

REVIEW : AKTIVITAS FARMAKOLOGI DAN KADAR SENYAWA FLAVONOID TOTAL DARI TANAMAN KAPULAGA (*Amomum compactum*)

REVIEW : PHARMACOLOGICAL ACTIVITY AND TOTAL FLAVONOID COMPOUND LEVELS FROM CARDAMOM PLANTS (*Amomum compactum*)

Muhammad Irfan¹, Haryoto Haryoto^{1*}

¹Laboratorium Kimia, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani No 157, Sukoharjo, Indonesia

*E-mail: haryoto@ums.ac.id

Abstrak

Tanaman kapulaga (*Amomum compactum*) adalah tanaman empon-emponan yang banyak digunakan atau dikonsumsi oleh sebagian banyak masyarakat terutama di Indonesia sebagai bumbu dapur atau sebagai pengobatan tradisional. Tanaman kapulaga terdapat senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, polifenol, saponin, alkaloid, steroid, dan terpenoid. Tujuan dari studi literature ini untuk mengkaji informasi terkait dari aktivitas farmakologi dan kandungan senyawa flavonoid total dari tanaman kapulaga. Metode yang digunakan adalah dengan penelusuran artikel nasional atau internasional dengan menggunakan data base *Google scholar*, *pubmed*, dan *sciencedirect*. Kata kunci yang digunakan adalah *Amomum compactum*, dan flavonoid. Selanjutnya kriteria inklusi yang dipakai adalah literature primer yang sudah dipublikasi dengan rentang tahun 2012-2022 dengan membahas aktivitas farmakologi dan kadar senyawa flavonoid total dari tanaman kapulaga. Kriteria eksklusi adalah artikel yang membahas tentang aktivitas farmakologi dan kadar senyawa flavonoid total dari tanaman kapulaga yang dipublikasi sebelum tahun 2012 dan tidak dapat diakses secara menyeluruh atau *full text*. Studi literatur ini menunjukkan tanaman kapulaga memiliki potensi sebagai antibakteri, antioksidan, antidiabetes, sitotoksik, antiinflamasi, dan antikarsinogenik.

Kata Kunci: *Amomum compactum*, farmakologi, flavonoid, metabolit sekunder

Abstract

Cardamom plants (Amomum compactum) are empon-emponan plants that are widely used or consumed by most people, especially in Indonesia as a kitchen spice or as traditional medicine. Cardamom plants contain secondary metabolites such as flavonoids, polyphenols, saponins, alkaloids, steroids, and terpenoids. The purpose of this literature study was to examine related information on the pharmacological activity and content of total flavonoid compounds from cardamom plants. Then the method used is to search for national or international articles using the Google Scholar, Pubmed, and Scintdirect database. By using the keywords Amomum compactum, and flavonoids. Furthermore, the inclusion criteria used are primary literature that has been published with vulnerability in 2012-2022 by discussing the pharmacological activity and levels of total flavonoid compounds from cardamom plants. Exclusion criteria were articles that discussed the pharmacological activity and levels of total flavonoid compounds from cardamom plants that were published before 2012 and could not be accessed in full or in full text. Furthermore, after obtaining the literature study article, it was shown that cardamom plants have potential as antibacterial, antioxidant, antidiabetic, cytotoxic, anti-inflammatory, and anticarcinogenic.

Keywords: *Amomum compactum*, pharmacological, flavonoid, secondary metabolites

PENDAHULUAN

Zingiberaceae atau empon-emponan sudah sejak lama digunakan oleh sebagian besar masyarakat di Indonesia sebagai pengobatan tradisional maupun sebagai bumbu masak. *Amomum* memiliki 150-170 spesies yang tersebar luas di daerah Asia dan Australia, kapulaga

berasal dari 3 genus seperti *Elettaria*, *Amomum*, dan *Aframomum*, untuk di dalam perdagangan internasional kapulaga juga biasa disebut dengan *Cardomum*. Kapulaga dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu *green cardamom*, *black cardamom*, dan *Madagascar cardamom*. *Amomum compactum* sendiri merupakan spesies penghasil dari *black cardamom* yang berasal dari pulau Jawa atau disebut juga dengan sebutan *Java cardamom*. *Amomum compactum* mempunyai nama lokal yaitu dengan sebutan seperti kapulaga (Indonesia, Jawa), *kapol* (Sunda), dan *puwar pulaga* (Sumatra) (Silalahi, 2017).

Pemanfaatan dari *Amomum compactum* adalah sebagai bahan obat tradisional atau bumbu dapur yang sudah lama digunakan oleh masyarakat terutama di Indonesia, aroma yang khas dihasilkan oleh kapulaga karena adanya kandungan terpenoid khususnya seskuiterpenoid atau monoterpenoid dan mudah menguap pada suhu kamar (Silalahi, 2017). Biji pada kapulaga biasanya diambil sebelum buahnya masak untuk dimanfaatkan sebagai obat (Anugrah dkk., 2018). Bagian pada biji kapulaga diketahui mempunyai khasiat seperti mengencerkan dahak, memudahkan pengeluaran air dari perut, membersihkan darah, menghangatkan, menghilangkan rasa sakit, stimulant, dan pemberi aroma. Ekstrak dari kapulaga memiliki potensi terapi *adjuvant* untuk pengobatan imunomodulator alergi asma (Komala dkk., 2020). Beberapa penelitian pengujian dari kandungan senyawa aktif daun kapulaga kebanyakan dilakukan pada pertumbuhan bakteri (Khusnul, 2019). Di Negara India dan Arab Saudi merupakan negara yang banyak mengkonsumsi rempah kapulaga tersebut sebagai bumbu masak. Untuk negara bagian barat seperti Skandinavia, Rusia, dan Jerman digunakan untuk membumbui kue kering, dan sosis (Hartady *et al.*, 2020).

