

**REVIEW JURNAL KANDUNGAN SENYAWA TANIN PADA TANAMAN ALPUKAT  
SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

**Laporan Tugas Akhir**

**Desty Meilinawati  
11161012**



**Universitas Bhakti Kencana  
Fakultas Farmasi  
Program Strata I Farmasi  
Bandung  
2020**

# LEMBAR PENGESAHAN

## REVIEW JURNAL KANDUNGAN SENYAWA TANIN PADA TANAMAN ALPUKAT SEBAGAI ANTIOKSIDAN

### Laporan Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan Program Strata I Farmasi

**Desty Meilinawati**  
**11161012**

Bandung, 22 Agustus 2020

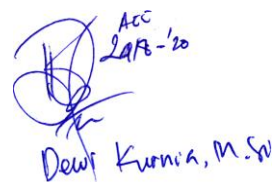
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Serta,



(apt. Lia Marliani, M.Si)



AES  
LAB-120

(Dewi Kurnia, M.Si)

## ABSTRAK

### REVIEW JURNAL KANDUNGAN SENYAWA TANIN PADA TANAMAN ALPUKAT SEBAGAI ANTIOKSIDAN

Oleh :

**Desty Meilinawati**

**11161012**

Alpukat (*Persea americana* Mill) merupakan buah yang kaya akan sumber energi dan mengandung nutrisi yang baik. Sebagian orang hanya mengonsumsi buahnya yang enak dan jarang menggunakan bagian tanaman lainnya yang dapat bermanfaat untuk kesehatan. Bagian tanaman yang jarang digunakan seperti biji, daun dan kulit buah diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder aktif dan salah satunya adalah tanin. Tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki aktivitas antioksidan. Antioksidan dapat mencegah terjadinya reaksi oksidasi yang disebabkan oleh spesi reaktif, seperti hidrogen peroksida, radikal hidroksil dan radikal anion superoksida. Pada manusia, spesi reaktif tersebut dapat menyebabkan berbagai penyakit degeneratif. Kajian pustaka dilakukan untuk mengetahui potensi senyawa tanin sebagai antioksidan pada tanaman alpukat yang mungkin bermanfaat bagi kesehatan manusia. Kajian pustaka dilakukan dengan cara penelusuran jurnal ilmiah terpublikasi taraf nasional maupun internasional melalui mesin pencari berupa *Science Direct*, *Google Scholar* dan *Pubmed*. Tanin dilaporkan dapat memiliki aktivitas antioksidan dengan mekanisme peredaman radikal bebas, pengkhelatan logam transisi dan penghambatan enzim pro-oksidatif. Dari kajian pustaka dilaporkan bahwa kandungan senyawa tanin terbesar terdapat pada biji alpukat yaitu sebesar  $11,29 \pm 0,11$ g/100g. Senyawa tanin terkondensasi seperti katekin, epikatekin, prosianidin dan proantosianidin diduga menjadi senyawa yang bertanggung jawab atas aktivitas antioksidan dalam alpukat.

Kata Kunci : alpukat; antioksidan; prosianidin; tanin.

## **ABSTRACT**

### **A JOURNAL REVIEW OF THE TANNIN CONTENT IN AVOCADO PLANTS AS ANTIOXIDANTS**

**By :**

**Desty Meilinawati  
11161012**

*Avocados (Persea americana Mill) are energy-rich fruit and contain good nutritions. Some people only consume the delicious fruit itselfs and rarely use other plant organs that can be beneficial for health. Plant organs which are rarely used such as seeds, leaves and peels are known to contain active secondary metabolite compounds and one of them is tannin. Tannins are polyphenol compound which has antioxidant activity. Antioxidant can prevent oxidation reaction caused by reactive species such as hydrogen peroxide, hydroxyl radical and superoxide anion radical. In human, these reactive species can cause various degenerative diseases. Literature review is done to determine the potential of tannin compounds as antioxidants in avocado plants that might be beneficial to human health. Literature review is done by searching scientific journals published nationally and internationally through search engines such as Science Direct, Google Scholar and Pubmed. Tannins was reported to have antioxidant activity by scavenging free radicals, chelating transition metals and inhibiting prooxidative enzymes. From the literature review was reported that the highest tannin content was found in avocado seeds that is equal to  $11,29 \pm 0,11$ g/100g. Condensed tannins such as catechin, epicatechin, procyanidin and proanthocyanidin are thought to be the compounds that are responsible for antioxidant activity in avocados.*

