

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Mahoni

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Mahoni

Mahoni dalam klasifikasinya termasuk famili *Meliaceae*. Ada dua spesies yang cukup dikenal yaitu: *Swietenia macrophylla* (mahoni daun lebar) dan *Swietenia mahagoni* (mahoni daun sempit). Mahoni dapat ditemukan tumbuh liar di hutan jati dan tempat-tempat lain yang dekat dengan pantai atau ditanam ditepi jalan sebagai pohon pelindung (Yuniarti., 2008).

Tanaman mahoni tersusun dalam sistematika sebagai berikut:

Kingdom : Plantae (tumbuhan)
Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)
Ordo : *Sapindales*
Famili : *Meliaceae*
Genus : *Swietenia*
Spesies : *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq
Sinonim : *Swietenia mahogoni* Lam., *Swietenia mahogani* C. DC., *Swietenia mahagoni* var. *praecociflora* Hemsl., *Swietenia acutifolia* Stokes, *Cedrela mahagoni* L. (Ahmad *et al.*, 2019)



**Gambar 2.1. Tanaman Mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) jacq.)
Sumber: (Ahmad *et al.*, 2019)**

Mahoni berasal dari Amerika tengah dan Amerika Selatan mulai masuk ke Indonesia pada tahun 1872 melalui India. Dikembangkan secara luas di pulau Jawa, kurang lebih pada tahun 1892 – 1902 (Ariyantoro., 2006). Mahoni dikelompokkan menjadi dua, mahoni berdaun kecil (*Swietenia mahagoni* Jacq.) dan mahoni berdaun besar (*Swietenia macrophylla* King). Mahoni termasuk dalam keluarga Meliaceae. Mahoni berdaun besar dapat tumbuh baik pada lahan dengan ketinggian bervariasi antara 0-1.000 meter di atas permukaan laut dengan curah hujan 1.600-4.000 mm per tahun dan tipe iklim A sampai D. Pada umumnya mahoni senang pada tanah yang bersolum dalam. Jenis ini juga masih bisa bertahan pada tanah yang sewaktu-waktu tergenang air (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 1998). Mahoni merupakan pohon tahunan, tinggi 5-25 m, berakar tunggang, batangnya bulat, banyak bercabang dan kayunya bergetah. Daunnya daun majemuk menyirip genap, helaian daun berbentuk bulat telur, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, tulang menyirip, panjang 3-15 cm. Daun muda berwarna merah, setelah tua warnanya hijau. Bunga majemuk

tersusun dalam karangan yang keluar dari ketiak daun. Ibu tangkai bunga silindris, berwarna coklat muda. Kelopak bunga lepas satu sama lain, bentuknya seperti sendok, berwarna hijau. Mahkota silindris, kuning kecoklatan, benang sari melekat pada mahkota, kepala sari putih, kuning kecoklatan. Mahoni baru berbunga setelah berumur 7 tahun. Buahnya buah kotak, bulat telur, berlekuk lima, berwarna coklat. Biji pipih, berwarna hitam atau coklat. Mahoni merupakan pohon penghasil kayu keras dan digunakan untuk perabot rumah tangga serta barang ukiran, perbanyakkan dengan biji (Iptek, 2007). Buah tanaman mahoni terlihat muncul di ujung-ujung ranting berwarna coklat dan termasuk jenis tanaman pohon tinggi sekitar 10 - 30 m, percabangannya banyak, daun majemuk menyirip genap, duduk daun tersebar. Helaian anak daun bulat telur, elips memanjang, ujung daun dan pangkal daun runcing panjangnya sekitar 1 - 3 cm, berbentuk bola dan bulat telur memanjang berwarna coklat panjangnya 8 - 15 cm dengan lebar 7 - 10 cm. Mahoni dapat tumbuh dengan baik di tempat yang terbuka dan terkena cahaya matahari secara langsung, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi, yaitu dengan ketinggian 1000 m di atas permukaan laut (Ariyantoro., 2006).

Biji buah mahoni mengandung berbagai zat diantara flavonoid, alkaloid, terpenoid, steroid dan saponin. Kandungan zat utama yang berfungsi sebagai bakteriosit adalah flavonoid dan saponin (W. Kusuma., 2005)

2.1.2 Kandungan

Komposisi nutrisi biji *S. mahagoni* adalah asam lemak, kadar air (14,37%), mineral (16,36%), lemak (19,42%), serat kasar (19,60%), protein (8,76%) dan karbohidrat (21,49%). Pada ekstrak biji mahoni diketahui bahwa biji mahoni mengandung senyawa metabolit sekunder seperti, alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid dan steroid, selain itu juga mengandung: Dua limonoids; *swietenolide* dan *2-hydroxy-3-O-tigloylswietenolide*, senyawa tersebut menunjukkan antimikroba yang kuat. Ranting dan daun mengandung senyawa baru limonoids, *swiemahogins* (Nisyak *et al.*, 2018).

Kandungan ekstrak pekat metanol kulit batang mahoni menunjukkan adanya kandungan senyawa alkaloid, tanin, saponin, fenolik hidrokuinon, dan flavonoid (Qodri *et al.*, 2014). Hasil ekstrak kloroform dari kulit batang mahoni mengandung Asam palmitat, Asam linoleat, n-heneikosana, *1-oktadekanol*, Tetrakontana, (3 α ,5 α)-3-tiosianat koleston, stigmasterol, F-sitosterol, sitostenon kandungan ekstrak methanol dari kulit batang mahoni adalah *o-metoksifenol*, *1,2-benzenadiol*, *4-metil-1,2-benzenadiol*, *2,6-dimetoksifenol*, *1,2,3-benzenatriol*, *1,3,5-benzenatriol*, *4-propil-1,3-benzenadiol*, *1,3,4,5-tetrahidroksi siklohesana karboksilat*, *2-hidroksi-4-metil benzaldehid* (Prasasti, 2012).

