



Review Artikel: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Amla (*Phyllanthus emblica* / *Emblica officinalis*)

Diah Jenari Asih¹, Ni Kadek Warditiani², I Gede Sandi Wiarsana³

^{1,2}Universitas Udayana

³Universitas Tabanan

diahjenariasih9@gmail.com¹, kadektia@unud.ac.id², sandi.wiarsana@universitastabanan.ac.id³

Info Artikel :

Diterima : 7 April 2022

Disetujui : 11 April 2022

Dipublikasikan : 25 April 2022

ABSTRAK

Produksi radikal bebas yang melebihi kebutuhan akan menimbulkan berbagai penyakit degeneratif, sehingga untuk melindungi diri dari radikal bebas, tubuh memproduksi senyawa anti radikal bebas atau yang disebut dengan antioksidan. Antioksidan merupakan suatu senyawa yang mampu menghambat kerusakan akibat oksidasi radikal bebas. Senyawa antioksidan alami dapat bersumber dari beberapa tanaman, salah satunya yaitu tanaman Amla (*Phyllanthus emblica* L.). Aktivitas antioksidan ekstrak Amla disebabkan karena keberadaan senyawa fenolik seperti asam galat dan flavonoid serta kandungan asam askorbat, hal ini dikarenakan ketiga senyawa tersebut memiliki gugus hidroksil yang dapat mendonorkan atom hidrogen kepada senyawa radikal bebas dan menstabilkan senyawa oksigen reaktif (ROS). Tujuan penulisan review artikel ini adalah untuk mengetahui potensi Amla (Kemloko) sebagai antioksidan. Metode yang digunakan dalam review artikel ini yaitu studi literatur terkait manfaat ekstrak Amla sebagai antioksidan melalui proses pencarian literatur dengan menggunakan artikel penelitian 10 tahun terakhir. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ekstrak Amla berpotensi sebagai antioksidan alami.

Kata Kunci :

Antioksidan,
Amla, Senyawa
Fenolik, Asam
Galat,
Flavonoid,
Asam Askorbat

ABSTRACT

The production of free radicals that exceeds the need will cause various degenerative diseases. Therefore, to protect itself from free radicals, the body produces anti-free radical compounds or so-called antioxidants. Antioxidants are compounds that are able to inhibit damage caused by free radical oxidation. Natural antioxidant compounds may be sourced from several plants, one of which is the Amla plant (*Phyllanthus emblica* L.). The antioxidant activity of Amla extract is due to the presence of phenolic compounds such as gallic acid and flavonoids as well as the content of ascorbic acid. This is because these three compounds contain hydroxyl groups that can donate hydrogen atoms to free radical compounds and stabilize reactive oxygen species (ROS). The purpose of writing this review article was to determine the potential of Amla (Kemloko) as an antioxidant. The method used in this article review was a literature study related to the benefits of Amla extract as an antioxidant through a literature search process using research articles from the last 10 years. Based on the conducted research, it shows that Amla extract has the potential as a natural antioxidant

Keywords :

Antioxidant,
Amla, Phenolic
Compounds,
Flavonoids,
Ascorbic Acid.

PENDAHULUAN

Dewasa ini dalam kehidupan sehari-hari tentu kita tidak bisa lepas dari senyawa radikal bebas seperti polusi udara akibat paparan asap rokok, gorengan, makanan yang dipanggang, paparan sinar matahari yang berlebihan, emisi kendaraan bermotor, obat-obatan sintetis. Meningkatnya jumlah radikal bebas dalam tubuh dapat memicu terjadinya penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes, peradangan dan penyakit kardiovaskular (Cahyaningrum et al., 2020). Radikal bebas yaitu sekelompok bahan kimia yang merupakan salah satu bentuk atom atau molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan pada kulit terluarnya atau dapat dikatakan kehilangan elektron, sehingga bersifat sangat reaktif mencari pasangan dengan cara mengikat elektron yang berada disekitarnya seperti lipid, protein, DNA, dan karbohidrat. Oleh karena itu radikal bebas bersifat toksik terhadap molekul biologi/sel. Jika suatu molekul non radikal bertemu dengan radikal bebas, maka akan terbentuk suatu molekul radikal yang baru (Werdhasari, 2014). Radikal bebas yang mengambil elektron dari DNA mengakibatkan perubahan struktur DNA sehingga timbullah sel-sel mutan. Bila mutasi ini berlangsung lama akan menimbulkan kanker. Radikal bebas juga berperan dalam proses menua, dimana reaksi inisiasi radikal bebas di mitokondria menyebabkan diproduksinya *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang bersifat reaktif (Werdhasari, 2014). Selain itu radikal bebas berperan dalam proses degenerasi yang sehingga mengakibatkan penurunan kemampuan jaringan secara perlahan-lahan dalam mengganti dan memperbaiki diri untuk mempertahankan fungsi normalnya. Perubahan-perubahan yang terjadi umumnya terdapat pada sistem sistem muskuloskeletal, saraf, kardiovaskular, respirasi (pernafasan), sistem indra (penglihat, pendengar, pengecap, pembau dan peraba), dan sistem integumen (Sulaiman dan Anggriani, 2017).

Untuk melindungi diri dari radikal bebas, tubuh memproduksi senyawa anti radikal bebas atau yang disebut dengan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa dalam jumlah kecil dibandingkan substrat yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi radikal bebas. Antioksidan bersifat sangat mudah dioksidasi, sehingga radikal bebas akan mengoksidasi antioksidan dan melindungi molekul lain dalam sel dari kerusakan akibat oksidasi oleh radikal bebas atau oksigen reaktif. Antioksidan diproduksi secara alami di dalam tubuh, namun jumlahnya sangat terbatas untuk bersaing dengan radikal bebas yang diproduksi oleh tubuh itu sendiri. Oleh karena itu, perlu adanya antioksidan dari luar tubuh. Penggunaan antioksidan sintetis memiliki efektivitas yang tinggi namun tidak aman bagi kesehatan. Salah satu contohnya yakni seperti pada antioksidan BHT (Butylated Hydroxy Toluene) dapat meracuni hewan coba dan bersifat karsinogenik. Sehingga industri makanan dan obat-obatan saat ini mengupayakan untuk mengembangkan antioksidan yang berasal dari alam (Cahyaningrum et al., 2020).

