

## A REVIEW: POTENSI TUMBUHAN-TUMBUHAN DI INDONESIA SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI

Muhammad Hasyim Ibroham<sup>1\*</sup>, Siti Jamilatun<sup>2</sup>, Ika Dyah Kumalasari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Department of Chemical Engineering, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191

[mh.ibroham@gmail.com](mailto:mh.ibroham@gmail.com)

### ABSTRAK

Indonesia memiliki banyak sekali jenis tumbuhan yang tersebar di seluruh Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Tumbuhan tersebut memiliki berbagai macam aktivitas, salah satunya adalah aktivitas antioksidan. Antioksidan adalah zat yang menetralkan senyawa radikal bebas dan mencegah oksidasi senyawa lain. Dalam artikel ulasan ini, kandungan total fenolik, kandungan flavonoid total, dan aktivitas antioksidan pada tanaman yang berbeda telah dirangkum. Metode ekstraksi dan metode-metode analitik untuk penentuan kapasitas antioksidan dan aktivitas antioksidan diulas secara ringkas. Tumbuhan-tumbuhan yang ada di Indonesia menunjukkan potensi tinggi sebagai bahan antioksidan alami.

**Kata kunci:** aktivitas antioksidan, kandungan total fenolik, kandungan total flavonoid

### ABSTRACT

*Indonesia has many types of plants that spread throughout Indonesia from Sabang to Merauke. These plants have various activities, one of which is antioxidant activity. Antioxidants are substances that neutralize free radical compounds and prevent the oxidation of other compounds. In this review article, the total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant activity in different plants have been summarized. Extraction methods and analytical methods for the determination of antioxidant capacity and antioxidant activity are briefly reviewed. Plants in Indonesia show high potential as natural antioxidants.*

**Keywords:** *antioxidant activity, total phenolic content, total flavonoid content*

### 1. PENDAHULUAN

Radikal bebas didefinisikan sebagai spesies molekul atau senyawa yang mampu berdiri sendiri yang mengandung elektron tidak berpasangan dalam orbital atom. Kehadiran elektron yang tidak berpasangan menyebabkan sifat-sifat umum tertentu yang dimiliki oleh sebagian besar radikal. Banyak radikal yang sangat reaktif karena tidak stabil. Mereka dapat menerima elektron dari molekul lain atau menyumbangkan elektron ke molekul lain (Aruoma, 1994; Bagchi K & Puri S, 1998; Cheeseman & Slater, 1993). Radikal bebas yang mengandung oksigen paling penting adalah radikal anion superoksida, radikal peroksinitrit, oksigen singlet, hidrogen peroksida, radikal oksida nitrat, hipoklorit,

dan radikal hidroksil. Radikal bebas yang mengandung oksigen ini adalah spesies yang sangat reaktif, mampu dalam nukleus, dan dalam membran sel untuk merusak molekul yang relevan secara biologis (Docampo University of Illinois Urbana Illinois (USA)), 1995; Rice-Evans, 1995; Sies & Jones, 2020; Young, 2001). Radikal bebas menyerang makromolekul penting yang menyebabkan kerusakan sel dan gangguan homeostatis. Lipid, asam nukleat, dan protein merupakan target utama radikal bebas yang mencakup semua jenis molekul dalam tubuh (McCord, 2000; Yin et al., 2017). Ada bukti sampel bahwa spesies oksigen/nitrogen reaktif yang dihasilkan dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kerusakan oksidatif yang

terkait dengan banyak penyakit degeneratif seperti aterosklerosis, penyakit jantung koroner, penuaan dan kanker (Finkel & Holbrook, 2000; Yin et al., 2017).

Antioksidan adalah molekul atau senyawa yang cukup stabil untuk mendonorkan elektron atau hidrogennya kepada molekul atau senyawa radikal bebas dan menetralkannya, sehingga mengurangi kemampuannya untuk melakukan reaksi berantai radikal bebas. Antioksidan ini menunda atau menghambat kerusakan sel terutama melalui sifat penangkal radikal bebasnya (Ames et al., 1993; Halliwell, 1995; Shenoy & Shirwaiker, 2002). Antioksidan ini aman dapat berinteraksi dengan radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai, dan mencegah radikal bebas merusak molekul vital. Selama metabolisme normal dalam tubuh, beberapa antioksidan diproduksi seperti glutathione, ubiquinol, dan asam urat (Shi et al., 1999).

Antioksidan lain ditemukan dalam bahan makanan. Meskipun ada beberapa sistem enzim dalam tubuh yang menangkap radikal bebas, namun mikronutrien utama (vitamin) antioksidan antara lain adalah vitamin E ( $\alpha$ -tocopherol), vitamin C (asam askorbat), dan  $\beta$ -karoten, ada juga beberapa senyawa metabolik sekunder seperti senyawa fenolik, senyawa flavonoid atau asam organik yang dapat kita peroleh dari tumbuh-tumbuhan (Cömert et al., 2020; Sies, 2019).

Tubuh tidak dapat memproduksi (antioksidan alami) mikronutrien dan senyawa metabolik sekunder ini, sehingga harus disediakan dalam makanan (rempah-rempah, buah-buahan dan sayuran). Antioksidan dari tumbuhan merupakan kelompok besar senyawa bioaktif yang terdiri dari flavonoid, senyawa fenolik, senyawa yang mengandung belerang, tanin, alkaloid, diterpen fenolik, dan vitamin (Charles D. J., 2013; Choi et al., 2014; Parthasarathy et al., 2008; Peter, K.V., 2001; Peter K.V., 2004; Srinivasan, 2014; Yesiloglu et al., 2013).