Berikut kandungan dalam kulit batang mahoni:

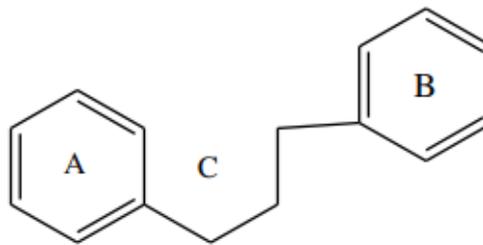
a. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu golongan fenol yang terbesar di alam. Senyawa flavonoid ditemukan dalam tumbuhan tingkat tinggi, tetapi tidak dalam mikroorganisme. Dalam tumbuhan flavonoid memiliki fungsi pengatur dalam proses fotosintesis, kerja antimikroba, dan antivirus. Berbagai jenis senyawa, kandungan dan aktivitas antioksidatif flavonoid sebagai salah satu kelompok antioksidan alami yang terdapat pada sereal, sayur-sayuran biji-biji buah, telah banyak dipublikasikan. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida (mengandung rantai samping glukosa). Flavon, flavonol, dan antosianidin adalah jenis yang banyak ditemukan di alam, sehingga sering disebut sebagai flavonoid utama. Banyaknya senyawa flavonoid ini disebabkan oleh berbagai tingkat hidroksilasi, alkoksilasi atau glikosilasi dari struktur tersebut (Redha, 2010).

Umumnya flavonoid larut dalam pelarut polar seperti etanol, metanol, aseton, dan air. Adanya gula yang terikat pada flavonoid cenderung menyebabkan flavonoid lebih mudah larut dalam air (Markham, 1998). Flavonoid dapat memberikan warna yang khas terhadap pereaksi pendeteksi flavonoid, seperti : NaOH 10 %, asam

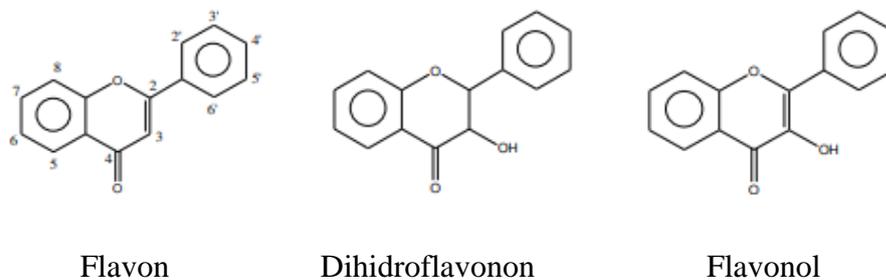
sulfat pekat, bubuk magnesium-asam klorida pekat, dan natrium amalgam-asam klorida pekat (Harborne, 1987).

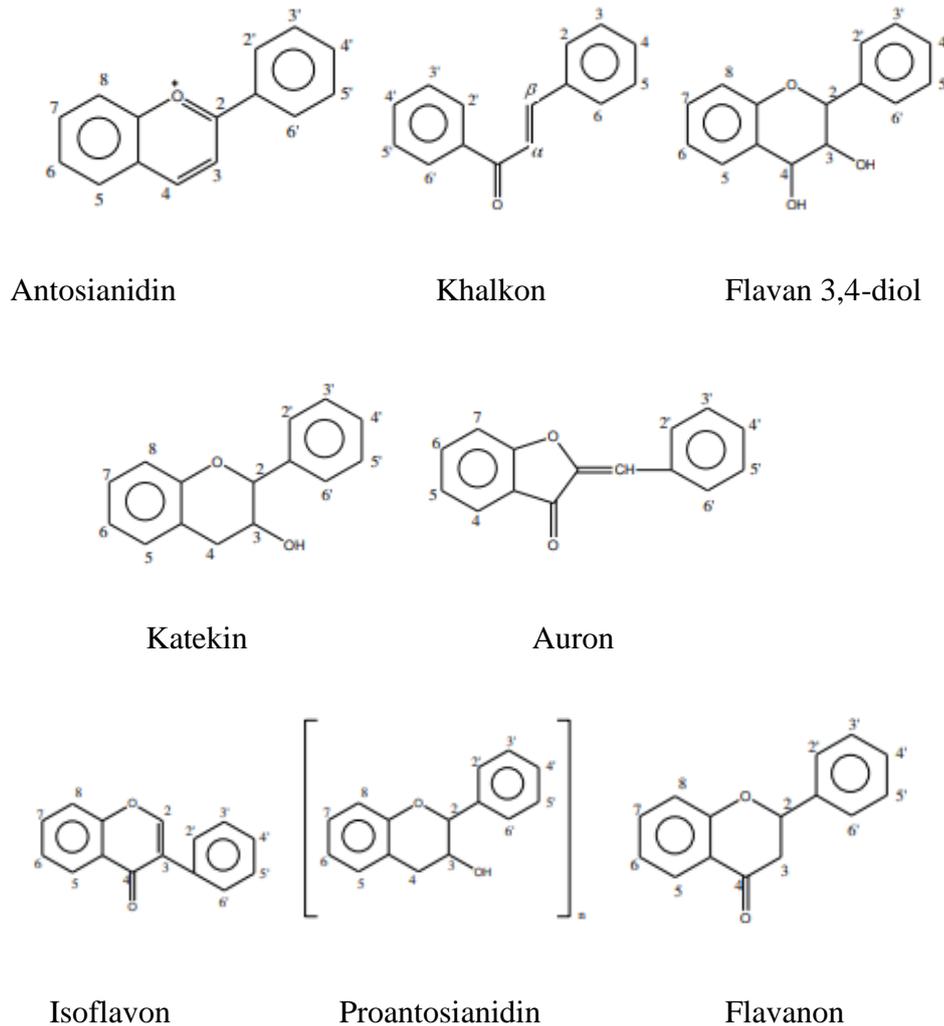
Senyawa flavonoid tersusun atas 15 atom karbon pada inti dasarnya dengan konfigurasi C6-C3-C6 yaitu dua cincin aromatik dan dihubungkan oleh atom karbon yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin ketiga (Indradewi, 2011). Struktur dasar flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur dasar flavonoid (Robinson, 1991)

Berdasarkan struktur dasarnya maka dapat dikenal beberapa golongan flavonoid diantaranya: khalkon, auron, flavanon, isoflavon, flavon, 10 dihidroflavonol, flavonol, antosianidin, katekin, (flavan 3-ol), dan proantosianidin yang tertera pada Gambar 2.3.