Senyawa yang dapat menangkap radikal bebas memiliki potensi besar dalam menyembuhkan penyakit tersebut (Liu et al., 2008). Berdasarkan penelitian (Kahkonen et al., 1999) dilaporkan bahwa senyawa fenolik pada tanaman memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan dapat membantu melindungi sel terhadap kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Karena adanya struktur cincin terkonjugasi dan gugus hidroksil, banyak senyawa fenolik berpotensi berfungsi sebagai antioksidan dengan pemulungan anion superoksida, oksigen singlet, dan radikal peroksi lipid, dan menstabilkan radikal bebas yang terlibat dalam proses oksidatif melalui hidrogenasi atau kompleks dengan spesies pengoksidasi (Liu et al., 2008).

Tanaman merupakan salah satu sumber antioksidan alami. Contoh tanaman yang berpotensi memiliki aktivitas sebagai antioksidan yaitu Kemloko atau Malaka atau disebut juga Amla. Amla (*Phyllanthus emblica L.*) juga dikenal sebagai *Indian Gooseberry* termasuk dalam genus *Euphorbia* merupakan tumbuhan peluruh atau pohon gugur yang umumnya tumbuh di daerah subtropis dan tropis Asia Tenggara termasuk India selatan dan Cina (Rose et al., 2018). Distribusi kemloko di Indonesia tersebar di wilayah Jawa, Sumatera, Kalimantan, Maluku, dan Nusa Tenggara (Uji, 2006). Sedangkan, persebaran tanaman ini di Bali meliputi Negara, Buleleng, dan Badung (Vika, 2019). Berbagai bagian tanaman amla, terutama buahnya, secara tradisional digunakan sebagai obat tradisional untuk berbagai penyakit dalam sistem pengobatan tradisional Cina dan India (Ayurveda) (Nisar et al., 2018; Rose et al., 2018). Sebagai salah satu buah yang berkhasiat, kandungan kimia utama *P. emblica* adalah fenolik (Kusirisin et al., 2009). Fenolik merupakan berbagai senyawa termasuk antosianin, flavonol, asam ellagic dan turunannya. Dalam hal ini fenolik dapat berpartisipasi dalam perlindungan terhadap tindakan berbahaya dari spesies oksigen reaktif dan menunjukkan berbagai efek biologis seperti antioksidan, antivirus, antimikroba, antitumor dan antibakteri (Luo et al., 2011).

METODE PENELITIAN

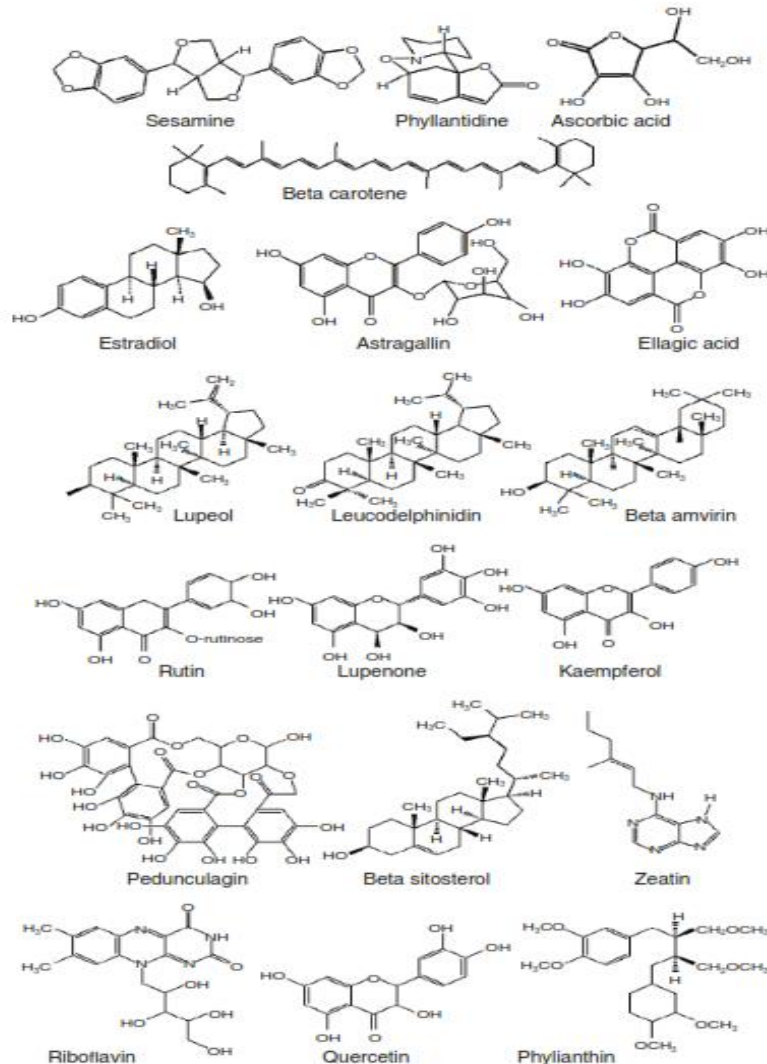
Metode yang digunakan dalam penulisan artikel review ini yaitu melalui studi literatur ilmiah. Pengumpulan data dilakukan secara *online* melalui *ScienceDirect*, *Google Scholar*, *ResearchGate*, *Pubmed* dan *Google*. Pencarian sumber pustaka atau acuan dilakukan dengan menggunakan kata kunci “Aktivitas antioksidan dari ekstrak *Phyllanthus emblica*, *Embllica officinalis*” atau “*Antioxidant activity of Phyllanthus emblica extract, Embllica officinalis*” dan bersumber dari jurnal-jurnal nasional maupun jurnal internasional 10 tahun terakhir. Jurnal referensi yang telah sesuai kemudian dikaji secara utuh, dan disajikan dalam bentuk review studi literatur ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Kimia Tanaman Amla/Kemloko (*Phyllanthus emblica*)

Kemloko atau Amla mengandung asam glutamat (29,6%), prolin (14,6%), asam aspartat (8,1%), alanin (5,4%), dan lisin (5,3%) dari total asam amino. Buah kemloko mengandung vitamin C (70-72%), tanin, asam phembembat (6,3%), asam galat (5%), lemak (6%), emblikol, flavonoid, dan asam mikat (Gaire and Subedi, 2014; Pandey and Pandey, 2011). Daun kemloko mengandung asam galat, *chebulic acid*, *ellargic acid*, *chebulinic acid*, *chebulagic acid*, *amllic acid*, *alkaloid*, *phyllantine*, *phyllantidine*, *gallo-tannin*, kaempferol, kaempferol-3-o-glukosida, dan rutin. Biji kemloko mengandung fosfat, minyak atsiri, asam linoleat, oleat, sterik, palmitat dan asam mistik. Kulit batang mengandung *leukodelphinidin*, tanin dan proantosianidin. Akar tanaman mengandung *ellargic acid* dan lupeol (Dasaroju and Gottumukkala, 2014; Nain et al., 2012). Berdasarkan penelitian Sheoran *et al* (2019) pada ekstrak metanol buah kemloko dilaporkan mengandung alkaloid, fenolik, tanin, flavonoid, karbohidrat, glikosida, saponin, dan terpenoid, sedangkan pada ekstrak kloroform hanya mengandung senyawa saponin dan antrakuinon (Vijayanand and Sanjana, 2017). Sebagai salah satu buah yang berkhasiat, kandungan kimia utama *P. emblica* adalah fenolik (Kusirisin et al., 2009). Berdasarkan penelitian Laullo et al (2018), ekstrak etil asetat dan eter buah kemloko mengandung sejumlah senyawa fenolik seperti asam galat, asam sinapinat, asam kebulat, alkil galat, dan galat asam mukat, dan juga tanin terhidrolisis seperti resveratrol, yang