Indonesia sendiri memiliki keanekaragaman tumbuhan yang tinggi dan sebagian besar tersebar di kawasan

hutan tropis Indonesia. Masyarakat setempat umumnya memanfaatkan tumbuhan untuk menggantikan pengobatan modern dalam menjaga kesehatan dan mengobati penyakit berdasarkan pengetahuan empiris (Elfahmi et al., 2014; Hamzah et al., 2018, 2019, 2020). Sitotoksitas dan aktivitas antioksidan merupakan dua parameter penting yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan tumbuhan di bidang kesehatan, baik untuk pemeliharaan maupun pengobatan (ARBIASTUTIE et al., 2017; Piluzza et al., 2020).

## 2. Metode Ekstraksi dan Penentuan Kapasitas Antioksidan

Proses ekstraksi pada tumbuhan-tumbuhan yang dilaporkan menggunakan beberapa metode seperti maserasi, penyulingan untuk jenis atsiri, maupun infusi. Pada metode maserasi, terdapat 2 cara yang dilakukan yaitu maserasi dengan satu jenis pelarut polar kemudian difraksinasi untuk memperoleh fraksi polar, semi-polar dan non-polar, kemudian cara maserasi bertingkat yang diawali dengan maserasi menggunakan pelarut non-polar. Filtrat non-polar hasil maserasi dipisahkan dan residu maserasi dimaserasikan ulang menggunakan pelarut polar, sehingga diperoleh dua ekstrak non-polar dan polar tanpa proses fraksinasi (Li et al., 2008; Permadi et al., 2018).

Beberapa jenis tumbuhan yang mengandung komponen yang mudah menguap atau jenis atsiri lebih mudah proses ekstraksinya menggunakan metode penyulingana. Metode ini digunakan karena tidak membutuhkan pelarut organik untuk memisahkannya, sehingga lebih ekonomis prosesnya (Arrayyan et al., 2019; Barki et al., n.d.; Yi et al., 2019). Selain itu, beberapa tumbuhan mengandung senyawa yang mudah terlarut dalam air, lebih sering diekstraksi secara infusi atau didekok karena hanya perlu diseduh menggunakan air hangat atau panas. Temperatur air juga mempengaruhi kandungan senyawa yang diinfusi dan banyaknya yang terinfusi, karena beberapa senyawa sensitif terhadap temperature yang terlalu tinggi dan beberapa senyawa kurang efektif terlarut bila temperatur

rendah. Temperatur yang efektif pada beberapa tumbuhan untuk metode infusi terdapat pada rentang 80-100°C (Martins et al., 2015; Sun et al., 2017).

Kandungan fenolik total dan flavonoid total dari tumbuhan-tumbuhan yang dilaporkan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* untuk penentuan kandungan fenolik total dan untuk kandungan flavonoid total menggunakan  $AlCl_3$ .

Penentuan kandungan fenolik total: larutan sampel ditambahkan pada larutan reagen *Folin-Ciocalteu* (10%v/v) dan penginkubasian setelah penambahan larutan  $Na_2CO_3$  (7,5%b/v) pada temperatur ruang (Ikawa et al., 1988). Reagen *Folin-Ciocalteu* terdiri dari campuran asam heteropoli, asam fosfomolibdat dan fosfotungstat, di mana molibdenum dan tungsten berada dalam keadaan oksidasi logam 6+. Saat reaksi reduksi dengan zat pereduksi tertentu terjadi, terbentuk molibdenum-biru dan tungsten-biru, di mana rata-rata keadaan oksidasi logam adalah antara 5 dan 6 (Sánchez-Rangel et al., 2013; Toucher et al., 2000). Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 760-765nm, penggunaan asam galat sebagai standar untuk pembuatan kalibrasi kurva standar. Kandungan fenolik total merupakan rata-rata dari tiga pembacaan dan dinyatakan dalam mg setara asam galat (GAE)/g sampel (Ikawa et al., 1988).

Penentuan kandungan flavonoid total: aluminium klorida ( $AlCl_3$ ) 2% dalam metanol dicampur dengan volume yang sama dengan larutan sampel (0,01 atau 0,02 mg/ml). Pembacaan serapan pada 415 nm dilakukan setelah 10 menit terhadap blanko yang terdiri dari larutan sampel dalam metanol tanpa  $AlCl_3$  (Shraim et al., 2021). Prinsip metode kolorimetri aluminium klorida adalah aluminium klorida membentuk kompleks asam yang stabil dengan gugus keto C-4 dan gugus hidroksil C-3 atau C-5 dari flavon dan flavonol. Selain itu, aluminium klorida membentuk kompleks asam yang labil dengan gugus ortodihidroksil pada cincin A atau B dari flavonoid (Mabry et al., 1970). Kandungan flavonoid total ditentukan menggunakan kurva standar dengan

quercetin (0-50 mg/l) sebagai standar. Rata-rata dari tiga pembacaan digunakan dan dinyatakan sebagai mg setara quercetin (QE)/g sampel (Shraim et al., 2021).

Penentuan kapasitas antioksidan dari tumbuhan-tumbuhan yang dilaporkan menggunakan beberapa metode yang berbeda seperti uji penangkal radikal DPPH, uji *2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)* (ABTS) maupun *ferric reducing antioxidant power* (FRAP).