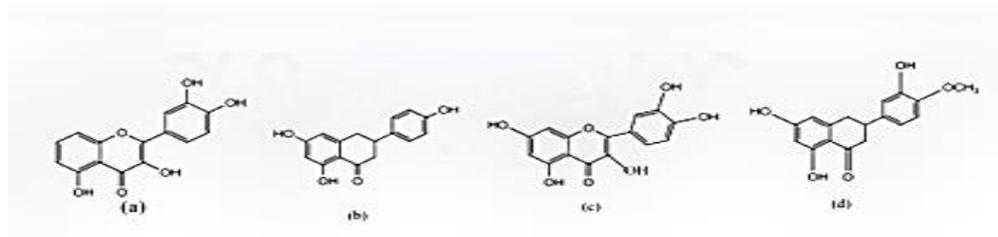
Gambar 2.3 Struktur dasar beberapa golongan senyawa flavonoid (Indradewi, 2011)

b. Senyawa Fenolik

Senyawa fenolik merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil lebih dari satu dan menempel pada cincin aromatik. Senyawa fenolik dapat mencegah terjadinya penyakit jantung koroner, kanker dan penuaan dini. Senyawa fenolik yang tersebar di dalam tumbuhan dilaporkan mempunyai aktivitas sebagai antioksidan (Agung *et al.*, 2015). Senyawa fenolik yang berasal dari

tumbuhan memiliki beberapa aktivitas sebagai antioksidan, antiinflamasi, antiproliferasi, antimutagenik, antimikrobia, antikarsinogenik, dan pencegahan terhadap penyakit jantung (Ghosh dan Konishi, 2007). Sebagaimana dijelaskan oleh Janeiro dan Brett (2004) tentang mekanisme antioksidan yaitu terjadinya radikal fenoksil karena gugus fenol memiliki kemampuan dalam mengikat radikal bebas dan mendonorkan atom hidrogennya. Contoh senyawa fenolik yaitu flavonoid, tanin, kumarin, asam fenolik dan alkil resorsinol (Dykes dan Rooney, 2007).

Sejumlah besar penelitian yang dilaporkan memiliki banyak kandungan antioksidan adalah tanaman obat-obatan. Banyaknya antioksidan dalam tanaman obat karena adanya senyawa fenol seperti asam fenolat dan flavonoida (Marjoni, 2015). Flavonoid termasuk senyawa fenolik yang banyak didapati pada tumbuhan (Yordi dkk, 2012). Senyawa golongan flavonoid yang terdapat dalam beberapa kulit buah jeruk nipis (*C. x microcarpa* Bunge) adalah rutin, miristin, naringin, kuersetin, dan hesperidin (Okwu, 2008). Dibawah ini adalah struktur dari senyawa tersebut:



Gambar 2.4 Struktur (a) Kuersetin; (b) Naringenin; (c) Rutin; (d) Hesperidin (Putra, 2013).

2.2 Simplisia dan Ekstraksi

2.2.1 Simplisia

Simplisia adalah bahan alamiah yang digunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun kecuali dikatakan lain berupa bahan yang telah dikeringkan. Simplisia dibedakan simplisia nabati, simplisia hewani dan simplisia pelikan (mineral). Simplisia nabati adalah simplisia yang berupa tumbuhan utuh, bagian tumbuhan atau eksudat tumbuhan (Ditjen POM., 2000).

2.2.2 Ekstraksi

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian sehingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Ditjen POM., 2000).

Pembuatan sediaan ekstrak dimaksudkan agar zat berkhasiat yang terdapat di simplisia terdapat dalam bentuk yang mempunyai kadar yang tinggi dan hal ini memudahkan zat berkhasiat dapat diatur dosisnya (Anief., 2006).

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan menggunakan pelarut cair yang sesuai. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan ke dalam golongan minyak atsiri, alkaloid, flavonoid dan lain-lain. Diketahuinya senyawa aktif

yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Ditjen POM., 2000).

Selama isolasi senyawa beraroma, bahan alami dilakukan dengan pelarut yang sesuai untuk mendapatkan citarasa yang diinginkan dalam jumlah optimal. Ekstraksi secara umum dapat digolongkan menjadi dua yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi padat-cair. Pada ekstraksi cair-cair, senyawa yang dipisahkan terdapat dalam campuran yang berupa cairan, sedangkan ekstraksi padat-cair adalah suatu metode pemisahan senyawa dari campurannya yang berupa padatan yang mana pada metode ini berdasarkan ada tidaknya proses pemanasan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi cara dingin dan ekstraksi cara panas (Hamdani, 2009) :

a. Ekstraksi cara dingin

Pada metode ini tidak dilakukan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung dengan tujuan agar senyawa yang diinginkan tidak menjadi rusak. Beberapa jenis metode ekstraksi cara dingin, yaitu:

1) Maserasi atau dispersi

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut diam atau dengan adanya pengadukan beberapa kali pada suhu ruangan. Metoda ini dapat dilakukan dengan cara merendam bahan dengan sekali-sekali dilakukan pengadukan. Pada umumnya perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian pelarut diganti dengan pelarut baru. Maserasi juga

dapat dilakukan dengan pengadukan secara sinambung (maserasi kinetik). Kelebihan dari metode ini yaitu efektif untuk senyawa yang tidak tahan panas (terdegradasi karena panas), peralatan yang digunakan relatif sederhana, murah, dan mudah didapat. Namun metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu waktu ekstraksi yang lama, membutuhkan pelarut dalam jumlah yang banyak, dan adanya kemungkinan bahwa senyawa tertentu tidak dapat diekstrak karena kelarutannya yang rendah pada suhu ruang (Sarker, S.D., *et al*, 2006).

2) Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi dengan bahan yang disusun secara unggul dengan menggunakan pelarut yang selalu baru sampai prosesnya 10 sempurna dan umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Prosedur metode ini yaitu bahan direndam dengan pelarut, kemudian pelarut baru dialirkan secara terus menerus sampai warna pelarut tidak lagi berwarna atau tetap bening yang artinya sudah tidak ada lagi senyawa yang terlarut. Kelebihan dari metode ini yaitu tidak diperlukan proses tambahan untuk memisahkan padatan dengan ekstrak, sedangkan kelemahan metode ini adalah jumlah pelarut yang dibutuhkan cukup banyak dan proses juga memerlukan waktu yang cukup lama, serta tidak meratanya kontak antara padatan dengan pelarut (Sarker, S.D., *et al*, 2006).

b. Ekstraksi cara panas

Pada metode ini melibatkan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung. Adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses ekstraksi dibandingkan dengan cara dingin. Beberapa jenis metode ekstraksi cara panas, yaitu:

1) Ekstraksi refluks

Ekstraksi refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan pada titik didih pelarut tersebut, selama waktu dan sejumlah pelarut tertentu dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada umumnya dilakukan tiga sampai lima kali pengulangan proses pada rafinat pertama. Kelebihan metode refluks adalah padatan yang memiliki tekstur kasar dan tahan terhadap pemanasan langsung dapat diekstrak dengan metode ini. Kelemahan metode ini adalah membutuhkan jumlah pelarut yang banyak (Irawan, B., 2010).

2) Ekstraksi dengan alat soxhlet

Ekstraksi dengan alat soxhlet merupakan ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru, umumnya dilakukan menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi konstan dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada metode ini, padatan disimpan dalam alat soxhlet dan dipanaskan, sedangkan yang dipanaskan hanyalah pelarutnya. Pelarut terdinginkan dalam kondensor, kemudian mengekstraksi padatan. Kelebihan metode soxhlet

adalah proses ekstraksi berlangsung secara kontinu, memerlukan waktu ekstraksi yang lebih sebentar 11 dan jumlah pelarut yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan metode maserasi atau perkolasi. Kelemahan dari metode ini adalah dapat menyebabkan rusaknya solute atau komponen lainnya yang tidak tahan panas karena pemanasan ekstrak yang dilakukan secara terus menerus (Sarker, S. D., *et al.*, 2006; Prashant Tiwari, *et al.*, 2011).

2.3 Radikal Bebas

Reaksi radikal bebas merupakan zat yang sangat reaktif, mempunyai elektron yang tidak berpasangan, kekurangan elektron akan tetapi biasanya tidak bermuatan. Radikal bebas dapat masuk dan terbentuk dalam tubuh melalui pernafasan, kondisi lingkungan yang tidak sehat, dan makanan berlemak. Saat melakukan pernafasan akan masuk oksigen (O dibutuhkan oleh tubuh untuk proses pembakaran gula menjadi Co energi. Jika tidak ada oksigen proses kehidupan akan tidak lancar dan membahayakan bagi tubuh sendiri. Tetapi dengan bernafas atau oksigen yang Berlebihan saat olahraga terjadi reaksi kompleks dalam tubuh dan menghasilkan produk-produk sampingan berupa radikal bebas, yaitu radikal oksigen singlet, radikal peroksida lipid, radikal hidroksil dan radikal superoksida (Kesuma, 2015).

Sifat-sifat radikal bebas Radikal bebas memiliki reaktifitas tinggi, karena adanya satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital luarnya yang menyebabkan senyawa tersebut sangat reaktif mencari pasangan dengan

cara menyerang atau menarik elektron molekul yang berada di sekitarnya. Hal ini mengakibatkan terbentuknya senyawa radikal baru, dengan kata lain radikal bebas dapat mengubah suatu molekul atau senyawa menjadi suatu radikal bebas baru, dan seterusnya sehingga akan terjadi reaksi rantai. Sifat radikal bebas yang mirip dengan oksidan terletak pada kecenderungannya untuk menarik elektron (Hardianty, 2011).

Radikal bebas dapat terjadi melalui proses fisiologis normal dalam tubuh atau karena pengaruh spesies eksogen. Spesies eksogen tersebut dapat berbentuk senyawa yang muncul secara alami dalam biosfer (misalnya ozon, NO_2 , etanol, atau *tetradecanoyl phorbol acetate* / TPA), senyawa kimia industri (seperti karbon tetraklorida). Radikal yang sering muncul dalam proses biologis adalah superoksida (O_2^-) yang selanjutnya mengalami dimutasi menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) atau mengalami protonasi menjadi radikal hidroperoksil. Pembentukan hidrogen peroksida, menjadi sarana untuk mendeteksi adanya proses yang melibatkan superoksida di dalam tubuh. Radikal superoksida dapat ditemukan di semua sel yang mengalami metabolisme aerobik (Sholihah dan Widodo, 2008). Radikal bebas, yang sering disebut *Reactive Oxygen Species*, dapat dibentuk melalui jalur enzimatik ataupun metabolik. Senyawa oksigen reaktif juga dapat diproduksi oleh sel dalam kondisi stres ataupun tidak stres. Pada kondisi tidak stres, terdapat keseimbangan antara proses pembentukan dan pemusnahan senyawa oksigen reaktif. Sementara pada kondisi stres oksidatif, pembentukan senyawa oksigen reaktif lebih tinggi dibandingkan dengan

pemusnahannya yang mengakibatkan sistem pertahanan tubuh terpacu untuk bekerja lebih keras untuk memusnahkan senyawa oksigen reaktif. Salah satu sistem pertahanan tubuh itu adalah sistem antioksidan enzimatis dan non enzimatis, yang bekerja menekan senyawa oksigen reaktif yang berlebihan.