Ekstrak biji kapulaga lokal dengan dosis 10, 30, dan 100 mg/kg menghasilkan efek bronkodilatasi dengan menghambat bronkospasme yang terinduksi oleh *carbechol* dan kalum (Syaputra dkk., 2021). Tanaman kapulaga menunjukkan bahwa tanaman tersebut mempunyai kandungan metabolik sekunder seperti berupa alkaloid, tanin, polifenol, flavonoid, terpenoid, steroid, dan saponin (Khatri *et al.*, 2017). Senyawa flavonoid merupakan senyawa polifenol yang memiliki 15 atom karbon yang tersusun pada konfigurasi C6-C3-C6, yang memiliki kerangka karbon terdiri atas dua gugus C6 (cincin benzena tersubstitusi) yang disambungkan dengan rantai alifatik tiga karbon. Flavonoid terdapat pada tumbuhan hijau, flavonoid juga dilaporkan lebih dari 9000 flavonoid yang telah ditemukan. Bioaktif flavonoid merupakan fitokimia yang terpenting pada makanan, dan memiliki manfaat yang baik untuk manusia secara luas (Arifin and Ibrahim, 2018).

METODE PENELITIAN

Literatur review menggunakan metode pemelaahan studi literatur dengan penelusuran artikel menggunakan database google scholar, pubmed, dan scientdirect. Penelusuran artikel yaitu dengan menggunakan kata kunci “Kapulaga”, “*Amomum compactum*”, “aktivitas farmakologi”, “flavonoid”. Kemudian artikel yang didapat adalah artikel yang membahas tentang aktivitas farmakologi dari tanaman kapulaga dan kadar flavonoid total. Setelah mendapatkan artikel kemudian menentukan kriteria inklusi maupun eksklusi, setelah melakukan penyeleksian artikel pada database yang berdasarkan kriteria inklusi atau eksklusi kemudian menganalisis artikel.

Kriteria inklusi menggunakan literatur primer dengan publikasi berdasarkan dari tahun 2012 sampai 2022 dengan membahas tentang aktivasi farmakologi dan kadar senyawa

flavonoid total dari tanaman kapulaga (*Amomum compactum*). Kriteria inklusi adalah artikel yang membahas tentang aktivitas farmakologi dan kadar flavonoid total dari tanaman kapulaga (*Amomum compactum*) database jurnal yang digunakan adalah 10 tahun terakhir (2012-2022) dan *fulltext*. Untuk kriteria eksklusi yang digunakan yaitu artikel yang tidak dapat diakses secara *full text* dan tidak membahas kapulaga (*Amomum compactum*). Setelah kajian tersebut didapatkan dengan melihat kriteria inklusi (diterima) atau eksklusi (ditolak) maka didapatkan 12 jurnal yang digunakan untuk kebutuhan data dalam penelitian ini.

Sumber literature menggunakan data base melalui Google Scholar, PubMed, dan ScienceDirect tahun publikasi 2012-2022 ditemukan sebanyak N = 548



Seleksi berdasarkan
Kriteria inklusi : database jurnal yang digunakan adalah 10 tahun terakhir (2012-2022) dan dapat diakses secara *fulltext*.
Kriteria eksklusi : database yang tidak dapat diakses secara *full text* dan tidak membahas kapulaga (*Amomum compactum*).



Jurnal yang diterima (*inclusion*) N= 12, Jurnal yang ditolak (*exclusion*) N = 536

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pencarian literatur, didapatkan 12 artikel dengan memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Artikel yang didapatkan kemudian dikaji dan hasil terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penelitian aktivitas farmakologi dan kadar senyawa flavonoid total tanaman kapulaga (*Amamom compactum*)

No	Penulis	Bagian Tumbuhan	Senyawa Fitokimia	Aktivitas Farmakologi	Hasil Penelitian
1.	(Putri <i>et al.</i> , 2017)	Biji	Alkaloid	Antibakteri	Konsentrasi pada ekstrak 2,70% dapat dijadikan nilai MIC menghambat pertumbuhan bakteri <i>A. hydrophila</i> .
2.	(Nurcholis <i>et al.</i> , 2021)	Buah	Flavonoid total	Antioksidan	Nilai CUPRAC ekstrak etanol : 9,24 – 21,90 mol TE/g DW, ekstrak etil asetat : 3,83 – 9,28 mol TE/g DW. Nilai DPPH ekstrak etanol : 0,25 mol TE/g DW, ekstrak etil asetat 0,35 mol TE/g DW.
3.	(Riyanti <i>et al.</i> , 2014)	Daun	Flavonoid	Antidiabetes	Pemberian ekstrak daun kapulaga pada tikus diabetes belum dapat meningkatkan aktivitas glutation peroksidase (GSH-PX) tetapi dapat menurunkan kadar gula darah tikus diabetes.
4.	(Muna, dkk., 2019)	Buah	Flavonoid	Sitotoksik	Dapat menghambat protein proinflamasi IL-6 dan TNF- α
5.	(Komala, dkk., 2020)	Biji	Flavonoid	Antiinflamasi	Secara <i>In Vitro</i> pada sel makrofag RAW 264.7, biji kapulaga jawa (<i>Amomum compactum</i>) memiliki aksi antiinflamasi dengan cara menghambat produksi beberapa sitokin pro-inflamasi, yang menyebabkan penurunan respon fase akut yang terkait dengan penyerapan energi katabolik yang bersifat tinggi.
6.	(Gizi <i>et al.</i> , 2013)	Daun	Flavonoid	Antidiabetes	Dosis oral 100mg/kg menurunkan kadar glukosa pada tikus diabetes yang diinduksi <i>alloxan</i> .
7.	(Ajit, 2021)	Daun	Flavonoid Terpenoid Tanin	Antiinflamasi Antioksidan Antikarsinogenik	Ekstrak etanolik <i>A. compactum</i> (ACEE) mempunyai efek anti-inflamasi dengan sel inflamasi RAW 264,7
8.	(Chismirina dkk., 2016)	Buah	Alkaloid Saponin Tanin	Antibakteri	Pada konsentrasi 15% menunjukkan aktivitas bunuh minimum
9.	(Sukandar dkk., 2015)	Biji	Fenol, Tanin, Terpenoid	Antibakteri	Memiliki zona hambat 15,15 \pm 1,34 mm (3200 μ g/mL) baktetri <i>S.aureus</i> dan 14,00 \pm 2,54 mm (800 μ g/mL) bakteri <i>E.coli</i>
10.	(Dinata <i>et al.</i> , 2021)	Akar	Flavonoid	Antioksidan	Nilai IC ₅₀ dengan metode DPPH = 147,93, 1185,98, 60,04, 58,48 dan 1999,66 mg/mL (antioksidan yang kuat. Menurut <i>National Cancer Institute</i> , jika ekstrak memiliki nilai IC ₅₀ < 20 μ g/mL maka dapat dikatakan bahwa ekstrak tersebut memiliki aktivitas. Ekstrak dapat dikategorikan moderat apabila memiliki nilai 21 < IC ₅₀ < 200 μ g/mL, lemah apabila memiliki nilai 201 < IC ₅₀ < 500 μ g/mL dan tidak memiliki aktivitas antioksidan apabila memiliki nilai IC ₅₀ > 500 μ g/mL. Dalam hal ini maka akar dari tanaman Kapulaga tidak memiliki aktivitas antioksidan.
11.	(Komala <i>et al.</i> , 2020)	Biji	Alkaloid Flavonoid Terpenoid Tanin	Antibakteri	Memiliki aktivitas antibakteri terhadap <i>s. pyogenes</i> diameter daerah hambat tertinggi 12,03 \pm 0,14 mm pada konsentrasi 12%
12.	(Rasyadi <i>et al.</i> , 2021)	Buah	Saponin Flavonoid Terpenoid	Antibakteri	Uji aktivitas antibakteri diameter hambat rata-rata 22,33 \pm 0,85 mm, 24,63 \pm 0,58 mm, dan 25,80 \pm 0,17 mm