Metode DPPH: DPPH• (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) merupakan radikal bebas yang stabil, karena delokalisasi elektron cadangan di seluruh molekul. Dengan demikian, DPPH• tidak mengalami dimerisasi, seperti yang terjadi pada kebanyakan radikal bebas. Penentuan delokalisasi pada molekul DPPH• dengan terjadinya perubahan warna ungu pada larutannya, dengan panjang gelombang serapan maksimum sekitar 520nm. Ketika DPPH• bereaksi dengan donor hidrogen, bentuk (molekul) tereduksi dari (DPPH) dihasilkan, disertai dengan pudarnya warna ungu. Oleh karena itu, penurunan absorbansi tergantung secara linier pada konsentrasi antioksidan, penggunaan antioksidan standar berupa Trolox atau asam askorbat (Brand-Williams et al., 1995; Molyneux, 2004; Pisoschi et al., 2009; Thaipong et al., 2006).

Metode ABTS: Radikal kation ABTS (ABTS•+) yang menyerap pada panjang gelombang 743 nm (memberi warna hijau kebiruan) terbentuk oleh hilangnya elektron dari atom nitrogen ABTS (2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) (Ilyasov et al., 2018). Dengan adanya Trolox (atau antioksidan penyumbang hidrogen lainnya), atom nitrogen memadamkan atom hidrogen, menghasilkan dekolorisasi larutan. ABTS dapat dioksidasi oleh kalium persulfat (Pellegrini et al., 2003; Thaipong et al., 2006) atau mangan dioksida (Su et al., 2007), menghasilkan radikal kation ABTS (ABTS•+) yang penurunan absorbansinya pada 743 nm dipantau dengan adanya Trolox (Pellegrini et al., 2003; Su et al., 2007; Thaipong et al., 2006), Trolox atau

asam askorbat dipilih sebagai antioksidan standar.

Metode FRAP (*ferric reducing antioxidant power*): Metode FRAP bergantung pada reduksi oleh antioksidan, dari ion besi kompleks-TPTZ (2,4,6-tri(2-piridil)-1, 3,5-triazin). Pengikatan  $Fe^{2+}$  ke ligan menciptakan warna biru laut yang sangat intens. Absorbansi dapat diukur untuk menguji jumlah besi tereduksi dan dapat dikorelasikan dengan jumlah antioksidan. Trolox atau asam askorbat digunakan sebagai pembanding (Gil et al., 2002; Pellegrini et al., 2003; Thaipong et al., 2006).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kandungan Fenolik Total atau Kandungan Flavonoid Total

Senyawa aktif dari tumbuhan yang berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan biasanya mengandung komponen utama berupa senyawa fenolik atau flavonoid (Cömert et al., 2020; Sies, 2019). Kandungan total dari senyawa fenolik dan flavonoid dari tumbuhan yang diringkas ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Beberapa tumbuhan yang telah dilaporkan memiliki kandungan fenolik dan flavonoid total yang tinggi, dan beberapa memiliki kandungan total yang rendah. Kandungan fenolik total tertinggi pada tumbuhan *Sterculia quadrifida R. Br.* Yang memiliki kandungan sebesar 661.85 mg GAE/g ekstrak. Sedangkan kandungan flavonoid total tertinggi pada tumbuhan *Schleichera oleosa* sebesar 176.84 mg QE/g ekstrak.

Kandungan fenolik dan flavonoid total dari tumbuhan sangat dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya yaitu: letak geografis atau asal dari tumbuhan tersebut, kandungan nutrisi dalam tanah pada letak tumbuhan tersebut tumbuh, dan jenis tumbuhan tersebut (Akowuah et al., 2005). Bisa juga pengaruh dari proses ekstraksi dari tumbuhan seperti jenis

pelarut yang digunakan, metode ekstraksi, lama waktu proses ekstraksi, dan temperatur dari proses ekstraksi. Karena pada proses ini stabilitas dan banyaknya senyawa dipengaruhi oleh faktor tersebut (Tan et al., 2013).

#### 3.2. Aktivitas Antioksidan

Penentuan aktivitas antioksidan dari tumbuhan yang dilaporkan menggunakan beberapa metode yang berbeda. Akan tetapi kebanyakan penentuan aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Rangkuman aktivitas antioksidan dari tumbuhan yang dilaporkan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Penggunaan metode DPPH yang lebih dominan pada penentuan aktivitas antioksidan dari beberapa tumbuhan yang dilaporkan, karena pada metode DPPH, penyimpanan dari bahan DPPH sendiri lebih stabil dan tidak mudah rusak dibandingkan dengan bahan pada metode ABTS dan FRAP. Selain itu prosesnya lebih sederhana dan mudah pada metode DPPH (Molyneux, 2004). Aktivitas antioksidan dari tumbuhan yang dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan yang bervariasi mulai dari sangat kuat, kuat, sedang, lemah, dan sangat lemah (tidak aktif).