2.4 Oksigen sebagai pereaksi radikal bebas

Oksigen adalah suatu radikal yang stabil dan arena itu merupakan pereaksi (*agent*) radikal bebas yang selektif. Senyawa yang mengandung ikatan rangkap, hydrogen alilik, benzilik atau tersier, rentan (*susceptible*) terhadap oksidasi oleh udara, juga disebut auto-oksidasi. Mula-mula autooksidasi menghasilkan hidroperoksida (senyawa yang mengandung gugus –OOH) yang mudah diubah menjadi campuran alkohol, keton, dan produk – produk lain. Karena biasanya menghasilkan campuran, jarang autooksidasi digunakan sebagai teknik untuk mensintesis senyawa organik (Fessenden dan Fessenden,1997).

Suatu inisiator radikal bebas ialah zat yang dapat mengawali suatu reaksi radikal bebas. Kerja cahaya yang menyebabkan halogenasi radikal bebas adalah kerja suatu inisiator. Senyawa yang mudah terurai menjadi radikal bebas dapat bertindak sebagai inisiator. Salah satu contoh adalah peroksida (ROOR). Peroksida mudah membentuk radikal bebas karena energy disosiasi ikatan RO-OR hanyalah sekitar 35 kkal/mol, lebih rendah daripada kebanyakan ikatan (Fessenden dan Fessenden, 1997).

Inhibitor radikal bebas sebagai penghambat atau penangkap radikal bebas. Kerja yang lazim suatu inhibitor radikal bebas ialah bereaksi dengan radikal bebas reaktif membentuk radikal bebas tidak reaktif dan relatif stabil. Suatu inhibitor yang digunakan untuk menghambat autoksidasi disebut antioksidan atau dalam industri makanan disebut pengawet (*preservative*). Fenol-fenol, senyawa dengan suatu gugus $-OH$ yang terikat pada karbon cincin aromatik, merupakan antioksidan yang efektif produk radikal bebas senyawa ini terstabilkan secara resonansi dan karena itu tidak reaktif dibandingkan dengan kebanyakan radikal bebas lain.

Fenol sintetik yang biasa digunakan sebagai pengawet makanan adalah Butil Hidroksi Toluen (BHT) dan Butil Hidroksi Anisol (BHA). BHA masih sangat mirip dengan BHT mempunyai gugus $-OCH_3$ pada cincin, sebagai ganti gugus metil. Vitamin E atau *α -tokoferol* adalah suatu pengawet alamiah yang dijumpai dalam minyak-minyak nabati, terutama minyak kecambah gandum (Fessenden dan Fessenden, 1997).

2.5 Antioksidan

Antioksidan dibutuhkan untuk melawan radikal bebas yang menyerang tubuh. Antioksidan adalah senyawa atau komponen kimia yang dalam kadar maupun jumlah tertentu dapat menghambat atau memperlambat kerusakan minyak yang disebabkan oleh proses oksidasi (Novitriani dan Nurjanah., 2015). Berdasarkan sumber perolehannya ada 2 macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (sintetik). Ada

banyak bahan pangan yang dapat menjadi sumber antioksidan alami, seperti rempah-rempah, dedaunan, teh, kakao, biji-bijian, sereal, buah-buahan, sayur-sayuran, umbi-umbian dan tumbuhan/alga laut (Kesuma, 2015).

Namun dengan seiringnya perkembangan zaman maka terdapat banyak antioksidan yang terbuat dari bahan-bahan kimia dan dapat digunakan untuk kosmetika. *Antioksidan primer* akan bekerja mencegah pembentukan radikal bebas baru dengan cara mengubah radikal bebas yang ada menjadi molekul yang kurang mempunyai dampak negatif. Contoh antioksidan primer adalah *Superoksida Dismutase (SOD)*, *Glutation Peroksidase (GPx)*, dan protein pengikat logam. Yang kedua adalah *antioksidan sekunder* yang bekerja dengan cara mengkhelat logam yang bertindak sebagai pro-oksidan, menangkap radikal dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Contohnya: Vitamin E, Vitamin C, β karoten. Dan terakhir *antioksidan tersier* yang bekerja memperbaiki kerusakan biomolekul yang disebabkan radikal bebas. Contohnya enzim-enzim yang memperbaiki DNA dan metionin sulfosida reduktase (Kesuma, 2015).

Denisov dan Afanas'ev (2005) menyatakan sehubungan dengan mekanisme tindakan, antioksidan dapat dikelompokkan ke dalam 7 kelompok, yaitu:

a. Antioksidan yang memotong rantai dengan reaksi radikal peroksil.

Antioksidan ini merupakan senyawa reduktif dengan ikatan O-H dan N-H yang relatif lemah (*fenol, naptol, hidroquinin, amina aromatic,*

aminofenol, diamin), yang mudah bereaksi dengan radikal peroksil yang membentuk radikal menengah dengan aktivitas rendah.

- b. Antioksidan yang memutus rantai reaksi dengan radikal alkil. Senyawa ini seperti *quinone, nitron, iminoquinone, methylenequinone, radikal nitroksil stabil*, dan senyawa *nitro* yang mudah menerima radikal alkil. Antioksidan semacam itu efisien pada konsentrasi sangat rendah dioksigen dan dalam polimer padat.
- c. *Hydroperoxide* menguraikan antioksidan. Senyawa ini yang bereaksi dengan hidro-peroksida tanpa membentuk radikal bebas: sulfida, fosfit, arsenit, tiofosfat, karbamat, dan beberapa kompleks logam. Reaksi dengan hidroperoksida dapat berupa stoikiometri (khas, misalnya sulfida dan fosfit) atau katalitik (khas kompleks logam khelat).
- d. Antioksidan penangkal logam. Senyawa logam transisi menguraikan hidroperoksida dengan pembentukan radikal bebas, sehingga meningkatkan laju oksidasi. Oksidasi yang ditingkatkan semacam itu dapat diperlambat dengan penambahan senyawa yang berinteraksi dengan ion logam untuk membentuk kompleks yang tidak aktif berkenaan dengan hidroperoksida. Diamin, asam hidroksi, dan senyawa lainnya mencontohkan jenis antioksidan ini.
- e. Penghentian rantai siklik oleh antioksidan. Oksidasi beberapa zat, seperti alkohol atau amina alifatik, menimbulkan radikal peroksil aktivitas multiple (oksidatif dan reduktif). Dalam sistem yang mengandung zat semacam itu, antioksidan diregenerasi dalam reaksi penghentian rantai.

