



## SKRINING FITOKIMIA, AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN TOKSISITAS AKUT INFUSA BIJI DAN PERIKARP BUAH OLAE (*Etlingera calophrys*)

Diah Astari Salam<sup>1</sup>, Ummul Fausiah<sup>1</sup>, Harni Sartika Kamaruddin<sup>1</sup>, Megawati<sup>2</sup>, Nisrina Muslihin<sup>1</sup>, Carla Wulandari Sabandar<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

<sup>2</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

\*Alamat Korespondensi: [carla@usn.ac.id](mailto:carla@usn.ac.id)

**Abstract:** *Olae (Etlingera calophrys), an endemic of Southeast Sulawesi, Indonesia, is traditionally used as a culinary spice and medicine, yet remains scientifically underexplored. This study investigated the phytochemical composition, antioxidant activity, and acute toxicity of infusion extract from the seeds and fruit pericarp. Phytochemical screening was performed using specific color reagents, antioxidant activity was evaluated with the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method, and acute toxicity was assessed by the Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) against Artemia salina. The seed infusion contained alkaloids and phenolics, while the pericarp infusion contained tannins and phenolics. Antioxidant testing revealed very strong radical scavenging activity, with SC<sub>50</sub> values of 0.05 g/100 mL (seeds) and 0.04 g/100 mL (pericarp). Toxicity testing indicated no significant toxicity, with LC<sub>50</sub> values of 1740 g/100 mL (seeds) and 2510 g/100 mL (pericarp). These findings suggest that infusion extract of E. calophrys possess strong antioxidant potential and are safe for use, supporting their prospective application as natural antioxidant sources.*

**Keywords:** antioxidants, acute toxicity, *Etlingera calophrys*, phytochemical compounds

**Abstrak:** *Olae (Etlingera calophrys)* merupakan tumbuhan endemik Sulawesi Tenggara, Indonesia, yang secara tradisional digunakan sebagai bumbu masakan dan obat herbal, tetapi masih jarang diteliti secara ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan fitokimia, aktivitas antioksidan, dan toksisitas akut dari ekstrak infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys*. Skrining fitokimia dilakukan dengan menggunakan pereaksi warna spesifik, uji aktivitas antioksidan menggunakan metode 2,2-difenil-1-pikrihidrazil (DPPH), serta uji toksisitas akut dengan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) terhadap *Artemia salina*. Hasil skrining menunjukkan bahwa infusa biji mengandung alkaloid dan fenolik, sedangkan infusa perikarp buah mengandung tanin dan fenolik. Uji aktivitas antioksidan memperlihatkan kemampuan penangkal radikal bebas yang sangat kuat dengan nilai SC<sub>50</sub> masing-masing 0,05 g/100 mL (biji) dan 0,04 g/100 mL (perikarp). Uji toksisitas menunjukkan tidak adanya toksisitas yang signifikan dengan nilai LC<sub>50</sub> sebesar 1740 g/100 mL (biji) dan 2510 g/100 mL (perikarp). Dengan demikian, ekstrak infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami yang aman digunakan.

**Kata kunci:** antioksidan, toksisitas akut, *Etlingera calophrys*, senyawa fitokimia

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan hutan tropis terluas ketiga di dunia (Agustina dkk., 2016). Keanekaragaman hayati adalah dasar bagi banyak pengobatan dan penemuan industri farmasi di masa mendatang. Jumlah tumbuhan obat di Indonesia diperkirakan sekitar 1.260 spesies. Tumbuhan merupakan sumber senyawa kimia, baik senyawa kimia yang diperoleh dari metabolisme primer seperti karbohidrat, protein, lemak yang digunakan oleh tumbuhan itu sendiri untuk pertumbuhannya, maupun sebagai sumber metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, steroid atau terpenoid, saponin dan tanin. Metabolit sekunder merupakan senyawa

kimia yang memiliki kemampuan aktif biologis dan berfungsi melawan lingkungan yang merugikan seperti suhu iklim, hama dan penyakit tumbuhan serta dapat juga digunakan untuk mengobati berbagai penyakit pada manusia (Novriyanti dkk., 2022).

Perubahan gaya hidup masyarakat *modern* yang cenderung tidak sehat dan juga tingkat stres menyebabkan meningkatnya penyakit degeneratif. Salah satu pemicu adalah stres oksidatif. Ketidakseimbangan antara radikal bebas dan antioksidan di dalam tubuh menimbulkan berbagai macam penyakit seperti diabetes, hipertensi, kolesterol, kanker, asma dan katarak. Antioksidan senyawa yang menghambat dan mencegah terjadinya proses oksidasi dengan cara menghentikan reaksi radikal bebas (Nastiti, 2021).

*Olae* (*Etlingera calophrys*) merupakan tumbuhan endemik di Sulawesi Tenggara, Indonesia yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi (Sahidin dkk., 2022). Masyarakat Desa Totombe Jaya, Kecamatan Sampara, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara memanfaatkan buah *olae* ini juga sebagai bumbu masakan dan dikonsumsi secara langsung. Penggunaan ini secara langsung tentunya perlu didukung oleh data dalam dunia kesehatan terkait efek yang diberikan di dalam tubuh setelah mengonsumsi buah tersebut. Data tersebut nantinya akan menambah pengetahuan mengenai buah *olae*.