Berdasarkan pada Jun, *et al* (2003), aktivitas antioksidan diklasifikasikan menjadi 5 kelompok berdasarkan nilai  $IC_{50}$ : sangat kuat pada  $IC_{50}$  berkisar kurang dari 50  $\mu\text{g/mL}$ , kuat pada  $IC_{50}$  berkisar antara 50-100  $\mu\text{g/mL}$ , sedang pada  $IC_{50}$  berkisar antara 101-250  $\mu\text{g/mL}$ , lemah pada  $IC_{50}$  berkisar pada 251-500  $\mu\text{g/mL}$  dan sangat lemah (tidak aktif) pada  $IC_{50}$  berkisar lebih dari 500  $\mu\text{g/mL}$  (Jun et al., 2003). Dari **Tabel 2** tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat terdapat pada *Stelechocarpus burahol* dengan  $IC_{50}$  sebesar 1.30  $\mu\text{g/mL}$  dan yang sangat lemah pada *Sonchus arvensis* dan *Centella asiatica* dengan  $IC_{50}$  sebesar 1,135.00  $\mu\text{g/mL}$  dan tidak terdeteksi.

**Tabel 1.** Kandungan Fenolik Total dan Kandungan Flavonoid Total dari Tumbuhan-Tumbuhan di Indonesia.

Sampel	Kandungan Fenolik Total (mg GAE/g ekstrak)	Kandungan Flavonoid Total (mg QE/g ekstrak)	referensi
<i>S. aromaticum</i> L. (kuncup)	-	-	(Alfikri et al., 2020)
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	81.59	-	(Da'i et al., 2016)
<i>Hibiscus sabdariffa</i> L. (bunga)	-	-	(Djaeni, 2017)
<i>Ipomoea batatas</i> (umbi)	11.91	17.83	(Fidrianny et al., 2018)
<i>Stelechocarpus burahol</i> (buah)	43.15	71.00	(Herlina et al., 2018)
<i>Clitoria ternatea</i> L. (bunga)	15.33	10.05	(Jayanti et al., 2021)
<i>Curcuma domestica</i> (rimpang)	13.10	1.24	(Kartini et al., 2020)
<i>Curcuma xanthorrhiza</i> (rimpang)	7.38	2.77	(Kartini et al., 2020)
<i>Sonchus arvensis</i> (daun)	2.62	3.78	(Kartini et al., 2020)
<i>Centella asiatica</i> (rempah)	0.67	4.06	(Kartini et al., 2020)
<i>Sterculia quadrifida</i> R. Br. (akar)	661.85	116.84	(Kristoferson Lulan et al., 2018)
<i>Schleichera oleosa</i> (daun)	595.19	176.84	(Kristoferson et al., 2018)
<i>Euphorbia hirta</i> L. (daun)	84.07	75.79	(Kristoferson et al., 2018)
<i>Eugenia jambolana</i> Lam. (daun)	180.37	62.11	(Kristoferson et al., 2018)
<i>Lamea grandis</i> (daun)	24.81	20.00	(Kristoferson et al., 2018)
<i>Ipomoea aquatica</i> (daun/5angkong air)	76.96	81.28	(Mariani et al., 2019)
<i>Ipomoea aquatica</i> (daun/5angkong darat)	31.37	24.56	(Mariani et al., 2019)
<i>Apium graveolens</i> L. (rempah)	-	-	(Nurmiati et al., 2020)
<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl. (buah)	-	-	(Okzelia et al., 2019)
<i>Impatiens balsamina</i> L. (bunga)	-	-	(Pramitha et al., 2018)
<i>Tagetes erecta</i> L. (bunga)	-	-	(Pramitha et al., 2018)
<i>Sonchus arvensis</i> (daun)	269.45	-	(Rafi et al., 2020)
<i>Artocarpus integer</i> (kulit dalam)	358.80	-	(Rahmadi et al., 2018)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (buah)	-	-	(Riyadi et al., 2021)
<i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Pers. (daun)	-	-	(Rohmah et al., 2020)
<i>Orthosiphon stamineus</i> B. (daun)	-	7.34	(Salasa & Abdullah, 2021)
<i>Caesalpinia sappan</i>	-	-	(Setiawan et al., 2018)
<i>Etligeria elatior</i> (batang)	-	-	(Susana et al., 2018)
<i>Mangifera casturi</i> Konsterm. (buah)	-	-	(Sutomo, 2017)
<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb. (rimpang)	170.44	-	(Widyastuti et al., 2021)

Catatan: tanda (-) menunjukkan tidak dilakukannya penentuan kandungan fenolik total maupun kandungan flavonoid total.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pada ringkasan literatur beberapa tumbuhan di Indonesia, Indonesia tidak sekadar kaya akan aneka ragam tumbuhan yang dimilikinya, akan tetapi dari tumbuhan-tumbuhan tersebut memiliki potensi yang tinggi sebagai

antioksidan alami. Manfaat antioksidan ini dapat membantu menangkal radikal bebas, terlebih lagi bila tumbuhan tersebut dimanfaatkan pada pola hidup konsumsi asupan gizi kita. Sehingga antioksidan alami dapat mencegah efek buruk radikal bebas pada tubuh kita.