**Keywords:** avocado; antioxidant; procyanidin; tannin.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga bisa menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **Review Jurnal Kandungan Senyawa Tanin dalam Tanaman Alpukat sebagai Antioksidan** sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Farmasi Universitas Bhakti Kencana.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik serta moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ibu apt. Lia Marliani, M.Si selaku pembimbing 1 dan Ibu Dewi Kurnia, M.Si selaku pembimbing 2 yang telah berkenan meluangkan waktunya demi memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan laporan tugas akhir.
2. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Fakultas Farmasi yang telah berkenan memberikan pengetahuan yang sangat-sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
3. Kedua orangtua tercinta dan kakak tersayang, beserta keluarga yang dengan segenap hati selalu memberi motivasi dan ketulusan do'anya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Teman teman satu tim yang telah saling membantu dan memberi semangat selama penelitian dan proses penyusunan laporan tugas akhir.
5. Teman teman angkatan 2016 yang telah menemani selama proses perkuliahan.
6. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang sudah membantu memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir yang penulis buat ini masih jauh dari sempurna terutama disaat pandemik Covid-19 seperti ini sehingga penelitian tidak dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan

adanya saran dan masukan bahkan kritik membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandung, Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG</b> .....	ix
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah .....	3
1.3. Tujuan dan manfaat penelitian.....	3
1.4. Hipotesis penelitian.....	3
1.5. Tempat dan waktu Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
II.1 Alpukat .....	4
II.2 Radikal bebas dan antioksidan.....	6
II.3 Senyawa alami yang berpotensi sebagai antoksidan .....	8
II.4 Metode uji antioksidan .....	10
II.5 Pengujian tanin.....	13
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	14
<b>BAB IV. PROSEDUR PENELITIAN</b> .....	15
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	16
V.1 Kandungan metabolit sekunder pada tanaman alpukat .....	16
V.2 Senyawa dalam tanaman alpukat yang berpotensi sebagai antioksidan .....	17
V.3 Kandungan tanin pada bagian tanaman alpukat.....	20
<b>BAB VI. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	27
VI.1 Kesimpulan.....	27
VI.2 Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	28
<b>LAMPIRAN</b> .....	37
Lampiran 1 Alur kajian pustaka .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Komposisi nutrisi pada buah alpukat dalam porsi 100 g .....	5
Tabel II.2 Kemampuan tanin dan senyawa fenolik untuk meredam radikal bebas dalam metode metmyoglobin .....	9
Tabel V.1 Kandungan Metabolit sekunder pada tanaman Alpukat .....	16
Tabel V.2 Senyawa dalam alpukat yang memiliki potensi sebagai antioksidan .....	18
Tabel V.3 Kandungan tanin pada bagian tanaman alpukat .....	21



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur umum flavonoid.....	8
Gambar II.2 Struktur $\beta$ -karoten .....	10
Gambar II.3 Struktur bis(neocuproine) tembaga(II).....	10
Gambar II.4 Struktur DPPH .....	11
Gambar II.5 Struktur $\text{Fe}^{3+}$ TPTZ dan $\text{Fe}^{2+}$ TPTZ .....	12
Gambar II.6 Struktur <i>2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)</i> .....	13
Gambar V.1 Struktur senyawa tanin terkondensasi.....	17
Gambar V.2. Struktur senyawa tanin terhidrolisis dan terkondensasi .....	23
Gambar V.3. Struktur proantosianidin .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alur kajian pustaka.....	38
-------------------------------------	----

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

<b>SINGKATAN</b>	<b>MAKNA</b>
ROS	Reactive Oxygen Species
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
QTOF	Quadrupole-TOF
MS	Mass Spectrometry
ESI	Electrospray Ionization
CUPRAC	Cupric Ion Reducting Antioxidant Capacity
FRAP	Ferric Reducting Antioxidant Power
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
EPR	Electron Paramagnetic Resonance
UHPLC	Ultra High Performance Liquid Chromatography
GC	Gas Chromatography
APCI	Atmospheric Pressure Photoionization
FID	Flame Ionization Detector
LDL	Low Density Lipoprotein
NO	Nitrit Oksida

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Alpukat (*Persea americana* Mill) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tengah dan Meksiko selatan (Yahia dan Woolf, 2011). Tanaman yang berasal dari suku *Lauraceae* ini memiliki buah yang kaya akan sumber energi dan merupakan salah satu buah dengan nutrisi yang sangat baik, karena mengandung sejumlah besar lemak, protein dan serat. Alpukat juga kaya akan sumber vitamin (vitamin C, E, K, B1, B2, B6 dan B9) dan mineral (fosfor, sodium, magnesium, kalium, zat besi dan *zinc*). Oleh karena itu, alpukat berpotensi untuk kesehatan dan menyembuhkan penyakit (Adaramola dkk., 2016).