Penelitian terdahulu melaporkan bahwa daun, rimpang dan batang dari spesies *Etlingera* mengandung golongan senyawa aktif seperti polifenol, alkaloid, saponin, steroid, flavonoid, fitosterol dan minyak atsiri (Megawati dkk., 2021). Beberapa senyawa utama yang sering menjadi fokus kajian karena peran pentingnya terhadap aktivitas biologis yaitu *cis-vaccenic acid*, *gingerol*, dan *phthalic acid di(2-propylpentyl) ester* (Tee dkk., 2025). Spesies *Etlingera* juga dilaporkan memiliki beragam aktivitas biologis seperti antioksidan, antimikroba, penghambat hiperpigmentasi, dan antikanker (Sahidin dkk., 2022). Ekstrak batang *E. calophrys* dilaporkan memiliki potensi sebagai agen antiradikal yang berperan dalam pengembangan agen antioksidan alami (Sahidin dkk., 2018) sedangkan ekstrak rimpangnya menunjukkan efek hepatoprotektif melalui penurunan SGOT, SGPT, dan ALP yang diduga melibatkan aktivitas antioksidan serta kandungan flavonoid dan fenolik (Idrus dkk., 2023). Meskipun demikian, hingga kini belum terdapat laporan ilmiah mengenai kandungan kimia maupun aktivitas antioksidan dari bagian biji dan perikarp buah *olae*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengungkap potensi bioaktif yang terdapat pada bagian tersebut.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Sampel buah *E. calophrys* diperoleh dari Desa Totombe Jaya, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara, yang menjadi objek penelitian yaitu biji dan perikarp buah, air, pereaksi *Meyer*, larutan  $\text{FeCl}_3$  1% dan 5 %, pereaksi *Libermann Buchard*, HCl pekat, Magnesium (Mg), asam askorbat, DPPH, etanol, air laut, benur udang *A. salina* Leach, bibit ragi (Fermipan®), metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) dan kalium dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ).

### Pembuatan Infusa *Etlingera calophrys*

Bagian tumbuhan yang diambil yaitu biji dan perikarp buah. Sampel yang diperoleh dibersihkan kemudian dipisahkan biji dan perikarp buahnya. Kedua sampel dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $40^\circ\text{C}$ . Sampel yang telah kering dihaluskan hingga menjadi serbuk kemudian diayak menggunakan ayakan 20 *mesh* (Megawati dkk., 2021). Bubuk biji dan perikarp buah *E. calophrys* ditimbang sebanyak 10 gram, lalu dimasukkan ke dalam penangas air dan dipanaskan selama 15 menit sampai mencapai suhu  $90^\circ\text{C}$ . Aduk kemudian disaring menggunakan kain flanel.

### Uji Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mendeteksi adanya senyawa golongan metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak dan fraksi. Penapisan fitokimia dilakukan dengan metode *phytochemical screening of plants*. Uji analisis senyawa alkaloid dilakukan dengan 2 mL infusa ditambahkan 2 tetes pereaksi *Mayer*. Uji analisis senyawa flavonoid dilakukan dengan 2 mL infusa ditambahkan 2 mg serbuk Mg dan 3 tetes HCl pekat pada ekstrak. Uji analisis saponin dilakukan dengan cara 2 mL infusa dikocok dengan kuat. Uji analisis senyawa steroid dilakukan dengan cara 2 mL infusa ditambahkan 3 tetes pereaksi *Libermann Buchard*. Uji fenolik dilakukan dengan cara 2 mL infusa diteteskan larutan  $\text{FeCl}_3$  5% (Megawati dkk., 2021). Uji analisis senyawa tanin dilakukan dengan cara infusa ditambahkan 2 tetes  $\text{FeCl}_3$  1% (Agustina dkk., 2016).

### Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian antioksidan dilakukan dengan 6 sampel infusa yang telah di buat masing-masing 4,00 g/100 mL, 2,00 g/100 mL, 1,00 g/100 mL, 0,50 g/100 mL, 0,25 g/100 mL dan 0,10 g/100 mL, kemudian diambil masing-masing infusa sebanyak 750  $\mu\text{L}$  dan dimasukkan kedalam

kuvet. Selanjutnya ditambahkan 750  $\mu$ L larutan DPPH, kemudian divortex dan diinkubasi selama 15 menit. Selanjutnya diukur absorbansi sampel pada panjang gelombang 517 nm.

Kontrol positif yang digunakan yaitu asam askorbat. Pembuatan larutan kontrol positif dilakukan dengan cara sebanyak 0,5 mg asam askorbat yang telah ditimbang dengan seksama dimasukkan ke dalam 750  $\mu$ L larutan DPPH (0,02 mM) di dalam tabung reaksi. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 15 menit dalam kondisi gelap pada suhu ruang. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 517 nm dengan menggunakan blanko sampel dan pelarut etanol sebagai pembanding. Aktivitas antioksidan dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\% \text{ Aktivitas penangkapan (\%SA)} = [(A_k - A_s) / (A_k) \times 100]$$

Keterangan:  $A_k$  = Absorbansi kontrol

$A_s$  = Absorbansi sampel

### Uji Toksisitas Akut

Uji toksisitas akut dilakukan dengan menggunakan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). Variasi konsentrasi sampel yang digunakan adalah 4,00 g/100 mL, 2,00 g/100 mL, 1,00 g/100 mL, 0,50 g/100 mL, 0,25 g/100 mL dan 0,10 g/100 mL. Kontrol positif yang digunakan yaitu kalium dikromat. Sampel yang digunakan adalah ekstrak infusa.  $LC_{50}$  ekstrak infusa akan dihitung menggunakan analisis probit antara variasi dosis ekstrak dan jumlah kematian larva *A. salina* dengan menggunakan Minitab®ver17.1.2 (berlisensi). Persentase kematian (*% mortalitas*) dihitung menggunakan persamaan 3.2 (Fristiohady dkk., 2020).

$$\text{Persentase kematian (\%)} = \frac{\text{Total larva} - \text{Jumlah larva hidup}}{\text{Total Larva}} \times 100\%$$