**Tabel 2.** Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH, ABTS dan FRAP dari Tumbuhan-Tumbuhan di Indonesia

Sampel	DPPH IC <sub>50</sub> (µg/mL)	ABTS IC <sub>50</sub> (µg/mL)	FRAP EC <sub>50</sub> (µg/mL)	referensi
S.aromaticum L. (kuncup)	22.20	-	-	(Alfikri et al., 2020)
Phyllanthus niruri L	14.21	-	-	(Da'i et al., 2016)
Hibiscus sabdariffa L. (kelopak bunga)	69.24	-	-	(Djaeni, 2017)
Ipomoea batatas (umbi)	10.54	-	11.14	(Fidrianny et al., 2018)
Stelechocarpus burahol (buah)	1.30	0.35	-	(Herlina et al., 2018)
Clitoria ternatea L. (bunga)	26.10	-	-	(Jayanti et al., 2021)
Curcuma domestica (rimpang)	363.00	-	-	(Kartini et al., 2020)
Curcuma xanthorrhiza (rimpang)	540.00	-	-	(Kartini et al., 2020)
Sonchus arvensis (daun)	1,135.00	-	-	(Kartini et al., 2020)
Centella asiatica (rempah)	tidak terdeteksi	-	-	(Kartini et al., 2020)
Sterculia quadrifida R. Br. (akar)	3.11	7.29	-	(Kristoferson et al., 2018)
Schleichera oleosa (daun)	10.05	18.27	-	(Kristoferson et al., 2018)
Euphorbia hirta L. (daun)	10.09	18.35	-	(Kristoferson et al., 2018)
Eugenia jambolana Lam. (daun)	16.22	9.15	-	(Kristoferson et al., 2018)
Lamea grandus (daun)	27.80	12.29	-	(Kristoferson et al., 2018)
Ipomoea aquatica (daun/6angkong air)	15.83	-	-	(Mariani et al., 2019)
Ipomoea aquatica (daun/6angkong darat)	50.26	-	-	(Mariani et al., 2019)
Apium graveolens L. (rempah)	23.71	-	-	(Nurmiati et al., 2020)
Sonneratia caseolaris (L.) Engl. (buah)	32.58	-	-	(Okzelia et al., 2019)
Impatiens balsamina L. (bunga)	327.01	-	-	(Pramitha et al., 2018)
Tagates erecta L. (bunga)	118.68	-	-	(Pramitha et al., 2018)
Sonchus arvensis (daun)	22.02	-	-	(Rafi et al., 2020)
Artocarpus integer (kulit dalam)	56.96	-	-	(Rahmadi et al., 2018)
Bruguiera gymnorhiza (buah)	70.45	-	-	(Riyadi et al., 2021)
Sesbania grandiflora (L.) Pers. (daun)	25.33	-	-	(Rohmah et al., 2020)
Orthosiphon stamineus B. (daun)	65.63	-	-	(Salasa & Abdullah, 2021)
Caesalpinia sappan	101.47	26.70	11.37	(Setiawan et al., 2018)
Etlingera elatior (batang)	535.78	-	-	(Susana et al., 2018)
Mangifera casturi Konsterm. (buah)	2.35	-	-	(Sutomo, 2017)
Curcuma xanthorrhiza Roxb. (rimpang)	32.54	-	-	(Widyastuti et al., 2021)

Catatan: tanda (-) menunjukkan tidak dilakukannya penentuan aktivitas antioksidan dengan metode tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akowuah, G. A., Ismail, Z., Norhayati, I., & Sadikun, A. (2005). The effects of different extraction solvents of varying polarities on polyphenols of Orthosiphon stamineus and evaluation of the free radical-scavenging activity. *Food Chemistry*, 93(2), 311–317. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.028>
- Alfikri, F. N., Pujiarti, R., Wibisono, M. G., & Hardiyanto, E. B. (2020). Yield, Quality, and Antioxidant Activity of

- Clove (*Syzygium aromaticum* L.) Bud Oil at the Different Phenological Stages in Young and Mature Trees. *Scientifica*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9701701>
- Ames, B. N., Shigenaga, M. K., & Hagen, T. M. (1993). Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90(17), 7915–7922. <https://doi.org/10.1073/pnas.90.17.7915>
- ARBIASTUTIE, Y., MARSONO, D., HARTATI, M. S., & PURWANTO, R. (2017). The potential of understory plants from Gunung Gede Pangrango National Park (West Java, Indonesia) as cervix anticancer agents. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 18(1). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180115>
- Arrayyan, M. A., Dwiloka, B., & Susanti, S. (2019). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Lemak Enflourasi Nabati Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Karakteristik Fisik Minyak Atsiri Kemangi (*Ocimum americanum* L.). *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 221–227. <https://doi.org/10.14710/jtp.v3i2.23828>
- Aruoma, O. I. (1994). Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 32(7), 671–683. [https://doi.org/10.1016/0278-6915\(94\)90011-6](https://doi.org/10.1016/0278-6915(94)90011-6)
- Bagchi K, & Puri S. (1998). Free radicals and antioxidants in health and disease: A review. *EMHJ-Eastern Mediterranean Health Journal*, 4(2), 350–360. Retrieved from [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/118217/emhj\\_1998\\_4\\_2\\_350\\_360.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/118217/emhj_1998_4_2_350_360.pdf?sequence=1)
- Barki, T., Kristiningrum, N., Puspitasari, E., Aprila Fajrin, F., & Kalimantan, J. (n.d.). *Penetapan Kadar Fenol Total dan Pengujian Aktivitas Antioksidan Minyak Jahe Gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*) (Determination of Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Jahe Gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*) Oil)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/pk.v5i3.5897>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Charles D. J. (2013). *Antioxidant properties of spices shells and other*. John Willey.
- Cheeseman, K. H., & Slater, T. F. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *British Medical Bulletin*, 49(3), 481–493. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a072625>
- Choi, I., Cha, H., & Lee, Y. (2014). Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic. *Molecules*, 19(10), 16811–16823. <https://doi.org/10.3390/molecules191016811>
- Cömert, E. D., Mogol, B. A., & Gökmen, V. (2020). Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. *Current Research in Food Science*, 2, 1–10.