Sebagian besar orang hanya mengkonsumsi buahnya saja, sedangkan bagian lain dari tanaman tersebut masih sangat jarang dimanfaatkan (Malangngi, Sangi dan Paendong, 2012). Secara tradisional rebusan daun alpukat dapat menurunkan tekanan darah (Margowati dkk., 2016). Telah banyak penelitian yang melaporkan bahwa ekstrak biji dan daun alpukat memiliki aktivitas sebagai antivirus (Almeida dkk., 1998), antidiabetes (Lima., dkk 2012), antimikroba dan antioksidan (Nathaniel dkk., 2015). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa biji alpukat memiliki aktivitas sebagai antiinflamasi dan antikanker (Ahmed dkk., 2018). Biji dan kulit buah alpukat kaya akan polifenol dengan aktivitas sebagai antioksidan dan antibakteri (Rodríguez-Carpena dkk., 2011). Polifenol secara luas diakui memiliki aktivitas antioksidan, bekerja dengan cara mencegah peroksidasi lipid akibat serangan radikal bebas. Senyawa ini dapat diaplikasikan dalam industri makanan sebagai pengawet yang dapat memperpanjang umur simpan produk (Segovia dkk., 2018). Aktivitas antioksidan dari polifenol ini sangat menarik perhatian bidang industri karena senyawa tersebut memiliki kemampuan untuk menghambat peroksidasi lipid dan menangkap spesi reaktif seperti hidrogen peroksida, radikal hidroksil dan radikal anion superoksida (Yamassaki dkk., 2017). Pada manusia, senyawa ini dapat melindungi terhadap oksidasi langsung atau tidak langsung yang disebabkan oleh kation logam (Wettasinghe dkk., 2001). Kation tersebut berbahaya bagi manusia karena dapat menstimulasi pembentukan ROS (*Reactive Oxygen Species*) (Segovia dkk., 2018). ROS dibentuk sebagai produk sampingan dari metabolisme oksidatif, radikal bebas ini sangat reaktif dan dapat menjadi reaksi berantai yang membentuk lebih banyak radikal bebas (Dubey, 2015).

ROS dapat menyebabkan stres oksidatif yang dapat berhubungan dengan berbagai patologi termasuk aktivitas neurodegeneratif dan penyakit kardiovaskular, kanker dan penuaan (Dubey, 2015; Scheibmeir., dkk 2005; Heitzer dkk., 2001; Valko dkk., 2006).

Untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan olehnya, maka diperlukannya antioksidan yang merupakan zat yang dapat menunda atau memperlambat dan mencegah terjadinya oksidasi (Schuler, 1990). Antioksidan bekerja dengan beberapa cara yaitu kompleksasi partikel logam, peredaman radikal bebas dan dekomposisi peroksida (Frankel dan Meyer, 2000). Senyawa-senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan banyak ditemukan pada tumbuhan, sudah banyak penelitian yang melaporkan ditemukannya senyawa antioksidan pada bagian biji, daun, buah dan kulit buah dari suatu tanaman. Beberapa senyawa alami yang terdapat pada tumbuhan diduga memiliki aktivitas antioksidan adalah senyawa fenolat, flavonoid dan tanin (Winarsi, 2007).

Tanin merupakan polifenol nabati yang tidak dapat disintesis oleh hewan ataupun manusia. Tanin terdistribusi secara luas dalam tumbuhan sebagai zat pelindung terhadap pengaruh eksternal yang berbahaya. Oleh karena itu, hewan dan manusia bergantung pada suplai eksogen antioksidan nabati ini (Cody, 1988; Cody dkk., 1986). Tanin terbagi menjadi dua jenis, yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis (Hagerman, 1934). Sesuai dengan jenisnya, keduanya memiliki beberapa perbedaan aktivitas. Tanin terkondensasi sebagai struktur kompleks yang tidak dapat diserap, memiliki sifat pengikat yang dapat menghasilkan efek lokal pada saluran pencernaan, tanin ini dapat memiliki sifat antioksidan, antimikroba, antivirus, antimutagenik dan antinutrisi. Sedangkan tanin terhidrolisis sebagai tanin yang dapat diserap karena memiliki bobot molekul rendah, metabolit yang dapat diserap dari fermentasi tanin pada kolon dapat menghasilkan efek sistemik di berbagai organ (Serrano dkk., 2009).