### Analisis Data

Data hasil pengujian diperoleh dalam tiga kali pengulangan (triplikasi) dan disajikan sebagai nilai rata-rata  $\pm$  simpangan baku (SD). Analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*, *Minitab*, dan *GraphPad Prism 5*. Perbedaan antar kelompok dianalisis dengan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji *Tukey* pada tingkat signifikansi  $p < 0,05$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Infusa *Etlingera calophrys*

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa biji dan perikarp buah *E. calophrys*. Setelah proses pengambilan, sampel diolah melalui tahapan sortasi basah, pencucian, dan pengeringan. Sortasi basah dilakukan untuk memisahkan kotoran serta bagian yang tidak diperlukan, sedangkan pencucian bertujuan menghilangkan sisa tanah dan pengotor lain menggunakan air bersih. Sebelum tahap pengeringan, biji dipisahkan dari perikarp buah. Pengeringan dilakukan menggunakan oven pada suhu 40°C untuk mencegah degradasi senyawa aktif yang terkandung dalam simplisia. Hal ini sejalan dengan penelitian Warnis dkk. (2020) yang melaporkan bahwa suhu pengeringan tinggi dapat merusak kandungan senyawa dalam bahan simplisia. Proses pengeringan juga berfungsi menurunkan kadar air guna menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama (Yamin dkk., 2017).

Biji dan perikarp buah *E. calophrys* dikeringkan selama sembilan hari, menyesuaikan dengan tekstur biji yang lengket serta perikarp yang tebal dan berserat. Setelah kering, simplisia digiling menggunakan blender dan diayak hingga diperoleh serbuk halus yang siap digunakan untuk pembuatan infusa. Susut pengeringan adalah persentase pengurangan berat simplisia yang telah dikeringkan, dengan standar maksimal tidak lebih dari 10% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017).

Penetapan susut pengeringan memberikan gambaran mengenai batas maksimal atau kisaran kehilangan komponen selama proses pengeringan. Parameter ini tidak hanya mencerminkan jumlah air yang menguap, tetapi juga kehilangan senyawa volatil lain seperti minyak esensial atau minyak atsiri (Handayani dkk., 2017). Nilai susut pengeringan diperoleh dengan mengurangi bobot sampel setelah pengeringan dari bobot sampel sebelum pengeringan. Berdasarkan hasil yang tercantum pada Tabel 1, susut pengeringan biji *E. calophrys* sebesar 53,3%, sedangkan perikarp buah mencapai 67,9%.

Tabel 1. Susut pengeringan simplisia *E. calophrys*

Sampel	Berat sampel basah	Berat sampel kering	Susut pengeringan
Biji <i>E. calophrys</i>	452 gram	211 gram	53,3 %
Perikarp buah <i>E. calophrys</i>	821 gram	263 gram	67,9%

Ekstraksi yang digunakan yaitu metode ekstraksi infundasi untuk didapatkan ekstrak infusa. Metode infundasi digunakan untuk menarik komponen senyawa yang terdapat pada biji dan perikarp *E. calophrys*. Infusa merupakan sediaan cair yang diperoleh melalui ekstraksi simplisia menggunakan pelarut air pada suhu 90°C selama 15 menit. Metode ini menggunakan

pelarut polar yaitu air yang efektif untuk mengekstraksi senyawa polar seperti flavonoid dan fenolik. Dua golongan senyawa ini dikenal luas memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Prinsip kesesuaian kepolaran antara pelarut dan senyawa aktif menyebabkan senyawa polar lebih mudah larut dalam pelarut dengan kepolaran serupa.

Metode ekstraksi infudasi memiliki beberapa keunggulan, diantaranya lebih sederhana, ekonomis, serta aplikatif bagi masyarakat. Selain itu, metode ini dipilih karena proses pembuatannya menyerupai cara tradisional yang telah lama digunakan masyarakat untuk pengolahan obat herbal (Dalimartha, 2014). Secara tradisional, proses perebusan sering digunakan, tetapi metode tersebut tidak direkomendasikan dalam penelitian karena suhu mendidih (100°C) berpotensi merusak senyawa aktif pada tumbuhan (Departemen Republik Indonesia, 2008).

### Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia merupakan salah satu metode untuk mengetahui komponen senyawa dari ekstrak tumbuhan. Skrining fitokimia umumnya menggunakan reagen pendeteksi kelompok senyawa seperti flavonoid, alkaloid, tanin saponin dan terpenoid (Putri dan Lubis, 2020). Skrining fitokimia dilakukan terhadap sampel ekstrak bertujuan untuk mengetahui komponen zat aktif fitokimia yang berperan dalam berbagai aktivitas farmakologi. Hasil uji skrining infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji skrining fitokimia infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys*

Metabolit Sekunder	Indikasi Positif (Megawati dkk., 2021)	Jaringan	
		Biji	Perikarp
Alkaloid	Terbentuknya endapan putih kekuningan	<b>Positif</b>	Negatif
Flavonoid	Terbentuk warna merah, kuning atau jingga	Negatif	Negatif
Steroid	Berwarna hijau atau biru	Negatif	Negatif
Saponin	Muncul busa dengan ketinggian 1-3 cm bertahan 15 menit	Negatif	Negatif
Tanin	Berwarna biru kehitaman atau hijau kehitaman	Negatif	<b>Positif</b>
Fenolik	Berwarna hijau, merah, ungu, biru atau hitam	<b>Positif</b>	<b>Positif</b>

Identifikasi senyawa alkaloid pada biji *E. calophrys* menunjukkan adanya kandungan alkaloid yang ditandai dengan adanya endapan berwarna putih kekuningan setelah diberikan pereaksi Mayer. Endapan terbentuk karena nitrogen pada alkaloid akan bereaksi dengan ion logam  $K^+$  dari kalium tetraiodomerkurat (II) membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap (Wardhani dan Supartono, 2015). Sementara pada perikarp buah *E. calophrys* tidak terdapat senyawa alkaloid. Hasil ini sama dengan penelitian Megawati dkk. (2021) yang melakukan uji alkaloid pada buah *E. calophrys* yang mana hasilnya negatif.