bertanggung jawab atas sifat antioksidan DPPH yang tinggi. Selain itu ekstrak air buah kemloko juga mengandung asam fenolik seperti asam caffeic, asam sinapinat, dan asam galat yang berkontribusi pada sifat antioksidannya.



Gambar 1. Struktur Kimia Senyawa dari *Phyllanthus emblica* (Gaire and Subedi, 2014)

Antioksidan

Radikal bebas merupakan jenis Reactive Oxygen Species (ROS), yang mencakup semua molekul yang mengandung oksigen yang sangat reaktif. Jenis-jenis ROS yaitu radikal hidroksil, radikal anion super oksida, hidrogen peroksida, oksigen singlet, radikal oksida nitrat dan berbagai peroksida lipid. Semua jenis ROS ini mampu bereaksi dengan lipid membran, asam nukleat, protein dan enzim dan molekul kecil lainnya, yang mengakibatkan kerusakan sel. Dalam organisme hidup berbagai ROS dapat dibentuk dengan cara yang berbeda, termasuk respirasi aerobik normal, leukosit polimorfonuklear terstimulasi dan makrofag, dan peroksisom. Ini tampaknya menjadi sumber endogen utama dari sebagian besar oksidan yang diproduksi oleh sel. Sumber radikal bebas eksogen antara lain asap rokok, radiasi pengion, polutan tertentu, pelarut organik dan pestisida. Radikal bebas dapat didefinisikan sebagai spesies kimia yang terkait dengan elektron ganjil atau tidak berpasangan. Radikal bebas mampu menyerang sel-sel tubuh

yang sehat sehingga menyebabkan kehilangan struktur dan fungsinya. Kerusakan sel akibat radikal bebas tampaknya menjadi kontributor utama penuaan dan penyakit degeneratif penuaan seperti kanker, penyakit kardiovaskular, katarak, penurunan sistem kekebalan tubuh, penyakit hati, diabetes mellitus, peradangan, gagal ginjal, disfungsi otak. dan stres (Boligon *et al.*, 2014).

Untuk melindungi sel dan sistem organ tubuh terhadap spesies oksigen reaktif, manusia telah mengembangkan sistem perlindungan antioksidan yang sangat canggih dan kompleks, yang berfungsi secara interaktif dan sinergis untuk menetralkan radikal bebas. Dengan demikian, antioksidan mampu menstabilkan atau menonaktifkan radikal bebas sebelum menyerang sel. Antioksidan adalah zat yang secara efisien dapat mereduksi pro-oksidan bersamaan dengan pembentukan produk yang tidak memiliki atau toksisitas rendah. Perlindungan ini mungkin didasarkan pada beberapa mekanisme aksi, yaitu: penghambatan generasi dan kapasitas pemulungan terhadap ROS/RNS (Reactive Nitrogen Species); mengurangi kapasitas; kapasitas chelating logam; aktivitas sebagai enzim antioksidan; penghambatan enzim oksidatif (Boligon *et al.*, 2014).

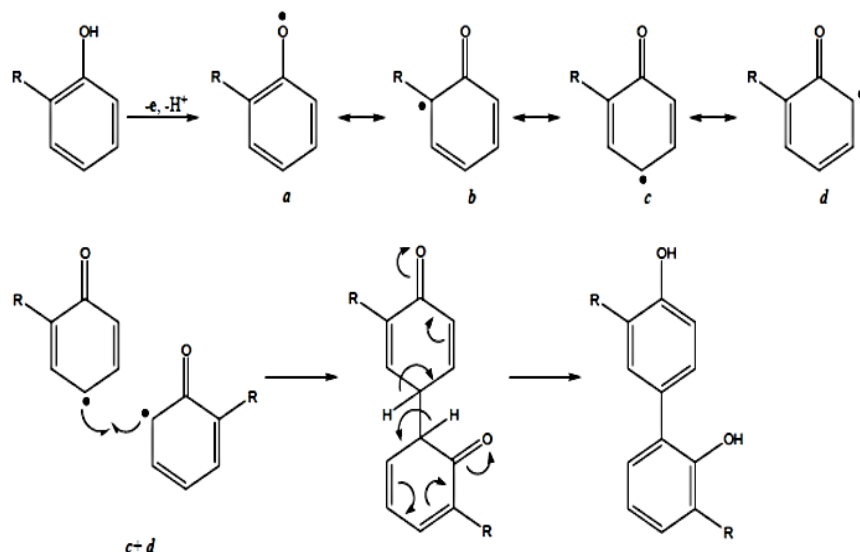
Tubuh kita juga dapat menghasilkan antioksidan alami seperti senyawa seperti *cysteine*, *glutathione*, *D-penicillamin*, serta komponen seperti molekul transferin yang mengandung zat besi dan seruloplasmin protein (Youngson, 2005) yang ditemukan dalam darah. Selain itu terdapat enzim yang di produksi oleh tubuh dan terdapat pada berbagai bagian sel yang berkhasiat sebagai antioksidan seperti dismutase superoksida (SOD), *glutathione peroxidase* (GPx), *glutathione reductase* (GR) dan katalase (CAT) (Varjovi *et al.*, 2015). Salah satu sumber anti oksidan alami yang banyak tersebar di alam yaitu seperti senyawa vitamin C, vitamin E, karotenoid dan fenol (asam fenolik contohnya hidroksisinasinamik, flavonoid, dan antosianin) (Sardarodiyani and Sani, 2016).