Aktivitas tanin tergantung pada strukturnya, karena tanin dengan struktur yang berbeda cenderung memiliki sifat kimia dan biologis yang berbeda. Banyak studi telah mengatakan bahwa tanin berpotensi sebagai antioksidan, karena potensi redoks elektrokimia pada tanin mirip dengan potensi redoks pada fenolat. (Hagerman dkk., 1999)

## **1.2. Rumusan masalah**

Studi ilmiah terkait efek biologi dan mekanisme kerja dari tanin pada tanaman alpukat sebagai antioksidan masih belum dapat dilaporkan secara pasti. Oleh karena itu, perlu dilakukannya kajian terhadap studi ilmiah yang berkaitan dengan potensi senyawa tanin sebagai antioksidan pada tanaman alpukat.

## **1.3. Tujuan dan manfaat penelitian**

Tujuan dituliskannya *review* ini yaitu untuk mengetahui potensi senyawa tanin sebagai antioksidan pada tanaman alpukat yang bermanfaat bagi kesehatan manusia.

## **1.4. Hipotesis penelitian**

Diduga senyawa tanin pada tanaman alpukat memiliki potensi sebagai antioksidan yang dapat memiliki manfaat pada manusia.

## **1.5. Tempat dan waktu Penelitian**

Dilakukan pada bulan April sampai bulan Juli 2020 di Fakultas Farmasi Universitas Bhakti Kencana Bandung Jl. Soekarno Hatta No.754 Bandung.

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **II.1 Alpukat**

Pada tinjauan pustaka mengenai alpukat meliputi klasifikasi, ekologi dan morfologi, penggunaan alpukat, kandungan pada alpukat dan aktivitas farmakologi tanaman alpukat.

#### **II.1.1 Klasifikasi**

Berikut adalah taksonomi dari alpukat (*Persea americana* Mill) yang tercantum dalam situs GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Class : Magnoliopsida (Dicots)  
Ordo : Laurales  
Family : Lauraceae  
Genus : *Persea*  
Spesies : *Persea americana* Mill

#### **II.1.2 Ekologi dan morfologi**

Alpukat (*Persea americana* Mill) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tengah dan Meksiko selatan (Yahia dan Woolf, 2011). Alpukat masuk ke Indonesia pada abad ke-18, Alpukat banyak tumbuh liar di hutan maupun ditanam di perkebunan ataupun pekarangan yang memiliki lapisan tanah gembur dan subur tanpa tergenang air. Alpukat ini tumbuh di daerah tropis dan subtropis dengan curah hujan antara 1.800 mm sampai 4.500 mm setiap tahun. Umumnya, alpukat ini tidak tahan pada suhu rendah ataupun suhu terlalu tinggi. Oleh karena itu, Alpukat cocok dengan iklim yang sejuk. Di Indonesia, alpukat tumbuh pada ketinggian antara 1 meter sampai 1.000 meter di atas permukaan laut. (Nurrasid, 1998)

Tinggi pohon alpukat dapat mencapai 3 meter sampai 10 meter, dengan akar tunggang, batang berkayu, berwarna coklat dan bercabang. Letak daun tunggal berdesakan di ujung ranting, berbentuk memanjang, ujung dan pangkalnya runcing. Kadang-kadang, tepi rata agak menggulung keatas. Bunga majemuk, buah buni, berbentuk bola atau

bulat telur, berwarna hijau atau kekuningan. Jika sudah masak, daging buah berwarna hijau kekuningan. (Monica, 2006)

Alpukat memiliki biji berkeping dua (dikotil), berbentuk bulat atau lonjong, keping biji berwarna putih kemerahan. Jika bijinya dilepas atau dikuliti, maka keping biji akan mudah terlihat. Kulit biji akan menempel pada daging buah pada saat buah masih muda (belum masak). Biji akan dengan mudah lepas dengan sendirinya jika buah telah tua. Oleh karena itu, biasanya sifat ini akan dijadikan sebagai tanda kematangan buah. Bentuk biji mengikuti bentuk dari buahnya, apabila bentuk buahnya panjang, maka bijinya juga akan lebih panjang dibandingkan dengan buah yang berbentuk bulat. Tetapi, semua biji alpukat memiliki kesamaan, yaitu bagian bawahnya sedikit rata dan membulat atau melonjong. (Indriani dan Suminarsih, 1997)

### **II.1.3 Penggunaan alpukat**

Bagian buah dari Alpukat merupakan bagian yang banyak dimanfaatkan sebagai makanan karena rasanya yang enak. Alpukat dalam dunia kesehatan telah banyak digunakan sebagai obat untuk mengobati berbagai macam penyakit secara tradisional. Daging buahnya dapat mengurangi rasa sakit serta mengobati sariawan, kemudian daunnya dapat digunakan untuk nyeri lambung dan menurunkan tekanan darah tinggi. (Margowati dkk., 2016; Nurrasid, 1998)

### **II.1.4 Kandungan pada alpukat**

Alpukat mengandung senyawa metabolit primer seperti karbohidrat, protein, pati, mineral, vitamin dan lemak (USDA, 2015). Selain itu, alpukat dilaporkan mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid (Almeida dkk., 1998), saponin, steroid dan tanin (Rahman., dkk 2018).