- <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2019.11.001>
- Da'i, M., Wahyuni, A. S., Dk, I. T., Azizah, T., Suhendi, A., & Saifudin, A. (2016). Antioxidant activity of *Phyllanthus niruri* L. herbs: In vitro and in vivo models and isolation of active compound. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 6(1), 32–37. <https://doi.org/10.5455/njppp.2015.5.0510201575>
- Djaeni, M. (2017). EKSTRAKSI ANTOSIANIN DARI KELOPAK BUNGA ROSELLA (HIBISCUS SABDARIFFA L.) BERBANTU ULTRASONIK : TINJAUAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.236>
- Docampo University of Illinois Urbana Illinois (USA)), R. (Department of V. P. (1995). *Antioxidant mechanisms*. Academic Press.
- Elfahmi, Woerdenbag, H. J., & Kayser, O. (2014). Jamu: Indonesian traditional herbal medicine towards rational phytopharmacological use. In *Journal of Herbal Medicine* (Vol. 4, Issue 2, pp. 51–73). Urban und Fischer Verlag GmbH und Co. KG. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2014.01.002>
- Fidrianny, I., Suhendy, H., & Insanu, M. (2018). Correlation of phytochemical content with antioxidant potential of various sweet potato (*Ipomoea batatas*) in West Java, Indonesia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(1), 25–30. <https://doi.org/10.4103/2221-1691.221131>
- Finkel, T., & Holbrook, N. J. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408(6809), 239–247. <https://doi.org/10.1038/35041687>
- Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., & Kader, A. A. (2002). Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4976–4982. <https://doi.org/10.1021/jf020136b>
- Halliwell, B. (1995). How to characterize an antioxidant: an update. *Biochemical Society Symposia*, 61, 73–101. <https://doi.org/10.1042/bss0610073>
- Hamzah, H., Hertiani, T., Utami Tunjung Pratiwi, S., & Nuryastuti, T. (2019). The Inhibition Activity of Tannin on the Formation of Mono-Species and Polymicrobial Biofilm *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Candida albicans*. *Majalah Obat Tradisional*, 24(2), 110. <https://doi.org/10.22146/mot.44532>
- Hamzah, H., Hertiani, T., Utami Tunjung Pratiwi, S., Nuryastuti, T., & Bayu Murti, Y. (2020). The biofilm inhibition and eradication activity of curcumin against polymicrobial biofilm. *BIO Web of Conferences*, 28, 04001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202804001>
- Hamzah, H., Pratiwi, S. U. T., & Hertiani, T. (2018). Efficacy of thymol and eugenol against polymicrobial biofilm. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 29(4), 214–221.

- <https://doi.org/10.14499/indonesianjpharm29iss4pp221>
- Herlina, N., Riyanto, S., Martono, S., & Rohman, A. (2018). Antioxidant activities, phenolic and flavonoid contents of methanolic extract of stelechocarpus burahol fruit and its fractions. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 17(2), 153–159.  
<https://doi.org/10.3329/dujps.v17i2.39170>
- Ikawa, M., Dollard, C. A., & Schaper, T. D. (1988). Reaction of Folin-Ciocalteu phenol reagent with purines, pyrimidines, and pteridines and its relationship to structure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36(2), 309–311.  
<https://doi.org/10.1021/jf00080a017>
- Ilyasov, I. R., Beloborodov, V. L., & Selivanova, I. A. (2018). Three ABTS•+ radical cation-based approaches for the evaluation of antioxidant activity: fast- and slow-reacting antioxidant behavior. *Chemical Papers*, 72(8), 1917–1925.  
<https://doi.org/10.1007/s11696-018-0415-9>
- Jayanti, M., Ulfa, A. M., & Saputra Yasir, A. (2021). The Formulation and Physical Evaluation Tests of Ethanol in Telang Flower (*Clitoria ternatea* L.) Extract Losio Form as Antioxidant. *Biomedical Journal of Indonesia*, 7(1), 488–495.  
<https://doi.org/10.32539/BJI.v7i3-543>
- Jun, M., Fu, H.-Y., Hong, J., Wan, X., Yang, C. S., & Ho, C.-T. (2003). Comparison of Antioxidant Activities of Isoflavones from Kudzu Root (*Pueraria lobata* Ohwi). *Journal of Food Science*, 68(6), 2117–2122.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb07029.x>
- Kartini, K., Setiawan, F., Sukweenadhi, J., Yunita, O., & Avanti, C. (2020). Selection of potential Indonesian plant species for antioxidant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 457(1).  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/457/1/012040>
- Kristoferson Lulan, T. Y., Fatmawati, S., Santoso, M., & Ersam, T. (2018). Antioxidant Capacity of Some Selected Medicinal Plants in East Nusa Tenggara, Indonesia: The Potential of *Sterculia quadrifida* R.Br. *Free Radicals and Antioxidants*, 8(2), 96–101.  
<https://doi.org/10.5530/fra.2018.2.15>
- Li, H. bin, Wong, C. C., Cheng, K. W., & Chen, F. (2008). Antioxidant properties in vitro and total phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. *LWT - Food Science and Technology*, 41(3), 385–390.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.03.011>
- Mabry, T. J., Markham, K. R., & Thomas, M. B. (1970). *The Systematic Identification of Flavonoids*. Springer Berlin Heidelberg.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-88458-0>
- Mariani, R., Perdana, F., Fadhlillah, F. M., Qowiyyah, A., & Triyana, H. (2019). Antioxidant activity of Indonesian water spinach and land spinach (*Ipomoea aquatica*): A comparative study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055091>