Aktivitas Farmakologi

Antibakteri

Penelitian yang dilakukan oleh Putri *et al.*, (2017) menunjukkan hasil pengukuran zona hambat terhadap bakteri *A. hydrophila* dengan menggunakan ekstrak n-heksana, etil asetat, dan metanol yaitu memiliki daya hambat sedang sekitar 5-6,25 mm. Ekstrak biji kapulaga dengan pelarut etil asetat memiliki daya hambat yang besar dari pada ekstrak biji kapulaga dengan pelarut metanol sebesar 6,25 mm. Sedangkan untuk kloramfenikol bisa menghambat pertumbuhan bakteri *A. hydrophila* sebesar 5,5 mm. Untuk kekuatan dari daya antibiotik-antibakteri dengan zona hambatan 20 mm atau lebih termasuk sangat kuat, daerah hambatan dengan 10-20 mm kategori kuat, daerah hambatan 5-10 mm sedang, dan daerah hambatan 5 mm termasuk lemah. Hasilnya adalah dengan menggunakan 3 ekstrak tersebut memiliki daya hambat yang sedang pada bakteri *A. hydrophila* sekitar 5-6,25mm. Uji penghambatan ekstrak biji kapulaga terhadap *A. hydrophila* dengan memantau tingkat kekeruhan media, ekstrak 5,41%, 2,70%, 1,35% dan kloramfenikol bahwa bisa menghambat bakteri yaitu dengan gejala bening pada media. Ekstrak dengan konsentrasi 0,68%, 0,34%, dan 0,17% bahwa menunjukkan gejala kekeruhan. Konsentrasi ekstrak 2,70% bisa dijadikan sebagai dari nilai MIC yang menghambat pertumbuhan dari bakteri *A. hydrophila* dikarenakan pada konsentrasi minimal tersebut memiliki presentasi penghambatan 100%. Perlakuan ekstrak dengan konsentarsi 5,14% dan 2,70% sebanding terhadap pertumbuhan bakteri *A. hydrophila* dengan tingkat kepercayaan 95%. Hasil pengukuran LOD nilai MIC biji kapulaga terhadap *A. hydrophilal* pada konsentrasi 2,70%. Dari hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut, maka ekstrak Kapulaga dapat disarankan untuk dijadikan sebagai antibakteri alami yang bersifat poten. Alasan ini berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Tyagita H. dkk (2020) bahwa ekstrak Kapulaga memiliki aktivitas antibakteri karena terdapat minyak esensial yang mengandung cineole yang berkadar tinggi sebagai bioaktif yang dapat membunuh bakteri. Hal ini dibuktikan dengan MIC ekstrak kapulaga pada bakteri *Streptococcus pyogenes* yaitu terdapat pada konsentrasi 2,5 % dan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi 5 %.

Aktivitas antibakteri ekstrak etanol diuji oleh Sukandar *et al.*, (2015) terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Uji aktivitas dilakukan dengan ekstrak metanol, fraksi n-heksana, etil asetat dan n-butanol, dan untuk kontrol positif menggunakan kloramfenikol dan kontrol negatif pelarut dimetilsulfoksida (DMSO) dilakukan secara *in vitro* dengan metode difusi cakram. Untuk metode yang digunakan sama seperti penelitian Komala *et al.*, (2020) tetapi berbeda ekstrak dan kontrol positif negatifnya. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak metanol hanya membentuk zona hambat pada *E. coli* dengan diameter zona hambat tertinggi $14,00 \pm 3,39$ mm pada konsentrasi 3200 $\mu\text{g/mL}$, tetapi tidak berlaku untuk bakteri *S. aureus* karena ekstrak metanol lebih aktif menghambat bakteri Gram negatif dari *E. coli*, karena bakteri *S. aureus* lebih sentitif terhadap senyawa non polar. Ekstrak n-heksana, etil asetat, dan n-butanol hasil partisi mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* maupun *E. coli*. Ekstrak tersebut memiliki zona hambat pada *E. coli* konsentrasi terendah 200 $\mu\text{g/mL}$ sebesar $12,05 \pm 0,35$ mm, $12,25 \pm 0,21$ mm, dan $12,30 \pm 0,56$ mm. Ekstrak n-heksana dan etil asetat memiliki zona hambat dengan konsentrasi terendah 400 $\mu\text{g/mL}$ pada bakteri *S. aureus* sebesar $13,65 \pm 1,48$ mm, dan $12,30 \pm 0,98$ mm, dan ekstrak n-butanol 800 $\mu\text{g/mL}$ dengan zona hambat $13,85 \pm 0,49$ mm. Uji