Tabel II.1. Komposisi nutrisi pada buah alpukat dalam porsi 100 g (USDA, 2015)

Komposisi Nutrisi	Jumlah	Komposisi Nutrisi	Jumlah
Air	72,23 g	Riboflavin	0,13 mg
Energi	160 kkal	Niacin	1,738 mg
Protein	2 g	Vitamin B6	0,257 mg
Lemak total	14,66 g	Total folat	81 µg
Karbohidrat	8,53 g	Total kolin	14,2 mg



Tabel II.1. Komposisi nutrisi pada buah alpukat dalam porsi 100 g (USDA, 2015)

		(lanjutan)	
Komposisi Nutrisi	Jumlah	Komposisi Nutrisi	Jumlah
Serat	6,7 g	Vitamin A, RAE	7 µg
Gula total	0,66 g	β-karoten	62 µg
Kalsium	12 mg	α-karoten	24 µg
Besi	0,55 mg	β-kriptosantin	28 µg
Magnesium	29 mg	Lutein + zeasantin	271 µg
Fosfor	52 mg	α-tokoferol (vitamin E)	2,07 µg
Kalium	485 mg	Vitamin K	21 µg
Natrium	7 mg	Total asam lemak jenuh	2,126 g
Seng	0,64 mg	Total asam lemak tak jenuh tunggal	9,799 g
Tembaga	0,19 g	Total Asam lemak jenuh	2,126 g
Selenium	0,4 µg	Total Asam lemak tak jenuh tunggal	9,799 g
Vitamin C	10 mg	Total Asam lemak tak jenuh ganda	1,816 g
Thiamin	0,067 mg	Kolesterol	0 g

### II.1.5 Aktivitas farmakologi

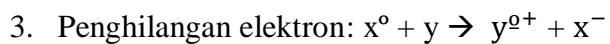
Daunnya yang pahit dan kelat dapat digunakan sebagai antibakteri, antihipertensi, antikonvulsan, dan antivirus. Kemudian pada bijinya, selain bersifat diuretik (peluruh air seni) juga memiliki beberapa efek farmakologis seperti antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, analgesik dan dapat mengurangi kadar gula darah. (Cardoso dkk., 2016; Margowati dkk., 2016; Lima dkk., 2012; Au dkk., 2007)

### II.2 Radikal bebas dan antioksidan

Suatu atom, molekul atau senyawa yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak memiliki pasangan pada orbit paling luar. Molekul-molekul tersebut adalah hidrogen, logam-logam transisi dan oksigen. Adanya satu atau lebih elektron tidak berpasangan menyebabkan molekul tersebut mudah tertarik pada medan magnetik sehingga menyebabkan molekul menjadi sangat reaktif. Radikal bebas ada yang memiliki muatan negatif, positif dan tidak bermuatan. (Halliwell, 1999)

Berikut ini adalah gambaran ringkas suatu radikal bebas dapat dibentuk :





Radikal bebas terbentuk ketika radikal bebas tersebut menyumbangkan satu elektronnya, mengambil elektron dari molekul lain atau bergabung dengan molekul non-radikal lainnya. sehingga mengakibatkan reaksi berantai yang menghasilkan radikal bebas baru. Reaksi berantai tersebut akan terus berlanjut sampai radikal bebas itu dihilangkan oleh sistem antioksidan tubuh. Radikal bebas dapat bereaksi dengan komponen sel, baik struktural maupun fungsional. (Yuslianti, 2018)

Mekanisme pembentukan radikal bebas ada tiga, yaitu pembentukan awal (tahap inisiasi), perambatan atau pembentukan (tahap propagasi) dan pemusnahan atau pengubahan menjadi radikal bebas stabil dan tidak reaktif (tahap terminasi). (Yuslianti, 2018)

Sumber radikal bebas dibagi menjadi dua, yaitu endogen dan eksogen. Sumber radikal bebas endogen dapat berasal dari dalam tubuh seperti oksidasi enzimatis, autooksidasi, fagositosis dalam respirasi, transpor elektron di mitokondria, oksidasi ion-ion logam transisi, atau melalui iskemik yang berasal dari dalam tubuh. Sedangkan sumber radikal eksogenus dapat berasal dari luar tubuh seperti *ultraviolet* (UV), radiasi asap rokok, senyawa kimia klorotetrafluorida, senyawa hasil pemanggangan, dan zat pewarna. (Yuslianti, 2018)