Metode untuk menganalisis suatu sampel yang memiliki aktivitas antioksidan seperti metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhidrazil*), FTC (*Ferric Thiocyanate*), TBA (*Thiobarbituric-Acid*), dan FRAP (*Ferric reducing antioxidant power*) dan ABTS. Metode yang biasa digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan yaitu metode DPPH, karena metode ini mudah dikerjakan, sederhana, cepat, sensitif dan hanya memerlukan sedikit sampel serta memberikan hasil yang akurat (Handayani dkk, 2014; Langi dkk., 2020). Metode DPPH akan memberikan hasil potensi antioksidan berdasarkan nilai $[\text{IC}]_{50}$. Nilai $[\text{IC}]_{50}$ menunjukkan konsentrasi ekstrak yang dapat menghambat 50% oksidasi. Rentang suatu senyawa dikatakan memiliki aktivitas sebagai antioksidan kuat jika memiliki nilai $[\text{IC}]_{50}$ dengan rentang 50 ppm – 100 ppm dan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai $[\text{IC}]_{50} < 50$ ppm (Tristantini dkk, 2016).

Karakteristik Senyawa Antioksidan

Senyawa antioksidan merupakan suatu senyawa yang berperan dalam menangkalkan radikal bebas. Kandungan senyawa antioksidan pada tanaman Amla (Kemloko) yaitu senyawa fenolik terutama asam galat, tanin dan flavonoid bersama dengan vitamin C merupakan senyawa penting yang menunjukkan sifat antioksidan kuat. Sehingga dalam penanganan sumber antioksidan perlu diperhatikan kestabilan senyawanya. Menurut Janeiro and Brett (2004), senyawa fenolik memiliki mekanisme sebagai antioksidan yaitu melalui akibat kemampuan dari gugus fenol untuk mengikat suatu radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogennya melalui proses transfer elektron, sehingga fenol berubah menjadi radikal fenoksil (**Gambar 2**). Melalui efek resonansi, radikal fenoksil yang terbentuk dari hasil reaksi fenol dengan radikal bebas akan mengalami penstabilan diri.

Karena hal tersebut maka derivat dari fenol merupakan donor hidrogen yang baik yang dapat menghambat reaksi yang terjadi akibat senyawa radikal. Senyawa fenol ini juga disebut sebagai inhibitor radikal (Kate, 2014).



Gambar 2. Reaksi Pembentukan dan Penggabungan Radikal Fenoksil (Kate, 2014)

Flavonoid termasuk senyawa golongan polifenol yang bersifat cenderung polar karena memiliki gugus hidroksil, sehingga dapat larut dalam metanol, aseton, etanol, dimetil sulfoksida dan butanol. Hal ini karena flavonoid terikat dalam bentuk glikosida sehingga campuran pelarut metanol, aseton, etanol, dan dimetil sulfoksida dengan air merupakan pelarut yang cocok digunakan untuk flavonoid glikosida. Sedangkan untuk pelarut kloroform dan eter cocok digunakan dalam bentuk aglikon seperti flavon, flavonol, flavanon karena lebih mudah larut. Flavonoid dioksidasi oleh radikal, menghasilkan radikal yang lebih stabil dan tidak reaktif. Dengan kata lain, flavonoid menstabilkan spesies oksigen reaktif melalui reaksi dengan senyawa reaktif radikal. Flavonoid terpilih bisa langsung menangkap superoksida, sedangkan flavonoid lainnya bisa menangkap turunan radikal oksigen yang sangat reaktif disebut peroxyinitrit. Epicatechin dan rutin juga merupakan penangkap radikal yang kuat. Kemampuan penangkap mungkin karena aktivitas inhibitorynya pada enzim xantin oksidase. Dengan menangkap radikal, flavonoid dapat menghambat oksidasi LDL secara in vitro. Tindakan ini melindungi partikel LDL dan, secara teoritis, flavonoid mungkin memiliki tindakan pencegahan melawan aterosklerosis (Arifin dan Ibrahim, 2018). Flavonoid mampu menangkap radikal bebas secara langsung melalui sumbangan atom hidrogen. Radikal dibuat tidak aktif menurut persamaan reaksi pada Gambar 2, di mana $R \cdot$ adalah radikal bebas dan $Fl-O \cdot$ adalah radikal fenoksil. Aktivitas antioksidan invitro flavonoid bergantung pada penataan gugus fungsi pada struktur intinya. Konfigurasi dan jumlah total gugus hidroksil secara substansial mempengaruhi mekanisme aktivitas antioksidan. Konfigurasi hidroksil cincin B adalah yang paling banyak menentukan penangkapan ROS, sedangkan substitusi cincin A dan C memiliki dampak kecil konstanta laju penangkapan radikal anion superoksida. Aktivitas antioksidan invitro dapat ditingkatkan melalui polimerisasi monomer flavonoid, missal Proanthocyanidin (juga dikenal sebagai tanin terkondensat), polimer dari katekin, sangat baik dalam antioksidan invitro karena tingginya jumlah gugus hidroksil dalam molekulnya. Kapasitas antioksidan

proanthocyanidin tergantung pada oligomer rantai panjang dan jenis ROS yang dengannya mereka bereaksi (Procházková dkk, 2011). Struktur flavonoid tersusun dari struktur dasar fenol yang memiliki karakteristik mudah teroksidasi dan sensitif terhadap pemanasan. Terjadinya dekomposisi fenol akibat adanya suhu yang meningkat sehingga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Adanya pemutusan rantai molekul dan terjadinya reaksi oksidasi yang mengakibatkan oksidasi gugus hidroksil sehingga membentuk senyawa lain yang mudah menguap dengan cepat merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan senyawa flavonoid akibat suhu pengeringan (Zainolet al., 2009).

Asam galat (asam 3,4,5-trihidroksibenzoat) merupakan senyawa fenolik yang bukan tergolong dalam flavonoid. Gugus fungsi dalam struktur asam galat yang bertanggung jawab memberikan aktivitas antioksidan adalah 3 gugus hidroksil (Kate, 2014). Tanin merupakan suatu senyawa polifenol yang berasal dari tumbuhan dan memiliki karakteristik rasa yang pahit dan kelat atau sepat. Tanin terdiri dari dua jenis yaitu tanin terhidrolisis dan terkondensasi. Terbentuknya tanin terhidrolisis karena adanya ikatan ester pada molekul gula dengan polimer gallic dan ellagic acid. Sedangkan pada tanin terkondensasi terbentuk karena ikatan karbon-karbon pada polimer senyawa flavonoid. Tanin terkondensasi dinyatakan dalam satuan mg katekin/kg ekstrak (Sampepana dkk., 2020). Penambahan formaldehid 3 % + HCl 1 N (2:1) dalam uji fitokimia untuk membedakan antara tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis bertujuan untuk menentukan adanya tanin terkondensasi, jika hasil positif mengandung tanin terkondensasi maka akan terbentuk endapan warna merah muda. Filtrat hasil uji tanin terkondensasi diuji dengan FeCl_3 1 % untuk menentukan tanin terhidrolisis. Jika menunjukkan warna biru tinta atau hitam maka ekstrak positif mengandung tanin terhidrolisis (Sari dkk., 2015).