Dengan kata lain, terminasi rantai terjadi sebagai proses siklik katalitik. Jumlah kejadian penghentian rantai bergantung pada proporsi antara tingkat konsumsi inhibitor dan reaksi regenerasi. Penghentian rantai ganda mungkin terjadi, misalnya pada polimer. Inhibitor penghentian rantai ganda adalah amina aromatik, radikal nitroksil, dan senyawa logam valensi variabel.

- f. Inhibitor aksi gabungan. Beberapa antioksidan menghambat oksidasi melalui berbagai reaksi. Sebagai contoh, antrasena dan metilenquinon dapat bereaksi dengan radikal alkil, dan juga dengan radikal peroksil. Sedangkan karbonat dan tiofosfat dapat menguraikan hidroperoksida dan memutus rantai melalui reaksi dengan radikal peroksil. Selain itu, pusat reaksi inhibitor yang sama (misalnya ikatan rangkap dari *methylenequinone*) dapat berinteraksi dengan R dan radikal RO_2 . Namun, molekul inhibitor mungkin memiliki dua dan lebih banyak gugus fungsional, yang masing-masing dapat mengalami reaksinya sendiri. Misalnya, gugus *phenolic phenolsulfide* bereaksi hanya dengan radikal peroksil, dan gugus sulfida bereaksi dengan *hidroperoksida*. Selanjutnya, penghambat asli dan produk konversi dapat memberikan tindakan penghambatan melalui berbagai reaksi.
- g. Sinergi aksi beberapa antioksidan. Bila dua inhibitor saling meningkatkan efek penghambatannya, ini adalah tindakan sinergis. Jika efek penghambatan dua inhibitor ditambahkan, ini adalah penghambatan aditif. Namun jika efek penghambatan campuran inhibitor lebih rendah daripada

jumlah efek inhibitor individu, hal ini dikenal sebagai antagonisme inhibitor. Dengan demikian, fenol dan sulfida yang ditambahkan ke hidrokarbon menghambat oksidasi melalui mekanisme fenol menghentikan rantai dengan mereaksikan radikal peroksil, sedangkan sulfida memperlambat rantai merosot yang bercabang dengan menghancurkan hidroperoksida.

Beberapa jenis antioksidan dalam tumbuhan diantaranya vitamin C, *tokoferol*, *karatenoid*, *polifenolik (flavonoid, isoflavonoid)*. Flavonoid dapat menghambat peroksidasi lipid dengan cara meredam radikal peroksil (ROO) sekaligus mengakhiri reaksi radikal dan memadamkan anion superoksida (O_2^-) (Widowati., 2005).

Perbedaan antara senyawa-senyawa flavonoid dipengaruhi oleh struktur dan substituen pada cincin heterosiklik cincin C dan cincin B. Terdapat 2 fungsi utama flavonoid pada peredaman radikal bebas yaitu:

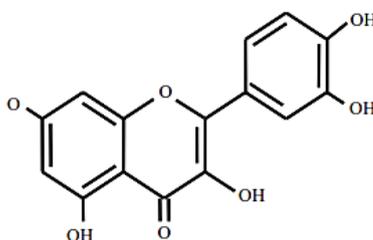
- a. Gugus *katekol (o-dihidroksi)* pada cincin B yang mempunyai sifat sebagai donor elektron dan merupakan target radikal.
- b. Ikatan rangkap C2-C3 yang berkonjugasi dengan gugus 4- okso pada cincin heterosiklik yang berperan pada delokalisasi elektron (Widowati., 2005).

Antioksidan dalam makanan dapat didefinisikan sebagai zat yang mampu menunda, memperlambat atau mencegah perkembangan makanan dari rasa tidak enak atau kerusakan rasa lainnya karena oksidasi. Antioksidan menunda pengembangan hilangnya rasa dengan memperpanjang periode

induksi. Penambahan antioksidan setelah akhir periode ini cenderung tidak efektif (Widowati., 2005).

Antioksidan dapat menghambat atau menghambat oksidasi dengan dua cara, baik dengan mengais radikal bebas, dalam hal ini senyawa tersebut digambarkan sebagai antioksidan utama, atau oleh mekanisme yang tidak melibatkan pembilasan langsung radikal bebas, dalam hal ini senyawa tersebut sebuah antioksidan sekunder (Widowati., 2005)

Antioksidan utama meliputi senyawa fenolik seperti vitamin E (*α-tocopherol*). Komponen ini dikonsumsi selama periode induksi. Antioksidan sekunder beroperasi dengan berbagai mekanisme termasuk pengikatan ion logam, pemulungan oksigen, pengubahan hidroperoksida menjadi spesies non-radikal, menyerap radiasi UV atau menonaktifkan oksigen *single*. Biasanya, antioksidan sekunder hanya menunjukkan aktivitas antioksidan bila ada komponen minor kedua. Hal ini dapat dilihat pada kasus agen penangkap keras seperti asam sitrat yang hanya efektif bila ada ion logam, dan zat pereduksi seperti asam askorbat yang efektif di hadapan *tocopherol* atau antioksidan utama lainnya (Flaherty & Morley., 2004).