bakteri dengan kontrol positif antibiotik kloramfenikol menghasilkan zona hambat tinggi pada bakteri *S. aureus* $27,80 \pm 1,97$ mm dan bakteri *E. coli*. $25,50 \pm 0,70$ mm pada konsentrasi 3200 $\mu\text{g/mL}$, untuk kontrol negatif DMSO tidak menghasilkan zona hambat. Zona hambat dari ketiga fraksi terhadap bakteri *S. aureus* lebih besar dari bakteri *E. coli*. Adanya perbedaan kepekaan pada bakteri Gram positif dan Gram negatif pada zat antibakteri yang terkandung dalam tiga fraksi tersebut karena perbedaan struktur dinding sel bakteri. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol biji kapulaga meningkat setelah dilakukan pertisi cair-cair dengan fraksi etil asetat pada bakteri *S. aureus* $15,15 \pm 1,34$ mm (3200 $\mu\text{g/mL}$), dan bakteri *E. coli* $14,00 \pm 2,54$ mm (800 $\mu\text{g/mL}$). Kemudian senyawa diduga memiliki aktivitas antibakteri menggunakan GCMS adalah (1) senyawa 2,9-hidroksi-1,8-sineol, (2) senyawa 2,4-dihidroksi-1,8-sineol dan (3) senyawa 2,2'-metilen bis[6-(1,1-dimetiletil)-4-etil] fenol.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Chismirina *et al.*, (2016) berbeda dengan Sukandar *et al.*, (2015) yang menggunakan pelarut metanol. Pada penelitian menggunakan pelarut etanol, bahwa konsentrasi hambat minimum (KHM) ekstrak buah kapulaga atau (*Amomum compactum*) terjadi pada konsentrasi 15%. Karena disebabkan oleh jumlah rata-rata koloni tumbuh pada konsentrasi 15% lebih sedikit dari pada akuades. Kontrol negatif (akuades) dengan konsentrasi 2,5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15%, sedangkan konsentrasi dari bunuh minimum atau (KBM) pada penelitiannya tidak dapat diamati yang dikarenakan konsentrasi yang digunakan hanya sampai dikonsentrasi 15%. Karena konsentarsi yang digunakan pada penelitiannya masih sedikit dan untuk mendapatkan konsentarsi (KBM) pada penelitian in vitro harus menaikkan konsentrasinya. Kemudian kemampuan pada buah kapulaga tersebut dalam menghambat dari pertumbuhan bakteri *A. actinomycetemcomitans* dipengaruhi oleh dinding sel bakteri *A. actinomycetemcomitans*, bakteri Gram-negatif selnya yang dikelilingi oleh membran (*uoter membrane*) sehingga bakteri tersebut menjadi hidrofilik. Menurut Ujilestari *et al.* (2019) sifat dari antibakteri *A. compactum* pada bakteri Gram positif lebih kuat dari pada bakteri Gram negatif, karena kandungan minyak atsiri yang tinggi pada *A. compactum* yang bersifat hidrofobik. Beberapa penelitian juga mendapatkan bahwa bakteri Gram-positif lebih sensitif terhadap minyak atsiri dibandingkan dengan Gram-negatif. Kandungan minyak esensial dari tanaman kapulaga memiliki efek penghambatan nyata terhadap mikroorganisme patogen dan pembusuk. Ekstrak dari kapulaga tersebut memiliki aktivitas antibakteri yang kuat pada patogen periodontal Gram-negatif yang termasuk *A. actinomycetemcomitans*, *F. nucleatum*, *P. gingivalis*, *P. perantara*. Kemudian ekstrak etanol dari kapulaga tersebut memiliki efek seperti antibakteri pada dosis 512 $\mu\text{g/ml}$. Kapsul nano chitosan yang mengandung minyak atsiri kapulaga diamati sangat efektif dalam mengendalikan resistensi multi obat *E. coli* dan MRSA (*Methicillin-resistant S.aureus*) in vitro tanpa menunjukkan tanda-tanda toksisitas pada sel manusia (Ajit, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Komala *et al.* (2020), konsentrasi hambat minimum pada ekstrak etanol 96% biji kapulaga adalah 7,5%, tetapi hasilnya sedikit berbeda dengan penelitian Putri dkk dengan menggunakan ekstrak etil asetat biji kapulaga dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* memiliki nilai KHM 1,35%. Hasil yang berbeda dikarenakan perbedaan bahan uji dan metode dari penelitian tersebut. Kemudian hasilnya menunjukkan bahwa pada konsentrasi

7,5% mempunyai nilai rata-rata diameter daerah hambat sebesar $9,15 \pm 0,07$ mm, untuk konsentrasi 10% dan 12% dengan nilai rata-rata diameter daerah hambat sebesar $10,90 \pm 0,20$ mm dan $12,03 \pm 0,14$ mm. Dari hasil yang didapatkan konsentrasi 7,5 % termasuk kategori tidak ada, untuk konsentrasi 10% dan 12% termasuk kategori lemah. Pengujian diameter daerah hambat (DDH) menggunakan metode *Kirby-Bauer Disk Method* atau difusi kertas cakram. Kemudian untuk kontrol positifnya menggunakan amoksisilin 0,01 mg/mL dan kontrol negatif menggunakan akuades steril. Hasil yang didapatkan berbeda jauh dengan kontrol positif yang memiliki nilai rata-rata sebesar $24,06 \pm 1,77$ mm dengan kategori kuat, untuk kontrol negatif dengan diameter $6,00 \pm 0,00$ mm tidak ada respon hambatan. Adanya aktivitas daerah hambat dikarenakan adanya senyawa fitokimia seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan tanin.

Penelitian yang dilakukan Rasyadi *et al.* (2021) aktivitas bakteri ekstrak buah kapulaga dan sabun cair ekstrak buah kapulaga pada bakteri *S. aureus* dilakukan dengan metode difusi agar. Pengujian dilakukan dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, dan sebagai kontrol negatif menggunakan DMSO. Ekstrak etanol buah kapulaga dengan konsentrasi 2% dengan diameter daya hambatan rata-rata sebesar 16,76 mm termasuk golongan sedang, konsentrasi 4% memberikan diameter daya hambat rata-rata sebesar 17,87 mm termasuk golongan sedang, dan konsentrasi 6% memberikan diameter daya hambat rata-rata sebesar 20,10 mm dengan golongan kuat. Metabolit sekunder seperti saponin dapat merusak integritas membran sel bakteri, flavonoid dapat membunuh bakteri dengan melisis dinding sel bakteri, sedangkan terpenoid dapat melarutkan dinding sel bakteri dengan memperlemah jaringan membran. Hasil dari uji aktivitas antibakteri dari formula sediaan sabun mandi cair ekstrak kapulaga memberikan diameter daya hambat rata-rata F0=20,47 mm (kategori kuat), F1 = 22,33 mm (kategori kuat), F2 = 24,63 mm (kategori kuat), F3 = 25,80 mm (kategori kuat), dan sabun mandi cair pembanding D® 20,20 mm (kategori kuat). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak buah kapulaga, maka semakin tinggi juga aktivitas daya hambat dari bakteri *S. aureus*, karena dapat terjadi kemungkinan sineol atau minyak atsiri yang ada di buah kapulaga dapat menghambat dan membunuh bakteri tersebut dan dikaitkan dengan kemampuan pada mikroorganisme bersifat hidrofobik. Berdasarkan hasil uji tersebut, sediaan sabun mandi cair dapat memberikan diameter daya hambat rata-rata pada formula sabun mandi cair ekstrak kapulaga tersebut termasuk golongan kuat, berbeda dengan hasil penelitian Komala *et al.* (2020), yang dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kapulaga dengan ekstrak etanol 96% memiliki kategori penghambatan yang lemah. Lebih lanjut hasil penelitian ini memiliki aktivitas daya hambat pada bakteri *S. aureus* dengan kategori yang kuat.