Vitamin C (*L*-asam askorbat) bekerja sebagai antioksidan alami dengan kelarutan tinggi dalam air, namun adanya sifat hidrofilik mampu mengurangi efektivitas dalam menstabilkan lemak dan minyak oleh sebab itu dapat diatasi dengan dengan mensintesis senyawa ester-C (ester askorbil asam lemak) yang merupakan turunan dari vitamin C (Wijayati dkk., 2016; Costa et al., 2014). Vitamin C juga disebut sebagai elektron donor (pemberi elektron) sehingga termasuk dalam senyawa anti-oksidan. Vitamin C sebagai pemberi elektron juga dapat dikatakan sebagai agen reduktor, dimana berasal dari sifat ikatan ganda antara C-2 dan C-3 dari cicin lakton 6 karbon tersebut sehingga vitamin C dapat mencegah senyawa-senyawa lain mengalami oksidasi (Febrianti dkk., 2015). Vitamin C atau asam askorbat mempunyai berat molekul 176 dengan rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, dalam bentuk kristal tidak berwarna, titik cair $190^\circ\text{C} - 192^\circ\text{C}$. Vitamin C bersifat larut dalam air, dan sedikit larut dalam aseton atau alkohol yang mempunyai berat molekul rendah. Vitamin C mempunyai sifat yang asam dan sifat pereduksi yang kuat. Struktur kimianya terdiri dari rantai 6 atom C dan kedudukannya tidak stabil ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), karena mudah bereaksi dengan O_2 di udara sehingga menjadi asam dehidroaskorbat. Asam askorbat pada tumbuhan merupakan metabolit sekunder, karena terbentuk dari glukosa melalui jalur asam D-glukoronat dan L-gulonat (Cahyadi dkk., 2018). Sifat asam askorbat adalah mudah berubah akibat oksidasi namun stabil jika merupakan kristal murni. Selain itu, asam askorbat mudah rusak oleh pH, cahaya dan temperatur. Larutan encer vitamin C pada pH kurang dari 7.5 masih stabil apabila tidak ada katalisator. Penggunaan suhu yang tinggi dengan waktu yang lama akan menurunkan jumlah asam askorbatnya. Asam askorbat bekerja secara sinergis dengan vitamin E untuk menangkal radikal bebas. Sebagai senyawa peredam radikal bebas, asam askorbat dapat langsung

bereaksi dengan anion superoksida, radikal hidroksil, oksigen singlet dan lipid peroksida (Cahyadi dkk., 2018).

Mekanisme Tanaman Amla/Kemloko (*Phyllanthus emblica* / *Emblica officinalis*) Sebagai Antioksidan

Berdasarkan penelitian Cahyaningrum *et al* (2020) dilakukan pengukuran antioksidan loloh buah malaka (amla / *Phyllanthus emblica*) menggunakan metode DPPH yang ditandai dengan perubahan warna dari ungu menjadi kuning setelah diinkubasi selama 30 menit. Tujuan inkubasi adalah untuk mempercepat reaksi antara radikal DPPH dengan sampel yang berperan sebagai antioksidan. Berdasarkan hasil analisis yang di peroleh, buah Malaka (*Phyllanthus emblica* L.) memiliki aktivitas antioksidan dengan kapasitas antioksidan sebesar 164 mg/100 mL dengan IC50 sebesar 691,1 µg/mL sehingga berpotensi sebagai antioksidan alami karena secara spesifik suatu bahan dikatakan memiliki sifat antioksidan apabila memiliki nilai IC 50% berkisar antara 200-1000 µg/mL. Uji parameter yang mendukung aktivitas antioksidan loloh Malaka (*Phyllanthus emblica* L.) memberikan nilai spesifik yaitu kandungan vitamin C sebesar 0,1848 mg/100 mL, flavonoid 3,15 mg/100 mL, fenol 375mg/100 mL, dan tanin 546 mg/100 mL. Adanya fenol dan vitamin C menyatakan bahwa dalam loloh buah Malaka (*Phyllanthus emblica* L.) dalam bahan atau sampel mampu bergerak untuk menghambat oksidasi dikarenakan kapasitas antioksidan suatu bahan tergantung pada komponen antioksidan yaitu senyawa fenol dan vitamin C.

Faktor yang mempengaruhi peningkatan kapasitas antioksidan adalah konsentrasi, suhu dan waktu pemanasan. Dalam penelitian ini, air digunakan sebagai pelarut dalam pembuatan buah loloh Malaka. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan buah Malaka belum mencapai titik optimal. Kapasitas antioksidan suatu bahan dipengaruhi oleh komponen-komponen dalam bahan yang mampu bergerak menghambat oksidasi. Pemilihan proses ekstraksi dan pelarut yang digunakan merupakan penentu tinggi rendahnya kapasitas antioksidan dalam sampel. Jenis dan polaritas pelarut ekstraksi dapat mempengaruhi transfer elektron tunggal dan transfer atom hidrogen yang merupakan aspek kunci dalam pengujian aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi yang sebanding antara kadar senyawa metabolit sekunder dan bentuk komponen bioaktif terhadap aktivitas antioksidan dari sampel tanaman yang dianalisis (Cahyaningrum *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian Laullo *et al* (2018), uji antioksidan seperti uji pemulungan radikal DPPH dan ABTS dilakukan pada ekstrak buah Amla yang berbeda. Aktivitas penangkapan radikal dari ekstrak yang berbeda dibandingkan dengan beberapa standar seperti asam askorbat, asam galat, quercetin, dan Trolox, dan hasilnya dirangkum dalam Tabel 1. yaitu konsentrasi pemulung 50% (SC50) didasarkan pada jumlah senyawa yang dibutuhkan untuk menurunkan konsentrasi radikal DPPH awal sebesar 50%. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh ekstrak etil asetat *Phyllanthus emblica* menunjukkan kandungan total fenolik dan flavonoid tertinggi, yang juga ditemukan memiliki potensi antioksidan tertinggi masing – masing dengan SC50, 1,33±0,77 µg/mL dan 4,13±0,99 µg/mL untuk uji DPPH dan ABTS. Tingginya kandungan fenolik, flavonoid, dan aktivitas antioksidan ekstrak menunjukkan bahwa Amla (*Phyllanthus emblica*) dapat dimanfaatkan sebagai suplemen antioksidan. Adanya fenol dan asam fenolik menjelaskan sifat antioksidan dari ekstrak yang berbeda. Ekstrak etil asetat dan eter mengandung sejumlah senyawa fenolik seperti asam galat, asam sinapinat, asam kebulat, alkil galat, dan asam mukus galat, serta tanin terhidrolisis seperti resveratrol, yang berperan atas sifat