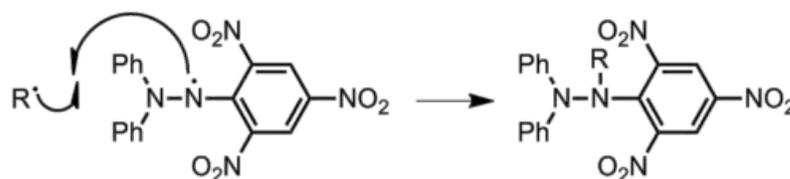
Gambar 2.5 Senyawa Flavonoid
(Sumber Redha, A , 2010)

2.6 Tinjauan Tentang DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin)

DPPH adalah *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin* merupakan metode pengujian antioksidan dengan cara bereaksi dengan radikal bebas, lalu DPPH mendonorkan atom hidrogen, menyebabkan terjadinya perubahan warna DPPH dari warna ungu menjadi kuning, intensitas warna diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Pada metode ini yang diukur adalah aktivitas penghambatan radikal bebas. Metode ini tidak spesifik untuk komponen antioksidan tertentu, tetapi untuk semua senyawa antioksidan dalam sampel. DPPH digunakan secara luas untuk menguji aktivitas antioksidan makanan. Warna berubah menjadi kuning saat radikal DPPH menjadi berpasangan dengan atom hidrogen dari antioksidan membentuk DPPH-H (Ingrid dan Santoso, 2014). DPPH ditandai dengan radikal bebas yang stabil berdasarkan dari delokalisasi elektron cabang selama molekul tersebut dalam bentuk utuh, seperti yang akan terjadi dengan sebagian radikal bebas lainnya. Delokalisasi juga menimbulkan warna violet yang mendalam, ditandai oleh penyerapan suatu berkas dalam larutan etanol berpusat di sekitar 520 nm (Yuslianti., 2018).

Hal ini dapat dicapai dengan cara menginterpretasikan data eksperimental dari metode DPPH, karena adanya elektron yang tidak berpasangan, DPPH memberikan serapan kuat pada 517 nm. Ketika elektronnya menjadi berpasangan oleh keberadaan penangkap radikal bebas, maka absorbansinya menurun secara stokiometri sesuai jumlah 23 elektron yang diambil. Keberadaan senyawa antioksidan dapat mengubah warna

larutan DPPH dari ungu menjadi kuning. Metode DPPH merupakan metode yang mudah, cepat, dan sensitif untuk pengujian aktivitas antioksidan senyawa tertentu atau ekstrak tanaman (Yuslianti., 2018).

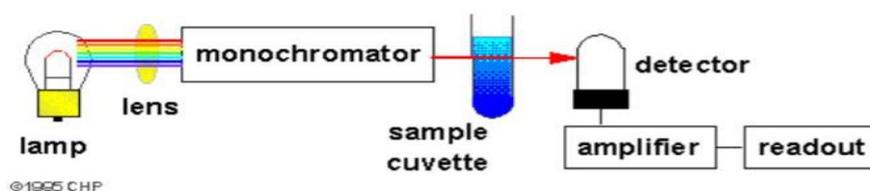


Gambar 2.6. Reaksi DPPH Dengan Senyawa Antioksidan
(Sumber : Martysiak-Zurowska & Wenta., 2012)

2.7 Spektrofotometer *UV-Vis*

2.7.1 Prinsip Spektrofotometer *UV-Vis*

Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk analisa pada spektrofotometri. Spektrofotometer merupakan alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer mengukur intensitas sinar (Basett *et al.*, 1994). Hukum *Lambert-Beer* merupakan prinsip kerja dari spektrofotometer, seberkas sinar dilewatkan suatu larutan pada panjang gelombang tertentu, sehingga sinar tersebut sebagian ada yang diteruskan dan sebagian lainnya diserap oleh larutan (Warono dan Syamsudin, 2013).



Gambar 2.7. Prinsip kerja spektrofotometer
(sumber : Jones., 2016)

Pada spektrofotometer *UV-Vis* interaksi yang diamati adalah adanya absorbansi pada panjang gelombang tertentu di daerah *UV-Vis* oleh sampel yang dianalisa. Absorbansi dengan ketelitian antara 0,2 - 0,8 nm (Huda., 2001). Spektrofotometer *UV-Vis* memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang 180 - 380 nm untuk daerah *UV* dan 380 - 780 nm untuk daerah *visible* atau sinar tampak (Warono dan Syamsudin., 2013).

Pelarut yang digunakan untuk prosedur spektrofotometrik menyebabkan problem pada beberapa daerah spektrum. Pelarut tidak hanya melarutkan sampel, tetapi juga tidak boleh menyerap cukup banyak dalam daerah dimana penetapan itu dibuat. Air adalah pelarut yang bagus karena tembus cahaya di seluruh daerah tampak dan turun sampai panjang gelombang sekitar 200 nm di daerah *ultraviolet*. Akan tetapi karena air merupakan pelarut yang jelek bagi banyak senyawa organik maka seharusnya pelarut organik digunakan metanol, etanol, dan dieter yang tembus cahaya terhadap radiasi *ultraviolet* (Day and Underwood., 1986).

Keuntungan dari pemakaian spektrofotometer *UV* dan sinar tampak pada analisis kuantitatif yaitu dapat digunakan untuk zat organik dan anorganik. Pada beberapa zat harus dirubah dulu menjadi senyawa berwarna sebelum dianalisa, selektif dan mempunyai ketelitian yang tinggi, dengan kesalahan 1% - 3%, akan tetapi kesalahan ini dapat diperkecil lagi. Dapat dilakukan dengan cepat dan tepat (Triyati., 1985).