Hasil identifikasi senyawa flavonoid pada biji dan perikarp buah *E. calophrys* menunjukkan tidak adanya senyawa flavonoid. Hal ini ditandai dengan tidak adanya perubahan warna menjadi warna merah, kuning atau jingga pada infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* setelah ditambahkan serbuk Mg dan HCl pekat. Hasil ini tidak sama dengan penelitian Megawati dkk. (2021) yang mana pada penelitiannya buah *E. calophrys* positif flavonoid. Perbedaan hasil ini dipengaruhi oleh perbedaan sampel yang digunakan dan perbedaan waktu ekstraksi (Megawati dkk., 2021). Selain itu Noviyanty dkk. (2019) menyatakan infusa tidak menghasilkan flavonoid karena hanya dipanaskan selama 15 menit sehingga senyawa flavonoid belum tertarik oleh pelarut.

Identifikasi senyawa steroid pada biji dan perikarp buah *E. calophrys* menunjukkan tidak adanya senyawa steroid, ditandai dengan tidak adanya perubahan warna infusa menjadi berwarna hijau atau biru setelah ditambahkan pereaksi *Liebermann Buchard*. Tidak terdapatnya senyawa steroid disebabkan oleh perbedaan tingkat kepolaran yang mana infusa menggunakan pelarut polar yaitu air sehingga sulit untuk menarik senyawa steroid yang bersifat non polar. Menurut Ensamory dkk. (2017), senyawa dengan tingkat kepolaran yang serupa cenderung lebih mudah larut dalam pelarut yang memiliki kepolaran sebanding.

Hasil identifikasi senyawa saponin biji dan perikarp buah *E. calophrys* menunjukkan negatif saponin, ditandai dengan tidak munculnya busa dengan ketinggian 1-3 cm yang bertahan selama 15 menit. Hasil ini berbeda dengan penelitian Megawati dkk. (2021) yang pada pengujian buah *E. calophrys* positif saponin. Perbedaan hasil ini dikarenakan perbedaan ekstrak yang mana penelitian Megawati dkk. (2021) menggunakan pelarut metanol sedangkan penelitian ini menggunakan pelarut air. Selain itu, Supriatna (2019) menjelaskan bahwa variasi kandungan metabolit sekunder dipengaruhi oleh perbedaan kondisi lingkungan dan lokasi tumbuh, seperti intensitas cahaya, ketersediaan unsur hara, komposisi medium, perbedaan morfologi, jenis jaringan tumbuhan yang digunakan, serta aktivitas biosintesisnya.

Identifikasi senyawa tanin pada biji *E. calophrys* menunjukkan tidak adanya senyawa tanin, yang ditandai dengan terbentuknya warna biru kehitaman atau hijau kehitaman. Sedangkan pada perikarp buah *E. calophrys* terbentuk warna hijau kehitaman setelah ditambahkan  $\text{FeCl}_3$  1%. Terbentuknya warna hijau kehitaman pada ekstrak disebabkan oleh tanin yang bereaksi dengan ion  $\text{Fe}^{3+}$  membentuk senyawa kompleks (Kusumo dkk., 2022). Sedangkan tumbuhan yang masih satu genus yaitu *E. elatior* pada penelitian Isyanti dkk. (2019) yang pada pengujiannya menunjukkan bahwa buah *E. elatior* mengandung senyawa tanin.

Hasil identifikasi senyawa fenolik pada biji dan perikarp buah *E. calophrys* menunjukkan adanya kandungan fenolik. Hal ini dikarenakan terbentuknya warna hijau pada

infusa setelah ditetaskan larutan  $\text{FeCl}_3$  5%. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Megawati dkk. (2022) yang mana pada penelitiannya buah *E. calophrys* mengandung fenolik. Peristiwa tersebut terjadi akibat reaksi antara  $\text{FeCl}_3$  dan sampel tumbuhan yang menghasilkan perubahan warna pada pengujian ini yang mana ion  $\text{FeCl}_3$  berperan melalui proses hibridisasi (Manonko dkk., 2020).

Senyawa fenolik dan tanin memiliki fungsi sebagai antioksidan. Senyawa antioksidan alami dapat ditemukan pada semua bagian tanaman. Peran antioksidan adalah untuk mencegah pembentukan dan memecah radikal bebas sehingga kerusakan jaringan bisa dihindari. Selain berperan sebagai antioksidan, fenolik memiliki kemampuan sebagai antidiabetes, antikanker, antiinflamasi dan antiparasit (Gunes-Bayir dkk., 2017).

### Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan bertujuan untuk mengetahui senyawa antioksidan pada suatu sampel. Antioksidan merupakan zat yang mampu menghentikan proses oksidasi dengan menangkap radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif, sehingga dapat mencegah kerusakan sel (Astuti dkk., 2015). Pengamatan aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Metode DPPH adalah cara untuk mengukur kemampuan sampel dalam menetralkan radikal bebas dari senyawa 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, sebagai indikator antioksidan kemudian diukur pada spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm (Astuti dkk., 2015). Pemilihan panjang gelombang 517 nm didasarkan pada fakta bahwa DPPH memiliki daya serap maksimum pada panjang gelombang tersebut (Frelinsia dkk., 2020). Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* memiliki aktivitas antioksidan yang dapat dilihat pada Tabel 3 yang aktivitasnya diamati pada nilai  $\text{SC}_{50}$  terhadap konsentrasi biji dan perikarp buah *E. calophrys* 0,10 hingga 4,00 g/100 mL dan kontrol positif asam askorbat dengan konsentrasi 0,8  $\mu\text{g/mL}$  hingga 100  $\mu\text{g/mL}$ .