antioksidan DPPH yang tinggi. Ekstrak air juga mengandung asam fenolik seperti asam caffeic, asam sinapinat, dan galat, yang berkontribusi pada sifat antioksidannya. Kehadiran flavonoid campesterol dan β -sitosterol dalam ekstrak BuOH (butanol) bertanggung jawab atas sifat antioksidan dalam uji antioksidan ABTS. Nilai SC50 untuk aktivitas penangkal radikal DPPH dari urutan tertinggi hingga terendah yaitu berada pada urutan ekstrak etil asetat > eter > air > butanol sedangkan untuk uji ABTS urutannya yaitu dimulai dari ekstrak etil asetat > butanol > air > eter seperti yang tertera pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Aktivitas Pemulungan (SC50) dari Ekstrak Buah *Phyllanthus emblica* yang Berbeda (Laulloo et al., 2018),

Standard	DPPH, $\mu\text{g/mL}$	ABTS, $\mu\text{g/mL}$	Fruit extract	DPPH, $\mu\text{g/mL}$	ABTS, $\mu\text{g/mL}$
Ascorbic acid	210.4 \pm 139.4	-	Ether extract	3.51 \pm 0.71	13.51 \pm 0.67
Gallic acid	0.33 \pm 0.209	-	Ethyl acetate extract	1.33 \pm 0.77	3.91 \pm 2.10
Quercetin	0.77 \pm 0.031	-	Butanol extract	6.31 \pm 2.44	4.13 \pm 0.99
Trolox	-	20.58 \pm 2.24	Aqueous extract	5.68 \pm 3.06	5.22 \pm 0.01

Berdasarkan penelitian Tahir *et al* (2016), ekstrak metanol daun *Phyllanthus emblica* menunjukkan aktivitas antioksidan secara in vitro yang cukup baik untuk pemulungan radikal DPPH, oksida nitrat dan peroksidasi lipid dengan diperoleh berturut-turut nilai IC50 sebesar 39,73 \pm 2,12 $\mu\text{g/mL}$, 39,14 \pm 2,31 $\mu\text{g/mL}$ dan 84,10 \pm 3,04 $\mu\text{g/mL}$. Pemberian ekstrak metanol daun *P. emblica* (PELE) ke tikus yang terpapar CCl4 menunjukkan kemampuan pemulihan yang kuat seperti yang dibuktikan dengan terjadinya peningkatan tingkat aktivitas katalase, superoksida dismutase, glutathione peroksidase dan GSH dalam sampel paru tikus. PELE juga mampu memperbaiki cedera oksidatif yang diinduksi dengan CCl4 dan menurunkan peningkatan kadar TBARS, H2O2 dan oksida nitrat dalam sampel paru-paru tikus. Kemampuan memperbaiki PELE pada histopatologi paru-paru mendukung kemampuan antioksidannya, hal ini disebabkan karena adanya kandungan asam galat, rutin, asam caffeic, kaempferol dan fito-konstituen aktif lainnya yang terdapat dalam ekstrak metanol daun *P. emblica*. Berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa PELE (ekstrak metanol daun *P. emblica*) dapat berperan dalam memodulasi respon seluler dan menjaga integritas fungsional jaringan paru.

Berdasarkan penelitian Iamsaard et al (2014), dilakukan uji antioksidan ekstrak air *Phyllanthus emblica* dari masing-masing bagian tanaman yakni bagian daun, cabang dan kulit kayu. Untuk uji scavenging 2-diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH), menunjukkan hasil bahwa setiap bagian ekstrak *Phyllanthus emblica* memiliki hubungan konsentrasi-respon dalam aktivitas pemulungan radikal DPPH yang mirip dengan kontrol positif (asam askorbat). Dalam penelitian ini ekstrak air daun, ranting dan kulit kayu *Phyllanthus emblica* memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan dengan kontrol positif (asam askorbat), hal ini ditunjukkan dengan nilai IC50 ekstrak air daun Amla 7,72 \pm 0,25 $\mu\text{g/ml}$, nilai IC50 ekstrak air ranting Amla sebesar 6,92 \pm 0,22 $\mu\text{g/ml}$, dan nilai IC50 ekstrak kulit kayu Amla sebesar 6,54 \pm 0,27 $\mu\text{g/ml}$ dimana nilai IC50 ketiga ekstrak

air masing-masing bagian tanaman dari *Phyllanthus emblica* ini sangat dekat dan lebih rendah dari asam askorbat ($8,06 \pm 0,01 \mu\text{g/ml}$).

Berdasarkan penelitian Pientaweeratch *et al* (2016), dilakukan uji antioksidan menggunakan 3 sampel yakni ekstrak etanol Amla, ekstrak etanol Sawo dan Silymarin dengan senyawa pembanding yaitu asam askorbat. Dalam penelitian ini, ekstrak etanol Amla (*Phyllanthus emblica*) memiliki aktivitas antioksidan tertinggi yakni pada pemulungan radikal bebas DPPH dan ABTS dibandingkan dengan ekstrak etanol *M. zapota* dan Silymarin, dengan nilai IC50 sebesar $1,70 \pm 0,07 \mu\text{g/mL}$ untuk uji DPPH dan $4,45 \pm 0,10 \mu\text{g/mL}$ untuk uji ABTS. Hal ini dikarenakan kandungan senyawa fenolik yang terdapat dalam tanaman Amla, dimana sampel dengan kandungan senyawa fenolik yang tinggi cenderung menunjukkan aktivitas pemulungan radikal DPPH yang tinggi. Adapun faktor di balik korelasi antara aktivitas radikal bebas, TPC dan DPPH dikarenakan prinsip yang sama yang memanfaatkan mekanisme transfer elektron.