Antioksidan

Aktivitas antioksidan merupakan berkaitan dengan radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif atau tidak stabil, karena dengan reaktivitasnya yang tinggi dapat terjadi radikal bebas tersebut cenderung menarik elektron dan terjadinya reaksi rantai yang disebabkan dari perubahan pada molekul menjadi radikal bebas yang baru dan akan berhenti apabila dilakukan perendaman dengan zat antioksidan (Yuslianti, 2018).

Tanaman kapulaga memiliki khasiat sebagai antioksidan dengan adanya sejumlah penelitian. Kandungan flavonoid total (TFC) ditetapkan menggunakan uji kolorimetri dan kuersetin sebagai senyawa flavonoid standar. Buah kapulaga memiliki aktivitas antioksidan

Ketika diuji dengan nilai CUPRAC dan DPPH. Potensi antioksidan ekstrak kapulaga dengan metode CUPRAC terbukti lebih tinggi dibanding dengan DPPH. Nilai CUPRAC dalam ekstrak etanol : 9,24 $\mu\text{mol TE/g DW}$ (daerah Sukabumi) dan 21,90 $\mu\text{mol TE/g DW}$ (daerah Bogor), ekstrak etil asetat : 3,83 $\mu\text{mol TE/g DW}$ (daerah Bogor) dan 9,28 $\mu\text{mol TE/g DW}$ (daerah Sukabumi). Aktivitas antiradikal dengan DPPH tertinggi pada ekstrak etanol adalah 0,25 $\mu\text{mol TE/g DW}$ (daerah Sukabumi), dan sedangkan ekstrak etil asetat adalah 0,27 $\mu\text{mol TE/g DW}$ (daerah Bogor). Ekstrak etanol dan etil asetat mengandung flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan. Kandungan dari flavonoid dan CUPRAC memiliki korelasi yang tinggi pada ekstrak etanol dibanding ekstrak etil asetat. Ekstrak etanol dari kapulaga memiliki daya reduksi dan aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan dengan ekstrak etil asetat (Nurcholis *et al.*, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Dinata *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa dari ekstrak etanol dipartisi dengan n-heksana, etil asetat, n-butanol, dan air diuji kualitas aktivitasnya dengan menggunakan metode DPPH dengan hasil yang diperoleh nilai IC_{50} masing-masing 147,93, 1185,98, 60,04, 58,48, dan 1999,99 mg/mL. Hasil pengujian tersebut menunjukkan ekstrak tersebut dianggap tidak memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat karena memiliki nilai $\text{IC}_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$, sedangkan apabila nilai IC_{50} memiliki nilai lebih 200 $\mu\text{g/mL}$ maka antioksidan tersebut dianggap sangat lemah. Hasil dari isolasi tanaman tersebut yaitu (1) 5-hidroksi-3,7,4'-trimetoksi kaempferol, (2) 5-hidroksi-3,7,3',4' tetrametoksi kaempferol, dan (3) 4'-hidroksi-3,5,7-trimetoksi kaempferol. Untuk mencari dari senyawa flavonoid dari fraksi n-heksana dikromatografi dengan kromatografi vakum cair (VLC) dan kromatografi kolom silika gel untuk menghasilkan senyawa tersebut. Senyawa tersebut memiliki ikatan rangkap terkonjugasi, ketiga spektrum ultraviolet tersebut menandakan adanya dua pita serapan yaitu cincin kayu manis dan cincin benzoil yang ciri khas dari senyawa flavonoid dengan kerangka flavon. Ketiga spektrum inframerah menandakan bahwa pita serapan yang menegaskan adanya pita regangan CH alifatik, ikatan rangkap cincin aromatik yang dibantu oleh penyerapan di daerah sidik jari, lalu adanya karbonil dan eter terkonjugasi. Kemudian struktur senyawa dianalisis menggunakan data spektroskopi termasuk FTIR, 1D dan 2D NMR serta HRTOF-MS.

Antidiabetes

Diabetes melitus merupakan sebagai gangguan metabolisme tubuh yang diakibatkan dari kerusakan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya yang dapat menyebabkan terjadinya disfungsi, kegagalan banyak organ dan kerusakan dalam waktu jangka panjang. Untuk pengobatan dari penyakit diabetes melitus masih banyak menggunakan obat-obatan dari sintesis, tetapi terdapat juga efek samping yang dirasakan. Obat herbal atau pengobatan tradisional dapat meminimalisir dari efek samping yang terjadi dan mudah untuk digunakan sebagai pengobatan (Rupeshkumar *et al.*, 2014).