2.7.2 Komponen Spektrofotometer

a. Sumber radiasi

Sumber radiasi berfungsi memberikan energi radiasi pada daerah panjang gelombang yang tepat untuk pengukuran dan mempertahankan intensitas sinar yang tetap pada pengukuran (Warono and Syamsudin., 2013). Sumber radiasi untuk daerah tampak, daerah ultraviolet dekat dan inframerah dekat menggunakan sebuah lampu pijar dengan kawat rambut terbuat dari *wolfram*. Energi yang dipancarkan oleh kawat yang di panaskan itu sesuai panjang gelombangnya (Day and Underwood., 1986). Lampu hidrogen atau lampu *deuterium* digunakan sebagai sumber radiasi *UV*. Gas hidrogen atau *deuterium* diisi ke dalam bola lampu yang dilengkapi dengan elektroda dan bila diberi tegangan listrik akan mengeksitasi elektron selanjutnya akan menghasilkan radiasi emisi cahaya sebagai sumber tenaga radiasi (Sitorus., 2009).

b. Monokromator

Radiasi yang didapat dari berbagai sumber radiasi yaitu sinar polikromatis (banyak panjang gelombang). Monokromator berfungsi mengurai sinar tersebut menjadi monokromatis sesuai yang di inginkan. Monokromator terbuat dari bahan optik yang berbentuk prisma (Sitorus., 2009).

c. Tempat Sampel

Sel atau kuvet adalah tempat bahan yang akan diukur serapannya. Kuvet dibuat dari bahan yang tidak menyerap radiasi pada daerah yang digunakan, biasanya terbuat dari kaca tembus sinar tetapi bisa pula terbuat dari plastik (Warono and Syamsudin., 2013). Bahan yang dijadikan kuvet tidak boleh bereaksi dengan sampel dan pelarut. Bahan *quartz* digunakan untuk sinar *UV*. Bahan gelas biasa dapat digunakan untuk sinar tampak akan tetapi penggunaan *Quartz* lebih baik (Sitorus., 2009).

d. Fotosel

Fotosel berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan zat dan kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang kemudian akan disampaikan ke detektor (Warono and Syamsudin., 2013).

e. Detektor

Detektor berfungsi untuk mengubah tenaga radiasi menjadi arus listrik atau pengubah panas lainnya dan biasanya terintegrasi dengan pencatat. Tenaga cahaya yang diubah menjadi tenaga listrik akan mencatat secara kuantitatif tenaga cahaya tersebut. Persyaratan detektor yang baik adalah memiliki sensitifitas yang tinggi dan sinyal elektronik mudah diperjelas (Sitorus., 2009).

f. Pembacaan

Tampilan mengubah sinar listrik dari detektor menjadi pembacaan yang berupa meter atau angka yang sesuai dengan hasil analisis (Warono and Syamsudin., 2013).

2.8 Landasan Teori

Kulit batang mahoni menunjukkan adanya kandungan senyawa alkaloid, tanin, saponin, fenolik hidrokuinon, dan flavonoid (Qodri *et al.*, 2014). Hasil ekstrak kloroform dari kulit batang mahoni mengandung *Asam palmitat, Asam linoleat, n-heneikosana, 1- oktadekanol, Tetrakontana, (3 α ,5 α)-3-tiosianat koleston, stigmasterol, F-sitosterol, sitostenon*. Senyawa Flavonoid disini memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi untuk mencegah terjadinya radikal bebas (Prasasti, 2012).

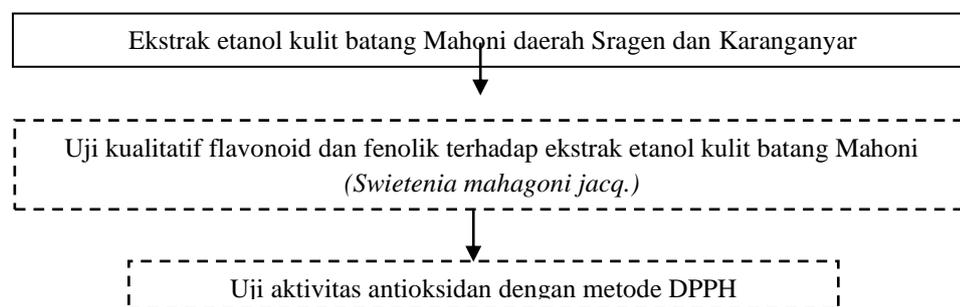
Pada penelitian lain didapatkan hasil antioksidan pada fraksi larut air bagian kulit batang dan bagian bunga mahoni (*Swietenia mahagoni (L.) Jacq.*) menggunakan DPPH yang terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dengan diperoleh nilai IC₅₀ yaitu (1,18 ± 0,31) µg/mL dan (7,60 ± 0,54) µg/mL (Rahman *et al.*, 2014). Sedangkan pada penelitian lain diperoleh hasil ekstrak etanol kulit batang mahoni dengan nilai total fenolik sebesar 36,55 mg/g yaitu memiliki IC₅₀ sebesar 49,13 µg/mL yang tergolong antioksidan yang kuat (Rohmmatul., 2016).

Pada suhu lingkungan yang tinggi akan mendorong tumbuhan untuk memproduksi metabolit sekunder lebih banyak untuk melawan radikal bebas

yang ada di lingkungan (Goh *et al.*, 2016). Pada suhu yang lebih tinggi akan menghasilkan total flavonoid yang lebih tinggi sebagai pertahanan terhadap cekaman pada lingkungan (Shamloo *et al.*, 2017). Hal tersebut terbukti pada penelitian Utomo *et al.*, (2020) yaitu didapatkan bahwa aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol pecut kuda di daerah Semarang lebih tinggi dari pada Kopeng dengan nilai rata-rata IC_{50} sampel Semarang adalah 1,17 mg/mL sedangkan nilai rata-rata IC_{50} dari sampel Kopeng adalah 2,17mg/mL hal ini dikarenakan wilayah Plamongan Indah Semarang memiliki suhu yang lebih panas dari pada Kopeng.

Berdasarkan hasil dari penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan membandingkan aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol kulit batang mahoni (*Swietenia mahagoni (L.) Jacq.*) yang tumbuh di Jawa Tengah pada dua tempat yang berbeda lokasi yaitu daerah Sragen yang memiliki dataran rendah dan di Karanganyar yang memiliki dataran tinggi.

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 2.8 Kerangka Konsep

- = Variabel bebas
 = Variabel Terikat

2.10 Hipotesis

Adapun hipotesis dalam hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Ekstrak etanol kulit batang mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) daerah Sragen dan Karanganyar mempunyai aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH.
- b. Adanya perbedaan aktivitas antioksidan antara ekstrak etanol kulit batang mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) daerah Sragen dan Karanganyar dengan menggunakan metode DPPH.