Penelitian Tasanarong *et al* (2014) ini menunjukkan bahwa pretreatment pemberian ekstrak PE (*Phyllanthus emblica*) selama lima hari dalam dosis 250 dan 500 mg/kg/hari sebelum induksi CI-AKI (Contrast-induced acute kidney injury) memberikan efek renoprotektif yang signifikan pada model tikus CI-AKI. Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak PE dapat mewakili pendekatan pencegahan baru dan efektif untuk CI-AKI sebagai hasil dari kapasitas antioksidannya untuk mempertahankan fungsi ginjal dan secara langsung melindungi jaringan ginjal.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam Amla teridentifikasi sebagai sumber penghasil antioksidan pada Amla (*Phyllanthus emblica*) seperti asam askorbat (vitamin C) dan senyawa fenolik seperti asam galat dan flavonoid. Senyawa fenol memiliki kapasitas untuk bertindak sebagai donor hidrogen atau untuk mengkelat ion logam seperti besi dan tembaga, dengan menghambat oksidasi lipoprotein densitas rendah (LDL). Karakteristik dalam senyawa fenolik ini dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit neurodegeneratif. Senyawa fenolik secara *in vitro* dapat menghambat oksidasi LDL. Senyawa fenolik mengurangi atau menghambat radikal bebas dengan mentransfer atom hidrogen, dari gugus hidroksilnya. Mekanisme reaksi senyawa fenolik dengan radikal peroksil (ROO^\bullet) melibatkan transfer kation hidrogen dari fenol ke radikal, membentuk keadaan transisi ikatan H-O dengan satu elektron. Kapasitas antioksidan senyawa fenolik sangat berkurang ketika media reaksi terdiri dari pelarut yang rentan terhadap pembentukan ikatan hidrogen dengan senyawa fenolik. Misalnya, alkohol memiliki efek ganda pada laju reaksi antara fenol dan radikal peroksil. Di satu sisi, alkohol bertindak sebagai akseptor ikatan hidrogen. Di sisi lain, mereka mendukung ionisasi fenol menjadi anion fenoksida, yang dapat bereaksi cepat dengan radikal peroksil, melalui transfer elektron. Efek keseluruhan pelarut pada aktivitas antioksidan senyawa fenolik sangat bergantung pada derajat ionisasi senyawa terakhir. Senyawa fenolik yang paling mungkin mengalami HAT (transfer atom hydrogen) adalah tokoferol, diikuti oleh hidroksitirosol, asam galat, asam caffeic, dan epikatekin, sedangkan senyawa fenolik yang lebih mampu SET (transfer elektron tunggal) adalah kaempferol dan resveratrol (Shalaby, 2019).

Mekanisme flavonoid sebagai antioksidan yakni dengan cara berikatan dengan radikal bebas, yang mengakibatkan flavonoid teroksidasi. Hal ini disebabkan karena flavonoid dapat menghasilkan radikal yang lebih stabil dan kurang reaktif akibat memiliki gugus hidroksil dengan reaktivitas yang tinggi, sehingga flavonoid dapat menstabilkan *reactive oxygen species* (ROS) (Panche dkk, 2016). Sedangkan vitamin C secara kimiawi mampu bereaksi dengan sebagian besar ROS yang penting secara fisiologis dan bertindak

sebagai antioksidan yang larut dalam air. Mekanisme reaksi antioksidan vitamin C didasarkan pada HAT (transfer atom hydrogen) terhadap radikal peroksil, inaktivasi oksigen singlet dan eliminasi molekul oksigen (Shalaby, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan berkaitan dengan aktivitas antioksidan tanaman Amla atau Kemloko (*Phyllanthus emblica* atau *Emblica officinalis*) dapat disimpulkan bahwa tanaman Amla memiliki beberapa senyawa yang bersifat sebagai antioksidan diantaranya vitamin C (asam askorbat) dan senyawa fenolik seperti asam galat dan flavonoid. Sehingga tanaman Amla memiliki potensi sebagai antioksidan alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, B. dan S. Ibrahim. 2018. Struktur, Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1): 21-29.
- Boligon, A. A., M. M. Machado, and M. L. Athayde. 2014. Review Article: Technical Evaluation of Antioxidant Activity. *Medical Chemistry*. 4(7): 517-522.
- Cahyadi, W., T. Gozali, dan A. Fachrina. 2018. Pengaruh Konsentrasi Gula Stevia dan Penambahan Asam Askorbat Terhadap Karakteristik Koktil Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia*). *Pasundan Food Technology Journal*. 5(2): 154-163.
- Cahyaningrum, P. L., S. A. M. Yuliari, C. Putra and I. B. P. Suta. 2020. Antioxidant Activity of Loloh Malaka Fruit (*Phyllanthus emblica* L.) in Ayurveda Medication: How It Supports Environmental Conservation. *International Conference on Innovation In Research. Journal of Physics Conference*. 1469: 1-8.
- Costa, I. C. R., F. K. Sutili, G. V. V. da Silva, S. G. F. Leite, L. S. M. Miranda, and R. O. M. A. de Souza. 2014. Lipase Catalyzed Ascorbyl Palmitate Synthesis under Microwave Irradiation. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. 102: 1-20.
- Dasaroju, S., dan K. M. Gottumukkala. 2014. Current Trends in the Research of *Emblica officinalis* (Amla): A Pharmacological Perspective. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review*. 24:150-159.
- Febrianti, N., I. Yuniato, dan R. Dhaniaputri. 2015. Kandungan Antioksidan Asam Askorbat pada Jus Buah-Buahan Tropis. *Jurnal Bioedukatika*. 3(1): 6-9.
- Gaire, B. P., and L. Subedi. 2014. Review: Phytochemistry, Pharmacology and Medicinal Properties of Properties of *Phyllanthus emblica* Linn. *Chinese Journal of Integrative Medicine*. 1-8.
- Handayani, V., A. R. Ahmad, dan M. Sudir. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etilingera elatior* (Jack) R. M.Sm) Menggunakan Metode DPPH. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 1(2): 86-93.