Tabel 3. Aktivitas penangkapan radikal DPPH oleh ekstrak infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* dengan kontrol positif asam askorbat

Sampel	Konsentrasi	%RSA, rata-rata $\pm$ SD, n = 3	$\text{SC}_{50}$
Infusa biji <i>E. calophrys</i>	0,10	54,36 $\pm$ 8,6 <sup>abc</sup>	0,05 g/100 mL
	0,25	75,23 $\pm$ 8,8	
	0,50	81,47 $\pm$ 5,1	
	1,00	87,13 $\pm$ 2,6 <sup>f</sup>	
	2,00	92,72 $\pm$ 1,7 <sup>f</sup>	
	4,00	94,58 $\pm$ 2,1 <sup>f</sup>	
Infusa perikarp <i>E. calophrys</i>	0,10	64,04 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	0,04 g/100 mL
	0,25	77,33 $\pm$ 2,0	
	0,50	81,67 $\pm$ 3,2	
	1,00	86,79 $\pm$ 1,5	



	2,00	91,80 ± 1,3	
	4,00	95,71 ± 1,5 <sup>f</sup>	
Asam askorbat	0,8	5,96 ± 4,7	
	1,6	9,60 ± 3,0	
	3,1	22,35 ± 9,8	3,9 µg/mL
	6,3	91,71 ± 5,5	
	12,5	95,66 ± 0,9	
	25	96,03 ± 0,5	
	50	96,57 ± 0,5	
	100	97,11 ± 0,5	

Keterangan: %RSA = persentase aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH (*radical scavenging activity*); SC<sub>50</sub> = konsentrasi penangkapan 50% radikal (50% *radical scavenging activity*); <sup>a</sup>Nilai berbeda signifikan dibandingkan ekstrak konsentrasi 4,00 g/100 mL; <sup>b</sup>Nilai berbeda signifikan dibandingkan ekstrak konsentrasi 2,00 g/100 mL; <sup>c</sup>Nilai berbeda signifikan dibandingkan ekstrak konsentrasi 1,00 g/100 mL; <sup>d</sup>Nilai berbeda signifikan dibandingkan ekstrak konsentrasi 0,50 g/100 mL; <sup>e</sup>Nilai berbeda signifikan dibandingkan ekstrak konsentrasi 0,25 g/100 mL; <sup>f</sup>Nilai berbeda signifikan dibandingkan ekstrak konsentrasi 0,10 g/100 mL.

SC<sub>50</sub> (*scavenging concentration*) merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang mampu meredam aktivitas radikal sebesar 50%. SC<sub>50</sub> atau kemampuan antioksidan untuk menghilangkan radikal bebas sebesar 50%, parameter ini digunakan untuk mengukur seberapa efektif suatu senyawa dalam menetralkan radikal bebas. Semakin rendah nilai SC<sub>50</sub>, maka aktivitas antioksidan suatu sampel semakin tinggi (Musnina dkk., 2022). Berdasarkan Tabel 3 ekstrak infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* menunjukkan adanya aktivitas antioksidan masuk dalam kategori sangat kuat dengan nilai SC<sub>50</sub> biji yaitu 0,05 g/100 mL dan nilai SC<sub>50</sub> perikarp 0,04 g/100 mL. Namun, aktivitas antioksidan ini lebih lemah jika dibandingkan dengan asam askorbat sebagai pembanding dengan nilai SC<sub>50</sub> 3,9 µg/mL.

Suatu senyawa dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat apabila nilai SC<sub>50</sub> kurang dari 50 µg/mL, tergolong kuat pada kisaran 50-100 µg/mL, sedang pada 101-150 µg/mL dan termasuk lemah apabila bernilai 151-200 µg/mL (Nazmy dkk., 2015). Penelitian ini membandingkan tumbuhan yang masih satu genus, hasil penelitian Jabbar dkk. (2019) yang menyatakan buah, daun, batang dan rimpang *Etlingera elatior* memiliki aktivitas antioksidan yang potensial yang mana *E. elatior* merupakan salah satu tanaman dari famili *Zingiberaceae* juga.

Data pemeriksaan fitokimia pada Tabel 2 terdapat senyawa fenolik yang diduga senyawa inilah yang memberikan aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Senyawa fenolik merupakan golongan senyawa terbesar yang berfungsi sebagai antioksidan alami pada tumbuhan. Kemampuannya menyumbangkan atom hidrogen memungkinkan senyawa ini mereduksi radikal bebas DPPH menjadi bentuk yang lebih stabil (Hasan dkk., 2022). Pada penelitian Sahidin dkk., (2018) ditemukan senyawa *Yakucinone A* yang memiliki struktur fenolik yang dapat berkontribusi pada sifat antioksidan. *Yakuchinone A* melindungi sel dari

kerusakan sementara senyawa fenolik dalam strukturnya membantu dalam menangkal radikal bebas (Hamsidi dkk., 2024).