Hasil penelitian dari Riyanti *et al.* (2014) menggunakan aktivitas Glutathion Peroksidase (GSH-PX) tikus diabetes galur *Sprague*. Tikus diberi 3 perlakuan, untuk yang pertama 5 ekor tikus tidak diberi perlakuan (kontrol), perlakuan kedua sebanyak 5 ekor tikus diabetes diberikan glibenklamid dengan kode G1-5, dan yang ketiga 5 ekor tikus diabetes diberikan ekstrak daun kapulaga dengan kode K1-5. Kadar gula darah tikus diabetes yang telah diinduksi dengan aloksan sebesar 287,8 mg/dl, kadar gula tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan tikus normal (110 mg/dl). Aloksan mempunyai sifat toksik dan selektif terhadap sel β pankreas yang memproduksi insulin. Terjadinya terakumulasinya aloksan pada sel β pankreas karena aloksan bersifat analog dengan glukosa sehingga diterima oleh GLUT2. Perlakuan glibenklamid dan ekstrak daun kapulaga (EDK) pada tikus diabetes dalam menurunkan kadar gula darah setelah

pemberian satu minggu didapatkan hasil yang berbeda. Kemudian setelah satu minggu berikutnya dengan pemberian glibenklamid perlakuan hasil dari GSH-PX menurun, tetapi berbeda dengan pemberian EDK terjadi peningkatan aktivitas dari 29,40 menjadi 47,97 nmol/mg/menit. Glibenklamid merupakan golongan sulfonilurea obat pilihan pada pasien diabetes yang mampu menurunkan kadar gula darah. Sifat dari vitamin C merupakan sebagai antioksidan yang kuat yang mampu meredam ROS diakibatkan kerusakan dari jaringan pada penderita diabetes. Pada penelitiannya menyebutkan bahwa ekstrak daun kapulaga pada hewan tikus diabetes belum mampu meningkatkan aktivitas dari glutathione peroxidase (GSH-PX), tetapi bisa menurunkan kadar gula darah tikus diabetes.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Gizi *et al.* (2013) induksi aloksan 120 mg/kg intra peritoneal (i.p) secara signifikan meningkatkan kadar glukosa darah puasa pada tikus SD dari 110,3+26,6 menjadi 349,4+117,2 mg/dL. Kemudian daun tanaman kapulaga mengandung senyawa flavonoid 129,6+6,9 mg/g, dan vitamin C 19,22+1,1 mg/g ekstrak, dan memungkinkan flavonoid dalam *Edaku* bekerja *extra-pancreatin* karena kerja dari *alloxan* tersebut yaitu merusak sel pankreas secara efektif dan menyebabkan terjadinya hiperglikemia persisten. Flavonoid dapat menstimulir pemanfaatan glukosa perifer yaitu dengan stimulan menekan jalur glikolitik dan glikogenik. Flavonoid dalam *Edaku* memungkinkan mengendalikan glukosa sehingga kadar glukosa dalam darah tikus diabetes dapat turun. Vitamin C pada kapulaga juga mungkin berperan dalam menurunkan kadar glukosa dari tikus diabetes. Indeks atherogenik ketiga kelompok tikus diabetes tidak berbeda, tetapi lebih tinggi dari pada indeks sebelum diinduksi *alloxan*, induksi *alloxan* dapat mengakibatkan tikus diabetes dan terjadi peningkatan IA. Setelah satu minggu intervensi, ketiga kelompok tikus percobaan tidak terjadi perbedaan. kemudian setelah dua minggu intervensi, IA terjadi penurunan dari 0,61+0,16 menjadi 0,39+0,12 terjadi pada kelompok uji yang diberikan plus *Edaku*. Dosis oral *Edaku* (100 mg/kg) dapat menurunkan kadar glukosa pada hewan uji tikus yang diinduksi *alloxan*. Artinya maka potensi dari antiatherogenik senyawa yang berada pada *Edaku* adalah sama dengan kuatnya pada glibenklamid.

Antiinflamasi

Aktivitas antiinflamasi dari ekstrak biji kapulaga yang dilakukan penelitian oleh Praditha *et al.*, (2020) beberapa penelitian menunjukkan bahwa kapulaga dapat menurunkan beberapa level sitokin pro-inflamasi sehingga sangat poten dimanfaatkan sebagai antiinflamasi. Berdasarkan hasil studi *in vitro*, untuk pemberian *Amomum compactum ethanolic extract* atau (ACEE) dengan menggunakan sel RAW 267.7 diinduksi menggunakan lipopolisakarida (LPS) menginduksikan ekspresi dari faktor antiinflamasi dan dapat menekan dari level beberapa sitokin pro-inflamasi menggunakan induksi *heme oxygenase-1* (HO-1). Induksi HO-1 mempunyai efek sitoprotektif terhadap kerusakan yang bersifat oksidatif dan mempunyai sifat antiinflamsi yang kuat. Peningkatan ekspresi HO-1 didukung ACEE yang mengaktifasi Nrf2 yang berikatan dengan *antioxidant response factor* (ARE) yang terdapat pada promotor HO-1. Dengan terjadinya peningkatan ekspresi HO-1 dan Nrf2 mengaktifasi *nuclear factor kappa B* (NF- κ B) dan produksi sitokin pro inflamasi dapat dibatasi. Ekstrak dari etanol kapulaga atau (*Amomum compactum*) memiliki sebuah potensi sebagai antiinflamasi karena disebabkan dengan intensitas triterpenoid dan flavonoid yang lebih tinggi, sehingga bersamaan dengan

saponin, tanin, glikosida jantung, steroid dan alkaloid. Kemudian saponin juga mempunyai peran sebagai antiinflamasi yang menghambat produksi NO, PEG2 dan sitokin pro-inflamasi yang berlebihan, dan termasuk interleukin-1 β (IL-1 β) dan TNF- α .