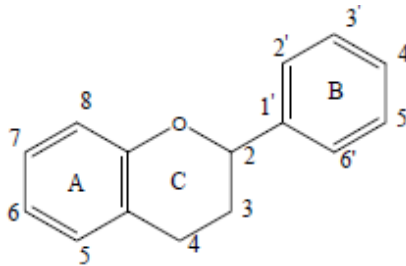
Kemungkinan yang dapat terjadi akibat radikal bebas, seperti gangguan fungsi sel, kerusakan struktur sel, molekul termodifikasi dan bahkan mutasi. Dampak-dampak tersebut dapat memicu munculnya berbagai penyakit. Dilaporkan bahwa mengonsumsi antioksidan dapat menurunkan prevalensi penyakit degeneratif, seperti kardiovaskular, kanker, aterosklerosis, osteoporosis, dan lain-lain. Selain itu juga dapat meningkatkan status imunologis. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron atau disebut juga reduktan. Antioksidan memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi, sehingga mampu menghambat kerusakan sel. (Winarsi, 2007)

### II.3 Senyawa alami yang berpotensi sebagai antioksidan

Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan seperti flavonoid, tanin dan karotenoid merupakan senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan.

#### II.3.1 Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa alami hasil fotosintesis yang mengandung cincin aromatik yang dapat diganti dengan gugus hidroksi atau alkoksinya. Senyawa ini terdapat pada semua bagian tanaman seperti buah, daun, kayu dan kulit kayu. (Subeki, 1998)



Gambar II.1 Struktur umum flavonoid. (Apak dkk., 2007)

Flavonoid dapat menunjukkan aktivitas antioksidan dalam beberapa cara sebagai berikut :

1. Aktivitas antioksidan terhadap spesi oksigen reaktif (ROS – *Reactive Oxygen Species*) seperti  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{O}_2^{\cdot-}$ ,  $^1\text{O}_2$  atau terhadap radikal peroksidasi lipid seperti  $\text{R}\cdot$ ,  $\text{RO}\cdot$  dan  $\text{ROO}\cdot$ . Aktivitas antioksidan dilakukan melalui transfer atom hidrogen atau donasi elektron.
2. Mencegah logam transisi yang mengkatalisasi produksi spesi reaktif (misal melalui *fentotype*) melalui kelasi logam.
3. Interaksi dengan antioksidan lain (kerja sama), lokalisasi dan mobilitas antioksidan. (Niki dan Noguchi, 2000)

#### II.3.2 Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang dapat membentuk kompleks dengan protein, senyawa fenolik yang sukar dipisahkan serta sukar mengkristal (Desmiaty dkk., 2008 dalam Malangngi dkk., 2012). Tanin memiliki berat molekul yang besar ( $>1.000$ ) serta dapat mengendapkan protein (Haslam, 1989). Senyawa tanin termasuk kedalam golongan flavonoid, karena memiliki 2 cincin aromatik yang diikat oleh tiga atom

karbon dalam strukturnya. Aktivitas tanin tergantung pada strukturnya, karena tanin dengan struktur yang berbeda cenderung memiliki masa hidup serta sifat kimia dan biologis yang berbeda. (Hagerman dkk., 1999)

Tanin terbagi menjadi dua, yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis. Tanin terkondensasi memiliki stabilitas yang tetap utuh selama berbulan-bulan pada suhu dan pH rendah, tanin terkondensasi dapat terurai pada suhu dan pH ekstrim. Tanin terhidrolisis dapat ditemukan dalam makanan (ellagitamin), tanin terhidrolisis juga sulit untuk didegradasi. ( Hagerman dkk., 1999)

Beberapa tanin terbukti memiliki aktivitas sebagai antioksidan, menghambat pertumbuhan tumor dan menghambat enzim seperti *reverse* transkriptase dan DNA topoisomerase (Robinson, 1995). Potensi redoks elektrokimia pada tanin mirip dengan potensi pada fenolat. Potensi redoks pada beberapa tanin pada pH 6-8 secara substansial dibawah 1.000 mV, dengan demikian senyawa ini merupakan agen pereduksi untuk radikal peroksil (1.000 mV) dan hidroksil (2.300 mV). ( Hagerman dkk., 1999)