Biji *E. calophrys* mengandung senyawa alkaloid yang berperan sebagai antioksidan karena memiliki atom nitrogen dalam strukturnya. Atom nitrogen tersebut mengandung elektron bebas yang mampu menetralkan aktivitas radikal bebas (Hasan dkk., 2022). Pada perikarp buah *E. calophrys* juga ditemukan senyawa tanin yaitu senyawa polifenol yang diketahui memiliki kemampuan dalam menangkap radikal bebas (Wulandari dkk., 2013). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biji dan perikarp buah *E. calophrys* dapat digunakan sebagai antioksidan alami. Kontrol positif digunakan asam askorbat karena telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Genus *Etlintera* mengandung berbagai senyawa yang memiliki potensi sebagai antioksidan, termasuk flavonoid, polifenol, dan minyak atsiri. Senyawa-senyawa ini berperan dalam melindungi sel dari kerusakan oksidatif dengan menangkap radikal bebas (Widyastuti dan Sudarsono, 2019). Senyawa dominan pada genus *Etlintera* yang banyak ditemukan adalah senyawa 1,8-cineol termasuk dalam kelompok monoterpenoid. Senyawa 1,8-cineol merupakan komponen minyak atsiri yang tergolong dalam kelompok hidrokarbon teroksigenasi. Senyawa ini memiliki aroma segar dan tajam, serta menunjukkan berbagai aktivitas biologis, termasuk sebagai antikejang, antikanker, antibakteri, anti-inflamasi dan antioksidan (Rosmalina dkk., 2019).

### Uji Toksisitas Akut

Uji toksisitas bertujuan untuk mengidentifikasi efek toksik pada satu zat terhadap sistem biologis dan untuk memperoleh data dosis-respon dari sampel yang diuji (Nuralifah dkk., 2021). Salah satu metode yang umum digunakan pada pengujian toksisitas akut ini adalah metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) terhadap larva *Artemia salina* Leach. Prinsip metode pengujian BSLT berdasarkan senyawa aktif dan sifat toksiknya yang dapat membunuh larva udang *A. salina* sebagai hewan uji (Rosa dkk., 2020). Metode ini merupakan sebuah tes awal untuk menilai aktivitas biologis dan menentukan toksisitas akut atau ekstrak dalam jangka waktu pendek (Risa dkk, 2016). Penggunaan larva *A. salina* dalam uji toksisitas, dianggap memiliki korelasi dengan potensi sitotoksik senyawa antikanker. Larva *A. salina* juga memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap berbagai senyawa kimia (Retno dan Surahmida, 2022). Tingkat kematian larva pada konsentrasi tertentu memberikan informasi tentang sifat sitotoksik, sehingga uji ini sering digunakan dalam pencarian awal senyawa antikanker.

Metode ini dianggap cepat, sederhana, dan ekonomis. Larva *A. salina* yang berumur 48 jam dipilih karena memiliki saluran pencernaan yang sudah matang dan sensitif terhadap zat yang diuji, serta mirip dengan sel kanker yang mengalami pembelahan mitosis (Fauzy dan Febri, 2021). Kontrol positif pada pengujian ini adalah kalium dikromat karena memiliki sifat sitotoksik. Selain itu kalium dikromat juga dapat larut terhadap etanol dan air. Kalium dikromat sering digunakan sebagai pembanding toksisitas, karena dapat menyebabkan perubahan struktur jaringan pada organ hewan uji (Sanchez dkk., 2021). Kalium dikromat dipilih karena tingkat toksisitasnya yang lebih tinggi dari pereaksi kimia lainnya.

Uji toksisitas dilakukan dengan dimasukkan 10 hingga 15 ekor larva udang ke dalam *microplate 96-wells* yang telah ditambahkan ekstrak dengan konsentrasi sampel 0,10 g/100 mL sampai 4,00 g/100 mL dan kalium dikromat dengan konsentrasi 20  $\mu\text{g/mL}$  sampai 2000  $\mu\text{g/mL}$  yang dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali. Untuk melihat hubungan peningkatan konsentrasi terhadap tingkat mortalitas larva uji digunakan analisis probit dengan aplikasi Minitab ver.17.2.1 (berlisensi). Hasil  $\text{LC}_{50}$  dapat dilihat pada Tabel 4, semakin tinggi konsentrasi sampel dan kalium dikromat semakin tinggi pula kematian pada larva udang *A. salina*.

Tabel 4. Hasil uji toksisitas akut ekstrak infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys*.

Sampel	Konsentrasi (g/100mL)	Rata-rata %Mortalitas	$\text{LC}_{50}$ (g/100mL) (rata-rata, $n = 6$ )	Keterangan
Ekstrak infusa biji <i>E. calophrys</i>	0,10	8,96	1740	Tidak Toksik
	0,25	88,0		
	0,50	100,0		
	1,00	100,0		
	2,00	100,0		
	4,00	100,0		
Ekstrak infusa perikarp buah <i>E. calophrys</i>	0,10	33,4	2510	Tidak Toksik
	0,25	54,9		
	0,50	70,6		
	1,00	100,0		
	2,00	100,0		
	4,00	100,0		
Kontrol positif (Kalium Dikromat)	20	63,35	8,42	Toksik
	200	100,0		
	2000	100,0		