- Martins, N., Barros, L., Santos-Buelga, C., Silva, S., Henriques, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2015). Decoction, infusion and hydroalcoholic extract of cultivated thyme: Antioxidant and antibacterial activities, and phenolic characterisation. *Food Chemistry*, 167, 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.094>
- McCord, J. M. (2000). The evolution of free radicals and oxidative stress. *The American Journal of Medicine*, 108(8), 652–659. [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(00\)00412-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(00)00412-5)
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn J. Sci. Technol*, 26(2), 211–219.
- Nurmiati, N., Nuryanti, S., & Tahril, T. (2020). Antioxidant Activity Test of Ethanol and Water Extracts of Celery (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Akademika Kimia*, 9(2), 93–101. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2020.v9.i2.pp93-101>
- Okzelia, S. D., Defi Okzelia, S., & Nurdaini, M. (2019). *Antioxidant Activity of Pidada (Sonneratia caseolaris (L.) Engl.) Fruit Extract by DPPH Method*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/338764485>
- Parthasarathy, V. A., Chempakam, B., & Zachariah, T. J. (2008). *Chemistry of Spices*. CABI.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Colombi, B., del Rio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., & Brighenti, F. (2003). Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays. *The Journal of Nutrition*, 133(9), 2812–2819. <https://doi.org/10.1093/jn/133.9.2812>
- Permadi, A., Susanto, S., & Wardatun, S. (2018). PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI BERTINGKAT DAN TIDAK BERTINGKAT TERHADAP FLAVONOID TOTAL HERBA CIPLUKAN (*Physalis angulata* L.) SECARA KOLORIMETRI. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Farmasi*, 1(1), 1–10. Retrieved from <https://jom.unpak.ac.id/index.php/Farmasi/article/download/706/646>
- Peter, K.V. (2001). *Handbook of Herbs and Spices*. Cambridge, Woodhead Publishing.
- Peter, K.V. (2004). *Handbook of Herbs and Spices volume 2*. Cambridge, Woodhead Publishing.
- Piluzza, G., Molinu, M. G., Re, G. A., & Sulas, L. (2020). Phenolic compounds content and antioxidant capacity in cardoon achenes from different head orders. *Natural Product Research*, 34(14), 2071–2075. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1569009>
- Pisoschi, A. M., Cheregi, M. C., & Danet, A. F. (2009). Total Antioxidant Capacity of Some Commercial Fruit Juices: Electrochemical and Spectrophotometrical Approaches. *Molecules*, 14(1), 480–493. <https://doi.org/10.3390/molecules14010480>
- Pramitha, D. A. I., Suaniti, N. M., & Sibarani, J. (2018). Aktivitas Antioksidan Bunga Pacar Air Merah (*Impatiens balsamina* L.) dan Bunga Gemitir (*Tagetes erecta* L.) dari Limbah Canang. *Chimica et Natura*

- Acta*, 6(1), 8.  
<https://doi.org/10.24198/cna.v6.n1.16447>
- Rafi, M., Rismayani, W., Sugiarti, R. M., Dyah Syafitri, U., Wahyuni, W. T., & Rohaeti, E. (2020). FTIR-based Fingerprinting Combined with Chemometrics for Discrimination of *Sonchus arvensis* leaf Extracts and Correlation with Their Antioxidant Activity. In *Indonesian Journal of Pharmacy Indonesian J Pharm* (Vol. 32, Issue 2).  
<https://doi.org/10.22146/ijp.755>
- Rahmadi, A., Sabarina, Y., & Agustin, S. (2018). Different drying temperatures modulate chemical and antioxidant properties of Mandai Cempedak (*Artocarpus integer*) [version 1; peer review: 1 approved, 1 approved with reservations]. *F1000Research*, 7.  
<https://doi.org/10.12688/F1000RESEARCH.16617.1>
- Rice-Evans, C. (1995). Free Radicals and Antioxidants in Atherosclerosis. In *Immunopharmacology of Free Radical Species* (pp. 39–52). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-012103520-4/50005-2>
- Riyadi, P. H., Tanod, W. A., Dewanto, D. K., Herawati, V. E., Susanto, E., & Aisiah, S. (2021). Chemical profiles and antioxidant properties of bruguiera gymnorrhiza fruit extracts from central sulawesi, indonesia. *Food Research*, 5, 37–47.  
[https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(3\).007](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(3).007)
- Rohmah, J., Saidi, I. A., Rini, C. S., Putri Purwanto, Z. A., Tiana, K. H., & Rahmawati Putri, T. C. (2020). Antioxidant activity assay of white Turi (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) extracts using DPPH radical scavenging method. *Pharmaciana*, 10(3), 257.  
<https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v10i3.16643>
- Salasa, A. M., & Abdullah, T. (2021). Kandungan Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus* B.). *Media Farmasi*, 17(2), 66–71.
- Sánchez-Rangel, J. C., Benavides, J., Heredia, J. B., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2013). The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 5(21), 5990.  
<https://doi.org/10.1039/c3ay41125g>
- Setiawan, F., Yunita, O., & Kurniawan, A. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan*) Menggunakan Metode DPPH, ABTS, dan FRAP. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, volume 2, issues 2.  
<https://doi.org/10.24123/mpi.v2i2>
- Shenoy, R., & Shirwaikar, A. (2002). Anti inflammatory and free radical scavenging studies of *Hyptis suaveolens* (Labiatae). *Indian Drugs*, 39(11), 574–577.
- Shi, H., Noguchi, N., & Niki, E. (1999). Comparative study on dynamics of antioxidative action of  $\alpha$ -tocopheryl hydroquinone, ubiquinol, and  $\alpha$ -tocopherol against lipid peroxidation. *Free Radical Biology and Medicine*, 27(3–4), 334–346.  
[https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(99\)00053-2](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(99)00053-2)
- Shraim, A. M., Ahmed, T. A., Rahman, M. M., & Hijji, Y. M. (2021). Determination of total flavonoid