Penelitian yang telah dilakukan oleh Dang *et al.*, efek dari antiinflamasi yaitu dengan menggunakan uji penghambatan proses dari pemrosesan makrofag NO tikus RAW264.7 dan memiliki efek penghambatan dari pengembangan oksida nitrat yang terjadi pada konsentrasi 0,3 g/ml, dua enzim proinflamasi iNOS dan COX-2 pada makrofag RAW264.77. kemudian untuk beberapa penelitian yang lain yang telah dilakukan menyebutkan bahwa pada penggunaan *Amomum compactum* 100 dan 200 μ g/ml tersebut memiliki efek dari aktivitas antiinflamasi tersebut dengan menginduksi ekspresi HO-1 (Maulana *et al.*, 2021). Penelitian yang lain juga menyebutkan bahwa dengan menggunakan ekstrak etanolik *A. compactum* (ACEE) mempunyai efek seperti anti-inflamasi dengan sel inflamasi RAW 264,7 sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Maulana yang memiliki antiinflamasi RAW 264,7 yang iinduksi dengan lipopolisakarida, ACEE atau *Amomum compactum ethanolic extract* dapat menghambat produksi dari oksida nitrat (NO), prostaglandin E2(PEG2), interleukin (IL)-6, faktor nekrosis tumor (TNF)- α , dan dapat menghambat dari ekspresi protein sintase oksida nitrat diinduksi dan siklooksigenase (Lee *et al.*, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh (Kusumawati *et al.*, 2021) didalam penelitiannya melakukan skrining senyawa mempunyai aktivitas antiinflamasi sebesar $P_a > 0,7$, menunjukkan senyawa tersebut memiliki aktivitas biologis yang tinggi. Apabila nilai $P_a < 0,5$ maka senyawa memiliki aktivitas biologis yang rendah. Senyawa flavonoid dapat menghambat enzim berperan pada mensintesis prostaglandin. Triterpenoid sebagai anti-inflamasi dapat mengurangi sel-sel yang mengekspresikan sintase asam nitrat diinduksi oleh (iNOS) seperti lupeol atau menghambat oksidasi dengan mengurangi ekspresi iNOS. Sama seperti halnya pada penelitian yang lainnya menyebutkan bahwa ekstrak etanol dengan kapulaga dapat menghambat produksi (NO), prostaglandin E2 (PGE2), interleukin-6 (IL-6), faktor nekrosis tumor-alfa (TNf- α), dan menghambat translokasi nuclear factor kB (NF-kB). Pada penelitiannya kapulaga memiliki sebagai antiinflamasi pada jalur persinyalan JAK/STAT dan NF-kB yang merupakan komponen penting pada sistem reseptor sitokin yang mengatur pertumbuhan sel. Aktivitas dari jalur persinyalan JAK/STAT dipengaruhi oleh protein interleukin proinflamasi IL-6 dapat menfosforilasi protein STAT menjadi faktor transkripsi yang kuat. Interleukin IL-6 sitokin proinflamasi berperan kaskade yaitu penyakit inflamasi. Aktivitas IL-6 dan STAT merupakan kunci mediator utama proses inflamasi. Sedangkan jalur NF-kB aktivator transkripsional gen respon inflamasi kuat, NF-kB menginduksi ekspresi berbagai gen proinflamasi akibatnya aktivitas dari NF-kB berkontribusi pada proses patogen berbagai penyakit inflamasi. Pada penelitiannya senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antiinflamasi pada tanaman kapulaga yaitu borneol (P_a 0,0869), caryophyllene (P_a 0,745), camphor (P_a 0,743), D-borneol (P_a 0,869), D-camphor (P_a 0,743), humulene (P_a 0,741), dan humulane epoxide II (P_a 0,823).

Kadar Senyawa Flavonoid Total

Flavonoid merupakan kelompok dengan berat molekul rendah yang berbasis inti 2-fenil-kromon merupakan biosintesis dari turunan asam asetat atau fenilalanin yang menggunakan

jalur asam shikimat. Flavonoid diklasifikasikan dengan oksidasi, annularitas cincin C, dan sambungan cincin B (Arifin and Ibrahim, 2018). Senyawa turunan dari flavonoid adalah flavonol, flavones, flavonol, isoflavonoid, antosianidin, dan flavanones. Kemudian yang tergolong polifenol adalah asam fenolik memiliki senyawa turunan dari asam hidroksi sinamat dan asam hidroksi benzoat. (Mutmainah *et al.*, 2014). Flavonoid juga merupakan golongan senyawa yang bobot molekulnya rendah (Banjarnahor and Artanti, 2014). Penelitian yang telah dilakukan oleh (Tunnisa *et al.*, 2022) menyebutkan pada penelitiannya bahwa *Amomum compactum* memiliki nilai TFC (Total Flavonoid Content) 7,2 mg QE/g dengan kandungan senyawa flavonoid kuersetin. Dengan adanya kuersetin yang berfungsi untuk mencegah oksidasi low-density lipoprotein (LDL) dengan menangkalkan radikal bebas sehingga kuersetin dapat membantu dalam pencegahan penyakit tertentu seperti kanker, antioksidan, radang, bakteri patogen, disfungsi kardiovaskular, dan dengan adanya kemampuan dari antioksidan untuk mencegah terjadinya luka yang diakibatkan radikal bebas (Arifin and Ibrahim, 2018). Menurut Ali *et al.*, (2021) didalam penelitiannya bahwa kapulaga merupakan nilai terendah dalam kandungan flavonoid total dengan nilai 0,13 mg QE/g, sedangkan untuk nilai yang tertinggi terdapat pada cengkeh dengan nilai 5,59 mg QE/g. Kuersetin merupakan senyawa yang berwarna kuning dan menjadi anhidrat pada suhu 95-97° C, kuersetin mempunyai gugus fungsi karonil dan hidroksil sehingga membentuk kompleks dengan beberapa ion logam, kuersetin memiliki banyak manfaat bagi manusia antarlain antioksidan, antiinflamasi, antikanker, antivirus, dan lain-lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan terhadap artikel di atas, disimpulkan bahwa tanaman kapulaga jawa atau disebut dengan nama latin (*Amomum compactum*) tersebut memiliki kandungan flavonoid dengan kandungan senyawa kuersetin dan berkhasiat atau potensi yang dapat dikembangkan sebagai antibakteri, antioksidan, antidiabetes, sitotoksik, antiinflamasi, dan antikarsinogenik. Ekstrak dari etanol kapulaga (*Amomum compactum*) memiliki potensi sebagai antiinflamasi karena disebabkan adanya intensitas triterpenoid dan flavonoid yang lebih tinggi. Tanaman kapulaga tersebut masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi karena masih sedikit dilakukannya untuk jenis kapulaga *Amomum compactum* pada penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajit, A., 2021. A Mini Review On The Bioactive Compounds In Dried Cardamom, *Certified Journal*, 1410 *World Journal of Pharmaceutical Research SJIF Impact Factor*, 9 (May), 1411. Terdapat di: www.wjpr.net.
- Ali, A., Wu, H., Ponnampalam, E.N., Cottrell, J.J., Dunshea, F.R. and Suleria, H.A.R., 2021. Comprehensive Profiling of Most Widely Used Spices for Their Phenolic Compounds Through Ices-qtof-ms2 and Their Antioxidant Potential, *Antioxidants*, 10 (5).
- Anugrah, L.P., Rijai, L. dan Prabowo, W.C., 2018. Formulasi Krim Berbahan Aktif Minyak Kapulaga (*Amomum compactum* Soland.) sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus*, *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 8 (November), 57-62.
- Arifin, B. dan Ibrahim, S., 2018. Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid, *Jurnal Zarah*, 6 (1),

21–29.

