016. Chemical characterization and antioxidant activities comparison in fresh, dried, stir-frying and carbonized ginger. *Journal of Chromatography B*. 1011(2016): 223-232. Doi:10.1016/j.jchromb.2016.01.009
- Liu H, Dinkova-Kostova AT. 2008. Coordinate regulation of enzyme markers for inflammation and for protection against oxidants and electrophiles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 105(41): 15926-15931. Doi:10.1073/pnas.0808346105.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med*. 6(7): e1000097. Doi:10.1371/journal.pmed.1000097.



- Ok S, Jeong WS. 2012. Optimization of extraction conditions for the 6-shogaol-rich extract from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Prev Nutr Food Sci*. 17(2): 166-171. Doi:10.3746/pnf.2012.17.2.166.
- Patel P, Chatterjee S. 2018. Innate and adaptive immunity: barrier and receptor – based recognition. *Immunity and Inflammation in Health and Disease*. Elsevier inc.
- Ragab D, Eldin HS, Taeimah M, Khattab R. 2020. The covid-19 cytokine storm; what we know so far. *Frontiers in Immunology*: 11(1146). Doi:10.3389/fimmu.2020.01446.
- Rao VU, Arakeri G, Subash A, Rao J, Jadhav S, Sayeed MS, Rao G, Brennan PA. 2020. COVID-19: Loss of bridging between innate and adaptive immunity. *Medical Hypotheses*. 144(2020). Doi:10.1016/j.mechy.2020.109861.
- Semwal RB, Semwal DK, Combrick S, Viljoen AM. 2015. Gingerols and shogaol: Important nutraceutical principles from ginger. *Phytochemistry*. 117 (2015): 554-568. Doi:10.1016/j.phytochem.2015.07.012
- Shariatpanahi ZV, Mokhtari M, Taleban FA, ALavi F, Surmaghi MHS, Mehrabi Y, Shahbazi S. 2013. Effect of enteral feeding with ginger extract in acute respiratory distress syndrome. *Journal of Critical Care*. 23(2013): 217-223. Doi/10.1016/j.jrcr.2012.04.017
- Takeuchi O, Akira S. 2010. Pattern Recognition Receptors and Inflammation. *Cell*. 140: 805-820. Doi:10.1016/j.cell.2010.01.022.
- Tjendraputra E, Tran Van H, Liu-Brennan D, Roufogalis BD, Duke CC. 2002. Effect of ginger constituents and synthetic analogues on cyclooxygenase-2 enzyme in intact cells. *Bioorganic Chemistry*. 29(2001): 156-163. Doi:10.1006/bioo.2001.1208.
- Wu XF, Zhang M, Bhandari B. 2019. A novel infrared freeze drying (IRFD) technology to lower the energy consumption and keep the quality of *Cordyceps militaris*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 54(2019): 34-42. Doi:10.1016/j.ifset.2019.03.003.
- Yeh HS, Chuang CH, Chen HC, Wan CJ, Chen TL, Lin LY. 2014. Bioactive components analysis of two various gingerz (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidant effect of ginger extracts. *LWT-Food Science and Technology*. 55(2014): 329-334. Doi:10.106/j.lwt.2013.08.003.
- Zhu M, Hu M, Wang D, Xu G, Yin X, Liu X, Ding M, Han L. 2020. Mixed polysaccharides derived from shiitake mushroom, poriococos, ginger, and tangerine peel enhanced protective immune responses in mice induced by inactivated influenza vaccine. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 126(2020).Doi:10.1016/j.biopha.2020.110049



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bogor pada tanggal 23 Juni 1998 dari pasangan Aming Supandi dan Euis Kurniasih. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis mengenyam pendidikan dasar di Madrasah Ibtidaiyah Al-Adzkar Cijeruk lalu melanjutkan ke SMP Negeri 1 Ciawi dan SMA Negeri 1 Ciawi dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis lolos Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) di Institut Pertanian Bogor (IPB) dan diterima di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian.

Selama menjalani perkuliahan penulis pernah aktif menjadi anggota Lingkung Seni Sunda (LISES) Gentra Kaheman pada tahun 2017, Food Processing Club (FPC) pada tahun 2018/2019, dan staff Pengembangan Masyarakat Himpunan Mahasiswa Peduli Pangan Indonesia (HMPPI) periode 2019/2020. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Teknologi Pengolahan Pangan pada tahun ajaran 2019/2020.

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.