- Iamsaard, S., S. Arun, J. Burawat, W. Sukhorum, J. Wattanathorn, S. Nualkaew, and B. Sripanidkulchai. 2014. Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Thai-Makham Pom (*Phyllanthus emblica* L.) Aqueous Extracts. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*. 15(4): 405-408.
- Janeiro, P., and A. M. O. Brett. 2004. Catechin Electrochemical Oxidation Mechanisms. *Analytica Chimica Acta*. 518: 109-115.
- Kate, D. I. 2014. Penetapan Kandungan Fenolik Total dan Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH (*1,1-Diphenyl-2-Pikrilhidrazil*) Ekstrak Metanolik Umbi Bidara Upas (*Merremia mammosa* (Lour) Hallier F.). *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Kusirisin, W., S. Srichairatanakool, P. Lertrakarnnon, N. Lailerd, M. Suttajit, C. Jaikang, and C. Chaiyasut. 2009. Antioxidative Activity, Polyphenolic Content and Anti-Glycation Effect of Some Thai Medicinal Plants Traditionally Used in Diabetic Patients. *Medicinal Chemistry*. 5(2): 139-147.
- Langi, P., A. Yudistira, dan K. L. R. Mansauda. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan Karang Lunak (*Nephthea* sp.) dengan Menggunakan Metode DPPH (*1-1-difenil-2-pikrilhidrazil*). *Pharmacon*. 9(3): 425-431.
- Laulloo, S. J., M. G. Bhowon, L. S. Chua, and H. Gaungoo. 2018. Phytochemical Screening and Antioxidant Properties of *Phyllanthus emblica* from Mauritis. *Chemistry of Natural Compounds*. 54(1): 50-55.
- Liu, X., M. Zhao, J. Wang, B. Yang, and Y. Jiang. 2008. Antioxidant Activity of Methanolic Extract of Emblica Fruit (*Phyllanthus emblica* L.) from Six Regions in China. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21: 219-228.
- Luo, W., M. Zhao, B. Yang, J. Ren, G. Shen, and G. Rao. 2011. Antioxidant and Antiproliferative Capacities of Phenolics Purified from *Phyllanthus emblica* L. Fruit. *Food Chemistry*. 126: 277-282.
- Nain, P., Y. Saini, S. Sharma, and J. Nain. 2012. Antidiabetic and antioxidant potential of Emblica officinalis Gaertn. Leaves extract on alloxan-induced type-2 diabetes mellitus (T₂DM) rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 142(1): 65-71.
- Nisar, M. H., J. He, A. Ahmed, Y. Yang, M. Li, and C. Wan. 2018. Chemical Components and Biological Activities of the Genus Phyllanthus: A Review of the Recent Literature. *Molecules*. 23: 1-25.
- Pandey, G., and S. P. Pandey. 2011. Phytochemical and Toxicity Study of *Emblica officinalis* (Amla). *International Research Journal of Pharmacy*. 2(3): 270-272.
- Pientaweeratch, S., V. Panapisal, and A. Tansirikongkol. 2016. Antioxidant, Anti-Collagenase and Anti-Elastase Activities of *Phyllanthus emblica*, *Manilkara zapota* and Silymarin: An In Vitro Comparative Study for Anti-Aging Applications. *Pharmaceutical Biology*. 54(9): 1865-1872.

- Rose, K., C. Wan, A. Thomas, N. P. Seeram, and H. Ma. 2018. Phenolic Compounds Isolated and Identified from Amla (*Phyllanthus emblica*) Juice Powder and their Antioxidant and Neuroprotective Activities. *Natural Product Communication*. 13(10): 1309-1311.
- Sampepana, E., S. Fitriani, R. Apriadi, dan A. Rahmadi. 2020. Kandungan Fenolik, Flavonoid, Tanin dan Aktivitas Antioksidan Produk UKM Teh Tiwai di Kabupaten Kutai Kertanegara Secara Spektrofotometri UV-Vis. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat*. Samarinda: 1-12.
- Sardarodiyani, M., and A. M. Sani. 2016. Natural Antioxidant: Sources, Extraction and Application in Food Systems. *Nutrition and Food Science*. 46(3): 363-373.
- Sari, P. P., W. S. Rita, dan N. M. Puspawati. 2015. Identifikasi dan Uji Aktivitas Senyawa Tanin dari Ekstrak Daun Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr) Sebagai Antibakteri *Escherichia coli* (*E. coli*). *Jurnal Kimia*. 9(1): 27-34.
- Shalaby, E. 2019. *Antioxidants*. Volume 5th. London: Intech Open
- Sheoran, S., P. Nidhi, V. Kumar, G. Singh, U. R. Lal, A. Sourirajan, and K. Dev. 2019. Altitudinal Variation in Gallic Acid Content in Fruits of *Phyllanthus emblica* L. and Its Correlation with Antioxidant and Antimicrobial Activity. *International Journal of Plant Research*. 32(3): 387-396.
- Sulaiman dan Anggriani. 2017. Sosialisasi Pencegahan Kasus Stroke Pada Lanjut Usia di Desa Hamparan Perak Kecamatan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(2): 70-74.
- Tahir, I., M. R. Khan, N. A. Shah, and M. Aftab. 2016. Evaluation of Phytochemicals, Antioxidant Activity and Amelioration of Pulmonary Fibrosis with *Phyllanthus emblica* Leaves. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 16(1): 1-12.
- Tasanarong, A., S. Kongkham, and A. Itharat. 2014. Antioxidant effect of *Phyllanthus emblica* extract prevents contrast-induced acute kidney injury. *BMC Complementary & Alternative Medicine*. 14(138): 1-11.
- Tristantini, D., A. Ismawati, B. T. Pradana, dan J. G. Jonathan. 2016. *Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (Mimusops elengi L.)*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”. Yogyakarta: 1-7.
- Uji, T. 2006. Review: Keanekaragaman Jenis Buah-Buahan Asli Indonesia dan Potensinya. *Jurnal Puslit Biologi LIPI*. 8: 157-167.
- Varjovi, M. B., M. Valizadeh, and A. Bandehagh. 2015. Primary Antioxidant Enzymes and Their Important Role in Oxidative Stress in Plants and Mammalian. *Biological Forum an International Journal*. 7(1): 148-154.
- Vijayanand, S., and T. Sanjana. 2017. Phytochemical Studies of *Phyllanthus emblica*, *Ananas comosus*, *Momordica charantia* Extracts. *International Journal of Pharma Research and Health Sciences*. 5(4): 1810-1815.

- Vika, N. N. A. S. 2019. Studi Aktivitas Penghambatan Enzim α -Glukosidase Oleh Ekstrak Etanol Buah Kemloko (*Phyllanthus emblica* L.). *Skripsi*. Bali: Universitas Udayana.
- Werdhasari, A. 2014. Peran Antioksidan Bagi Kesehatan. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. 3(2): 59-68.
- Wijayati, N., S. A. Rohmah, dan S. Supariono. 2016. Sintesis Ester-C Sebagai Senyawa Antioksidan Menggunakan Biokatalis Enzim Lipase/Zeolit Alam. *Journal Kimia Riset*. 1(1): 7-13.
- Youngson, R. 2005. *Antioksidan Manfaat Vitamin C dan E Bagi Kesehatan*. Jakarta: Arcan.
- Zainol, M. K., A. A Hamid, F. A. Bakar, and M. S. P. Dek. 2009. Effect of Different Drying Methods on the Degradation of Selected Flavonoids in *Centella asiatica*. *International Food Research Journal*. 16: 531-537.
- Procházková, I., Boušová, and N., Wilhelmová. 2011. Antioxidant And Prooxidant Properties Of flavonoids. *Fitoterapia*. 82(4): 513–523.