- Banjarnahor, S.D.S. and Artanti, N., 2014. Antioxidant Properties of Flavonoids, *Medical Journal of Indonesia*, 23 (4), 239–244.
- Chismirina, S., Resky, C. dan Aulia, P., 2016. Konsentrasi Hambat dan Bunuh Minimum Ekstrak Kapulaga (*Amomum compactum*) Terhadap *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Journal of Syiah Kuala Dentistry Society*, 1 (2), 192–200.
- Dinata, D.I., Maharani, R., Muttaqien, F.Z., Supratman, U., Azmi, M.N. and Shiono, Y., 2021. Flavonoids from the Roots of *Amomum compactum* Soland Ex Maton (Zingiberaceae), *Jurnal Kimia Valensi*, 7 (2), 142–149.
- Gizi, J.I., Soedirman, U.J. dan Suparno, J., 2013. Ekstrak Daun Kapulaga Menurunkan Indeks Atherogenik dan Kadar Gula Darah Tikus Diabetes Induksi Alloxan (*Cardamom Extract Leaves Decreased Atherogenic Indexes and Blood Glucose Level of Diabetic Rats Alloxans-Induced*), *Agriotech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 33 (3), 273–280.
- Hartady, T., Balia, R.L., Syamsunarno, M.R.A.A., Jasni, S. and Priosoeryanto, B.P., 2020. Bioactivity of *Amomum compactum* Soland ex maton (*Java cardamom*) as a Natural Antibacterial, *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11 (9), 384–387.
- Khatri, P., Rana, J.S., Jamdagni, P. and Sindhu, A., 2017. Phytochemical Screening, Gc-MS and Ft-IR Analysis of Methanolic Extract Leaves of *Eleteria Cardamomum*, *International Journal of Research Granthaalayah*, 5 (2), 213–224. Terdapat di: <http://dx.doi.org/10.29121/granthaalayah.v5.i2.2017.1726>.
- Khusnul, K., 2019. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Kapulaga (*Amomum compactum* Soland ex. Maton) Terhadap Jamur *Microsporium gypseum* Secara In Vitro, *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi*, 19 (1)
- Komala, O., Ismanto, and Maulana, M.A., 2020. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Biji Kapulaga Jawa (*Amomum compactum* Soland. ex Maton) Terhadap *Streptococcus pyogenes*, *Ekologia*, 20 (1), 31–39.
- Maulana, Y., Alkandahri, Shafirany, Z., Rusdin, A., Agustina, S., Pangaribuan, F., Fitrianti, F., Kusumawati, H., Sugiharta, S., Arfania, M. and Mardiana, L., 2021. Mini-review Article *Amomum compactum* : a Review of Pharmacological Studies, *Journal of Plant Sciences*, 22 (May), 61–69.
- Muna, Zakiah, Vonna, Munira, A., 2019. Efek Sitotoksik Ekstrak Buah Kapulaga Jawa (*Amomum compactum* Soland. Ex. Maton) Cytotoxic Effect of Cardamom Java (*Amomum compactum* Soland. Ex. Maton) Extracts, *Jurnal Sago Gizi dan Kesehatan*, 1 (1), 79–84.
- Nurcholis, W., Sya'bani, P.D.N., Husnawati, H., Aisyah, S.I. and Priosoeryanto B.P., 2021. Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Ethanol and Ethyl Acetate Extracts from Accessions of *Amomum compactum* fruits, *Annals of Agricultural Sciences*, 66 (1), 58–62. Terdapat di: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2021.04.001>.
- Praditha, A.N., Hartady, T., and Atik, N., 2020. The Using of Java Cardamom (*Amomum Compactum*) Seeds As Anti-Inflammatory and Antibiotic Growth Promoter Alternative for Production Animals: a Literature Study, *Indonesia Medicus Veterinus*, 9 (6), 959–969.
- Putri, S.D.K., Susilowati, A. and Setyaningsih, R., 2017. In Vitro Testing of Antibacterial Activity of

Extracts of Seed Cardamom (*Amomum compactum*) Against by *Aeromonas hydrophila*, *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 14 (1), 10–18.

- Riyanti, H., Simanjuntak, S.B.I. dan Winarsi H., 2014. Aktivitas Glutasion Peroksidase Dan Kadar Gula Darah Tikus Diabetes yang Diberi Ekstrak Daun Kapulaga (*Amomum compactum*), *Scripta Biologica*, 1 (2), 153–156.
- Rupeshkumar, M., Kavitha, K. and Haldar, P.K., 2014. Role of Herbal Plants in The Diabetes Mellitus Therapy : An Overview, *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 6 (3), 1–3.
- Silalahi, M., 2017. Bioaktivitas *Amomum compactum* Soland ex Maton dan Perspektif Konservasinya, *Jurnal Pro-Life*, 4 (2), 320–328.
- Sukandar, D., Hermanto, S., Rizki, E., Dan, A. dan Zaenudin, M., 2015. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kapulaga (*Amomum compactum* Sol. Ex Maton) Antibacterial Activity Of *Amomum compactum* Sol. Ex Maton Extract, *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 17 (2), 119–129.
- Syaputra, R.A., Aini, S.R. dan Juliantoni, Y., 2021. Aktivitas Mukolitik Sirup Ekstrak Etanolik Biji Kapulaga (*Amomum compactum* Sol . Ex Maton) Pada Mukus, *Jurnal Kedokteran*, 10 (1), 384–390.
- Tunnisa, F., Nur, F.D., Afriyanti, A., Rosalina, D., Ana, S.M., Darmawan, N. dan Dewi, Y.N., 2022. Antioxidant and Antidiabetic Compounds Identification in Several Indonesian Underutilized Zingiberaceae Spices Using SPME-GC/MS-based Volatilomics and In Silico Methods, *Food Chemistry: X*, 14 (March), 100285. Terdapat di: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100285>.
- Ujilestari, T., Martien, R., Ariyadi, B., Dono, N.D. and Zuprizal, 2019. Antibacterial Effects of Essential Oils of *Cymbopogon citratus* and *Amomum compactum* Under Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS), *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 387 (1).