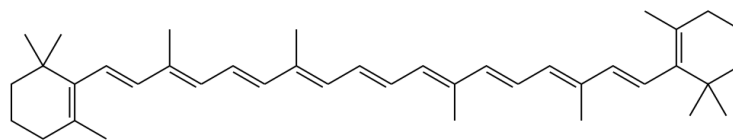
Hagerman (1999) mengatakan bahwa lima tanin yang berbeda secara kimiawi merupakan antioksidan yang lebih efektif daripada Trolox® (Tabel II.2). Berdasarkan data ini, jika mengonsumsi tanin sekitar 1 gram/hari maka tanin memberikan aktivitas antioksidan sekitar 100 kali lipat lebih banyak daripada asam askorbat (RDA 60 mg). Hal tersebut menjadi bukti bahwa tanin memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Tabel II.2 Kemampuan tanin dan senyawa fenolik untuk meredam radikal bebas dalam metode metmyoglobin.

Senyawa	Rasio Trolox®
sorgum procyanidin	28.4
polygalloyl glucose	15.1
epigallocatechin gallate	11.3
oenothin B	6.0
Theaflavin	5.5
Catechin	2.6
methyl gallate	2.6

### II.3.3 Karotenoid

Terdapat banyak karotenoid di alam yaitu lebih dari 600 karoten yang telah diidentifikasi dan dikarakterisasi (Britton dkk., 2004). Karoten memiliki peran dalam pigmentasi pada hewan, tumbuhan dan mikroorganisme. Beberapa tahun terakhir, sebagian besar perhatian difokuskan pada fungsi karotenoid sebagai antioksidan (Young dan Lowe, 2018). Karoten terdapat dalam bentuk  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$ -karoten (Gross, 1992 dalam Subeki, 1998).  $\beta$ -karoten memiliki fungsi yang dapat menurunkan jaringan tubuh tekanan parsial oksigen rendah, sehingga dapat melengkapi sifat antioksidan tokoferol yang aktif pada konsentrasi oksigen tinggi.  $\beta$ -karoten dapat bereaksi dengan radikal peroksida membentuk  *$\alpha$ -resonance stabilized carbon-centred radical*. (Subeki, 1998)



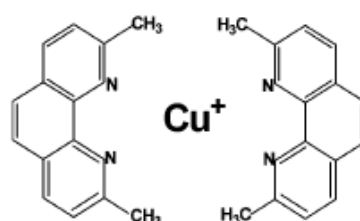
Gambar II.2 Struktur  $\beta$ -karoten. (Britton dkk., 2004)

### II.4 Metode uji antioksidan

Metode untuk menguji aktivitas antioksidan meliputi metode CUPRAC (*Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity*), DPPH (*2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl*), FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) dan ABTS (*2,2'-Azinobis(3-diethylbenzotiazolin)-6-Sulfonat*).

#### II.4.1 CUPRAC

Pada metode ini digunakan pereaksi redoks kromogenik yaitu kompleks bis(neocuproine) tembaga(II), pereaksi ini bekerja pada pH 7 dan absorbansi pada panjang gelombang 450 nm. Kompleks bis(neocuproine) tembaga(II) akan mengoksidasi senyawa antioksidan sehingga terjadi reduksi dan kemudian membentuk kompleks bis(neocuproine) tembaga(I). (Apak dkk., 2007)



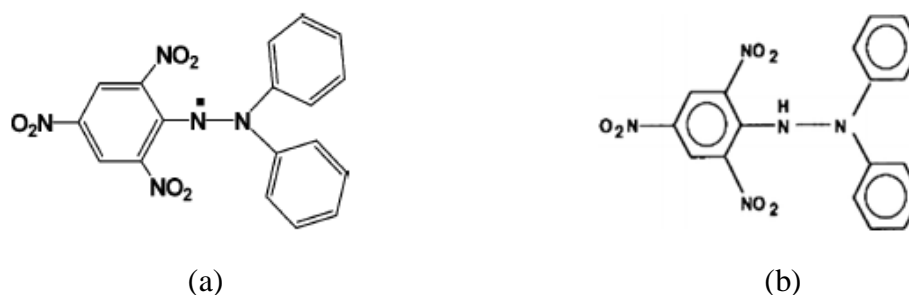
Gambar II.3 Struktur bis(neocuproine) tembaga(II). (Prior, Wu dan Schaich, 2005)