Nilai  $LC_{50}$  (*Lethal concentration 50*) digunakan untuk menunjukkan tingkat efek toksik suatu senyawa, maka dapat juga diperkirakan potensinya sebagai antikanker.  $LC_{50}$  merupakan kadar senyawa kimia dalam air yang menyebabkan kematian 50% pada hewan uji *A. salina*. Nilai  $LC_{50}$  yang semakin rendah menunjukkan efek toksik yang semakin tinggi. Dapat dilihat pada Tabel 4, ekstrak infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* menunjukkan hasil tidak toksik dengan nilai  $LC_{50}$  sebesar 1740 g/mL untuk biji dan nilai  $LC_{50}$  perikarp buah sebesar 2510 g/mL, jika dibandingkan dengan kontrol positif kalium dikromat yang toksik dengan nilai  $LC_{50}$  8,42  $\mu$ g/mL. Sejalan dengan Meyer dkk. (1982) menyatakan bahwa suatu ekstrak tidak toksik apabila dapat menyebabkan kematian pada 50% *A. salina* pada konsentrasi >1000. Dari hasil juga dapat dilihat bahwa mortalitas 100% pada sampel biji dari konsentrasi 0,50 g/100 mL sampai 4,00 g/100 mL dan pada sampel perikarp buah dari konsentrasi 1,00 g/100 mL sampai 4,00 g/100 mL ini terjadi karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka semakin banyak kandungan senyawa kimia di dalamnya (Retno dan Surahmida, 2022). Tidak toksiknya sampel, sejalan dengan hasil skrining fitokimia pada Tabel 2 yang menunjukkan tidak adanya senyawa flavonoid yang juga berperan sebagai *stomach poisoning* (racun perut) pada larva. Flavonoid mempunyai sifat toksik yang kuat sehingga memiliki aktivitas antioksidan dan antikanker. Flavonoid menghambat pertumbuhan larva dengan cara menghambat transduksi sinyal ke inti melalui inhibisi protein kinase. Penelitian ini membandingkan toksisitas dengan tumbuhan yang masih satu genus yaitu *Etlintera elatior* pada peneltian Leorita dkk. (2018) yang menyatakan bahwa uji toksisitas ekstrak etanol buah, daun, batang dan rimpang Wualae (*E. elatior*) masuk kategori sedikit toksik.

## KESIMPULAN

Senyawa fitokimia yang terkandung dalam infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* melalui uji skrining fitokimia yaitu biji *E. calophrys* terdapat senyawa alkaloid dan fenolik sedangkan perikarp buah terdapat senyawa tanin dan fenolik. Aktivitas antioksidan dari infusa biji dan perikarp buah *olae E. calophrys* dengan menggunakan metode DPPH menunjukkan aktivitas sangat kuat dengan nilai  $SC_{50}$  infusa biji sebesar 0,05 g/100 mL dan nilai  $SC_{50}$  infusa perikarp buah sebesar 0,04 g/100 mL. Toksisitas akut dari infusa biji dan perikarp buah *E. calophrys* dengan menggunakan metode BSLT tidak menunjukkan adanya toksisitas dengan nilai  $LC_{50}$  biji 1740 g/100 mL dan  $LC_{50}$  perikarp 2510 g/100 mL.

## UCAPAN TERIMA KASIH (Acknowledgment)

Terima kasih kepada Universitas Sembilanbelas November Kolaka atas dukungan fasilitas yang diberikan di Laboratorium Biologi dan Kimia Program Studi Farmasi Fakultas Sains dan Teknologi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., Ruslan., Wiraningtyas, A. (2016). Skrining Fitokimia Tanaman Obat di Kabupaten Bima. *Cakra Kimia Indonesian E-Journal Of Applied Chemistry*, 4(1): 71–76.
- Astuti Amin, Jeanny Wunas, Yuniven Merina Amin. (2015). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Klika Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br) dengan Metode DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(2):111-114.
- Dalimartha, S. (2014). *Tumbuhan Sakti Atasi Asam Urat*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2008). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi I*. Depkes RI. Jakarta
- Ensamory, Maria Loretha. (2017). Antijamur Infusa Kulit Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) terhadap *Aspergillus niger* EMP1 U2. *Jurnal Labora Medika*, 1(2): 6-13.
- Fristiohady, A., Leorita, M., Malik, F., Thamrin, A. S. W., Muhammad Ilyas, Y., Wahyuni, Purnama, L. O. M. J., Sahidin, I. (2021). Pancreatic Histological Profile on the Efficacy of Extract of *Etlingera calophrys* K. Schum A.D. Poulsen Stem against Streptozotocin-Induced Diabetes in Diabetic Model Rats. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(2): 9209–9217.
- Gunes-Bayir, A., Kiziltan, H. S., Kocyigit, A., Guler, E. M., Karatas, E., & Toprak, A. (2017). Effects of Natural Phenolic Compound Carvacrol on the Human Gastric aAdenocarcinoma (AGS) Cells in Vitro. *Anti Center Drugs*, 28(5): 522-530.
- Hamsidi, R., Daud, N.S., Malaka, M.H. and Yodha, A.W.M. (2024). Chemotaxonomy in the *Etlingera* ganus from Sulawesi, Indonesia: Design and molecular docking of Antioxidant marker. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(2):449-457.
- Handayani, S., Wirasutisna, K.R., Insanu, M. (2017). Penapisan Fitokimia dan Karakteristik Simplisia Daun Jambu Mawar (*Syzygium jambo* Alston). *Jurnal Farmasi UIN Alauddin Makassar*, 5(3).
- Hasan, H., Thomas, N. A., Hiola, F., Ramadhani, F. N., Ibrahim, A. S. (2022). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode 1,1-diphenyl-2 picrylhidrazyl (DPPH). *Indonesia Journal Of Pharmaceutical Education*, 2(1): 67-73.
- Idrus, L. S., Fristiohady, A., Arfan, Jannah, S. R. N., Anwar, I., Sida, N. A., Wahyuni, Sahidin, I., Yodha, A. W. M. (2023). Potensi Hepatoprotektor dan Antioksidan dari Rimpang