- content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *LWT*, 150, 111932.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111932>
- Sies, H. (2019). Oxidative Stress. In *Stress: Physiology, Biochemistry, and Pathology* (pp. 153–163). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813146-6.00013-8>
- Sies, H., & Jones, D. P. (2020). Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 21(7), 363–383.  
<https://doi.org/10.1038/s41580-020-0230-3>
- Srinivasan, K. (2014). Antioxidant Potential of Spices and Their Active Constituents. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(3), 352–372.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2011.585525>
- Su, L., Yin, J.-J., Charles, D., Zhou, K., Moore, J., & Yu, L. (Lucy). (2007). Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. *Food Chemistry*, 100(3), 990–997.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.058>
- Sun, Y., Rukeya, J., Tao, W., Sun, P., & Ye, X. (2017). Bioactive compounds and antioxidant activity of wolfberry infusion. *Scientific Reports*, 7(1), 40605.  
<https://doi.org/10.1038/srep40605>
- Susana, I., Ridhay, A., Bahri, S., Soekarno, J., Km, H., Tadulako, K. B., & Palu, T. (2018). KAJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK BATANG KECOMBRANG (*Etlingera elatior*) BERDASARKAN TINGKAT KEPOLARAN PELARUT [The Atioxidant Activity of Kecombrang (*Etlingera elatior*) Stem Extract Base on Various Levels of Polar Solvent]. *KOVALEN*, 4(1), 16–23.
- Sutomo, S. (2017). Isolation And Identification Of Active Compound Of Ethylacetate Fraction Of Kasturi (*Mangifera casturi* Konsterm.) Fruit From South Kalimantan. *Isolation And Identification Of Active Compound Of Ethylacetate Fraction Of Kasturi (Mangifera casturi Konsterm.) Fruit From South Kalimantan*, (249). Retrieved from [http://eprints.ulm.ac.id/8631/1/3.%20Journal\\_Sutomo\\_2017.1.pdf](http://eprints.ulm.ac.id/8631/1/3.%20Journal_Sutomo_2017.1.pdf)
- Tan, M. C., Tan, C. P., & Ho, C. W. (2013). Effects of extraction solvent system, time and temperature on total phenolic content of henna (*Lawsonia inermis*) stems. *International Food Research Journal*, 20(6), 3117.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Hawkins Byrne, D. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6–7), 669–675.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Toucher, D. A., Cotton, F. A., Wilkinson, G., Murillo, C. A., & Bochmann, M. (2000). *Advanced Inorganic Chemistry*. F. Albert Cotton, Geoffrey Wilkinson, Carlos A. Murillo and Manfred Bochmann. 6th edn. John Wiley & Sons, Chichester, 1999 xv+?1353 pages. 58.50 ISBN 0-471-19957-5. *Applied Organometallic Chemistry*, 14(3), 172–173.

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0739\(200003\)14:3<172::AID-AOC935>3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0739(200003)14:3<172::AID-AOC935>3.0.CO;2-8)

- Widyastuti, I., Luthfah, H. Z., Hartono, Y. I., Islamadina, R., Can, A. T., & Rohman, A. (2021). Aktivitas Antioksidan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dan Profil Pengelompokannya dengan Kemometrik Antioxidant Activity of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) and its Classification with Chemometrics. In *J.Chemom.Pharm.Anal* (Vol. 2021, Issue 1). [www.journal.ugm.ac.id/v3/IJCPA](http://www.journal.ugm.ac.id/v3/IJCPA)
- Yesiloglu, Y., Aydin, H., & Kilic, I. (2013). In Vitro Antioxidant Activity of Various Extracts of Ginger (*Zingiber officinale* L.) Seed. *Asian Journal of Chemistry*, 25(7), 3573–3578. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2013.13657>
- Yi, F., Sun, J., Bao, X., Ma, B., & Sun, M. (2019). Influence of molecular distillation on antioxidant and antimicrobial activities of rose essential oils. *LWT*, 102, 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.051>
- Yin, Y., Zhang, N., Diao, Y., Hua, R., Huang, J., Han, S., & Li, J. (2017). Nitric oxide-mediated pathways and its role in the degenerative diseases. *Frontiers in Bioscience*, 22(5), 4519. <https://doi.org/10.2741/4519>
- Young, I. S. (2001). Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology*, 54(3), 176–186. <https://doi.org/10.1136/jcp.54.3.176>