Nilai CUPRAC sebanding dengan nilai TEAC untuk polifenol, sedangkan pada nilai FRAP biasanya jauh lebih rendah (Apak dkk., 2004). Cu bebas dan dalam kompleks fenantrolin memiliki potensi redoks yang lebih rendah dari pada Fe, sehingga reaksinya lebih selektif. Potensi redoks yang rendah meningkatkan siklus redoks, sehingga Cu mungkin menjadi indikator yang lebih sensitif dari aktivitas pro-oksidan antioksidan yang potensial. Tes reduksi Cu ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan Fe, karena semua kelas antioksidan (termasuk tiol) dapat terdeteksi dengan sedikit interferensi dari radikal reaktif, serta reaksi kinetiknya lebih cepat dibandingkan menggunakan Fe. (Prior dkk., 2005)

#### II.4.2 DPPH

Adanya delokalisasi elektron secara keseluruhan pada molekul 1,1-*Diphenyl-2-Picrylhydrazyl* (DPPH) menyebabkan molekul DPPH tersebut tidak mengalami dimerisasi seperti pada radikal bebas lainnya, sehingga molekul DPPH dikarakterisasikan sebagai radikal bebas yang stabil. Delokalisasi elektron tersebut yang memberikan warna ungu tua pada DPPH, ditandai dengan pita serapan pada panjang gelombang 515 nm. Ketika larutan DPPH dicampurkan dengan substansi yang dapat menyumbangkan atom hidrogen, maka DPPH akan tereduksi, kemudian menghasilkan bentuk tereduksi yang bersifat non-radikal ditandai dengan hilangnya warna ungu tua menjadi warna kuning pucat. (Apak dkk., 2007)

Berikut adalah reaksi reduksi pada metode DPPH :

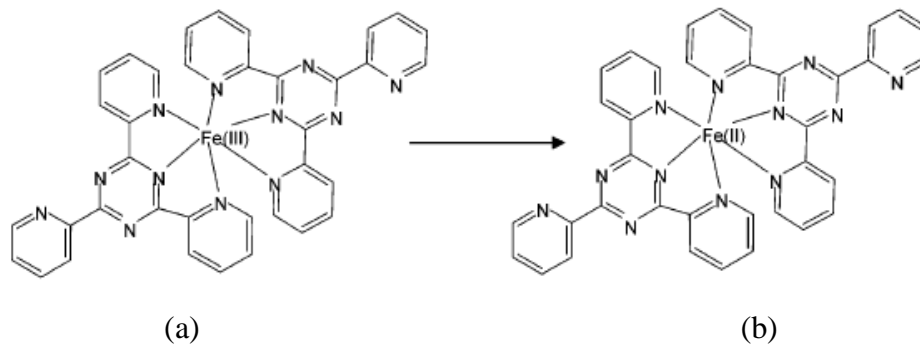


Gambar II.4 Struktur *Diphenylpicrylhdrazil* bersifat radikal bebas (i), struktur *Diphenylpicrylhidrazine* bersifat non-radikal (ii). (Prior dkk, 2005; Apak dkk., 2007)

### II.4.3 FRAP

Metode ini memiliki kemampuan untuk mengukur kemampuan senyawa antioksidan sampel untuk mereduksi  $\text{Fe}^{3+}$ . Pengukuran kemampuan sampel untuk mereduksi  $\text{Fe}^{3+}$  dipantau dengan mengukur perubahan penyerapan pada panjang gelombang 593 nm.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Benzie dan Strain (1996) menggunakan  $\text{Fe}(\text{TPTZ})_2^{3+}$  kompleks besi-ligan 2,4,6-tripiridil-triazin sebagai pereaksi. Kompleks biru pada  $\text{Fe}(\text{TPTZ})_2^{3+}$  berfungsi sebagai zat pengoksidasi dan akan mengalami reduksi sehingga menjadi  $\text{Fe}(\text{TPTZ})_2^{2+}$  yang berwarna kuning.



Gambar II.5 Struktur *ferric tripiridyltriazine* (a), struktur *ferrous tripiridyltriazine* (b).  
(Prior dkk., 2005)

Reaksi yang terjadi :



Metode FRAP ini, merupakan metode yang secara langsung menguji antioksidan dalam tumbuh-tumbuhan. Metode ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode uji antioksidan yang lain, yaitu cepat, murah dan reagen yang digunakan cukup sederhana serta tidak memerlukan alat khusus untuk menghitung total antioksidan dalam sampel (Selawa dkk., 2013).

### II.4.4 ABTS

Re dkk., (1999) mengembangkan uji decolorisasi kation radikal ABTS yang ditingkatkan menggunakan persulfat sebagai oksidan. Ada tiga jenis tes TEAC I (ABTS yang dihasilkan secara enzimatik dengan metmyoglobin dan  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), TEAC II (generasi radikal dengan filtrasi terhadap oksidan  $\text{MnO}_2$ ) dan TEAC III (dengan oksidan