- Olae (*Etlingera calophrys* (K. Schum) A. D. Poulsen). *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2): 475-483.
- Isyanti, M., Andarwulan, N. and Faridah, D.N. (2019). Karakteristik Fisik dan Fitokimia Buah Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) RM Sm). *Warta IHP*, 36(2): 96-105.
- Jabbar, A., Wahyuni, W., Malaka, M.H. and Apriliani, A.(2019). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Buah, Daun, Batang dan Rimpang pada Tanaman Wualae (*Etlingera elatior* (Jack) RM Smith). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 5(2): 189-197.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. Kemenkes RI. Jakarta.
- Kusumo, D.W., Susanti, S. and Ningrum, E.K. (2022). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder pada Ekstrak Etanol Bunga Pepaya (*Carica papaya* L.). *JCPS Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, 5(2):478-483.
- Leorita, M., Mardikasari, S.A., Wahyuni, W., Malaka, M.H., Sartinah, A. and Sahidin, S. (2018). Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah, Daun, Batang dan Rimpang Tanaman Wualae (*Etlingera elatior* (Jack) RM Smith). *Jurnal Farmasi Sains dan Kesehatan*, 4:9-17.
- Manongko, P. S., Sangi, M. S., Momuat, L. I. (2020). Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal MIPA*, 9(2):64-69.
- Megawati, Baari, M.J., Sabandar, C.W. (2021). Uji Toksisitas Ekstrak Metanol *Etlingera calophrys* dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* BSLT. BioWallacea. *Jurnal Penelitian Biologi Journal of Biological Research*, 8(2): 144-153.
- Meyer, B.N., Ferrighni, N.R., J.E., Jacobsen, L.B., D.E., McLaughlin, J.L. (1982). Brine Shrimp: a Convenient General Bioassay for Active Plant Constituent. *Plant Medica*, 45(5): 31-34.
- Musnina, W. O. S., Wulaisfan, R., Akhyar, J., Yuyun, Y.(2022). Antioxidant Potential of Organic Fraction of Turi Leaf Extract (*Sesbania grandiflora* L.) using DPPH Reagent. *Medula*, 9(2): 78.
- Nastiti, K., Noval, D. Kurniawati. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Kombinasi Infusa *Actinuscirpus grossus* dan Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*). *Jurnal Surya Medika*, 7(1): 115–122.
- Noviyanty, A., Salingkat, C. A., & Syamsiar, S. (2019). Pengaruh Jenis Pelarut terhadap Ekstraksi dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Riset Kimia*, 5(3):271-279.
- Novriyanti, R., Putri, N. E. K., Rijai, L.(2022). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Nipis *Citrus aurantifolia* menggunakan Metode DPPH. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 15: 165–170.
- Nuralifah, N., Parawansah, P., Nur, H. (2021). Uji Toksisitas Akut Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun Kacapiring (*Gardenia jasminoides* J.Ellis) terhadap Larva *Artemia salina*

- Leach* dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 1(2): 98–106.
- Putri, D.M. dan Lubis, S.S. (2020). Skrining Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Daun Kalayu (*Erioglossum rubiginosum* (Roxb.) Blum). *Amina*, 2(3): 120-125.
- Rosmalina, T., Endah, E.S. and Ridwan, Y.S. (2020). Validasi Metode Pengujian Senyawa 1,8-Sineol dalam Minyak Atsiri melalui Studi Kolaborasi antar Laboratorium. *Jurnal Stand*, 22:25.
- Sahidin, I., Wahyuni, Malaka, M. H., Jabbar, A., Imran, Manggau, M. A. (2018). Evaluation of Antiradical Scavenger Activity of Extract and Compounds from *Etlingera calophrys* stems. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(2): 238–241.
- Sahidin, I., Rahim, A. R., Arba, M., Yodha, A. W. M., Rahmatika, N. S., Sabandar, C. W., Hartati, R. (2022). Radical Scavenging and Antimicrobial Activities of Diarylheptanoids and Steroids from *Etlingera calophrys* rhizome. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 29: 100767.
- Sancheez, O. M. A., Gaytan, O. J. C., Gordillo, M. A. J., Prieto, G. F., Cabera, C. R. B. E. (2021). Toksisitas dan Teratogenitas pada Embrio Ikan Zebra *Danio resrio* yang terpapar Kromium. *Jurnal Akuatik Amerika Latin*, 49(2): 289-298.
- Supriatna, D., Mulyani, Y., Rostini, I. and Agung, M.U.K. (2019). Aktivitas Antioksidan, Kadar Total Flavonoid dan Fenol Ekstrak Metanol Kulit Batang Mangrove berdasarkan Stadia Pertumbuhannya. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(2):35-42.
- Tee, S. A., Alam, S., Sastyarina, Y., Yodha, A. W. M., Reymon, Setiawan, M. A., Musdalipah. (2025). Characterization of Essential Oils and Biological Activities of *Etlingera* spp. from Different Agroecology in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 26(4): 1653-1665.
- Wardhani, R.A.P. and Supartono, S. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) pada Bakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1).
- Warnis, M., Laksimita, A. A., Lilis, M., (2020). Pengaruh Suhu Pengeringan Simplisia terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleiferata* L.). *Seminar Nasional Kahuripan*. Universitas Kahuripan Kediri.
- Widyastuti, Y., Sudarsono, S. (2019). Profil Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Etlingera elatior*. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 8:107-114.
- Wulandari, M., Nora Idiawati, G. (2013). Aktivitas Antioksidan Ekstrak n-Heksana, Etil Asetat dan Metanol Kulit Buah Jeruk Sambal (*Citrus macrocarpa* Bunge). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2:2.
- Yamin, M, Ayu, D. F, Hamzah F. (2017). Lama Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan dan Mutu Teh Herbal Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.) *Jom Faperta*, 4:9-12.