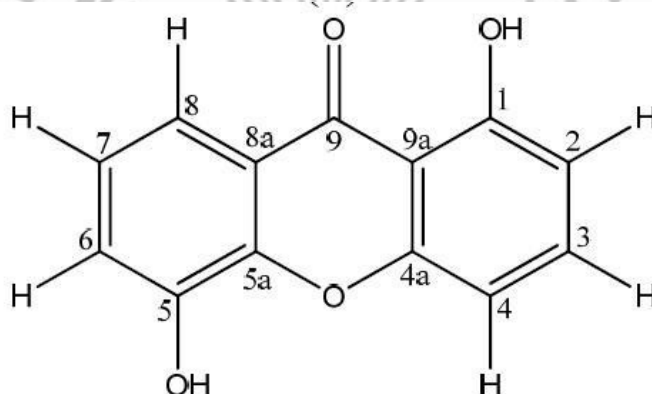


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

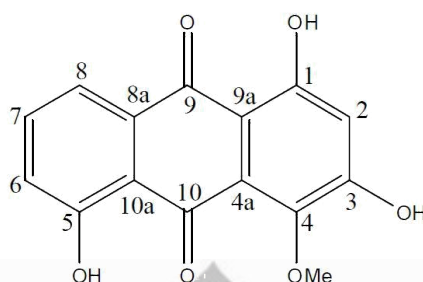
A. PENELITIAN TERDAHULU

Tanaman nagasari dilaporkan dalam beberapa jurnal penelitian memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan anti kanker. Penelitian yang dilakukan oleh Seok Sin Teh *et al.* (2013), fraksi etil asetat kayu batang tanaman nagasari berhasil diisolasi senyawa *1,5-dihydroxyxanthone*, senyawa ini memberikan aktivitas penghambatan terhadap sel SNU-1 dan sel Hela.B. Pada penelitian oleh Rajesh *et al.* (2013) menunjukkan adanya potensi aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol kayu tumbuhan nagasari dimana antioksidan ini membantu memelihara sel darah merah, DNA dan Hb.



Gambar 2.1. *1,5-dihydroxyxanthone* (Seok Sin Teh *et al.*, 2013)

Penelitian yang dilakukan oleh Seok Sin Teh *et al.* (2010) terhadap kulit batang *Mesua beccariana L.* yang masih satu genus dengan tanaman nagasari, berhasil mengisolasi senyawa *4-methoxy-1,3,5-trihydroxy anthraquinone*. Ekstraksi dilakukan dengan etil asetat selanjutnya dilakukan pemisahan menggunakan kromatografi kolom dengan elusi gradien (hexana/klorofom, klorofom/etil asetat, and etil asetat/methanol). Penelitian oleh Seok Sin Teh *et al.* (2013) ekstrak etil asetat kulit batang *Mesua beccariana L* memiliki aktivitas antiosidan setelah dilakukan pengujian dengan DPPH.



Gambar 2.2 4-methoxy-1,3,5-trihydroxy anthraquinone (Seok Sin Teh et al., 2010)

Hasil isolasi tersebut menghasilkan sidik jari FTIR dan menghasilkan puncak-puncak pada panjang gelombang tertentu dan dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Analisis sidik jari FTIR 4-methoxy-1,3,5-trihydroxy anthraquinone (Seok Sin Teh et al., 2010)

Nama senyawa	Panjang serapan (cm ⁻¹)	Keterangan
<i>4-methoxy-1,3,5-trihydroxy anthraquinone</i>	3420	Gugus Hidroksil (OH)
	1630, 1720	Gugus Karbonil (C=O)
	1470	Gugus Aromatis (C=C)
	2920, 2860	Gugus (C-H)

B. DASAR TEORI

1. Radikal Bebas

a. Pengertian Radikal Bebas

Radikal bebas dikenal yang secara umum sebagai senyawa yang memiliki elektron yang tidak berpasangan. Menurut Winarti (2010), radikal bebas adalah atom, molekul atau senyawa yang dapat berdiri sendiri yang mempunyai elektron tidak berpasangan, oleh karena itu bersifat sangat reaktif dan tidak stabil. Elektron yang tidak berpasangan selalu berusaha menarik elektron dari senyawa lain untuk

menstabilkan diri. Oleh sebab itu senyawa radikal bebas dapat berbahaya apabila masuk ke dalam tubuh manusia, karena dikhawatirkan dapat mengubah reaksi kimia dalam tubuh contohnya siklus sel maupun metabolisme tubuh.

b. Dampak Negatif Radikal Bebas

Akibat adanya radikal bebas dalam tubuh dapat menyebabkan diantaranya terjadi peroksidasi lemak, terjadi kerusakan pada membran sel yang kaya akan sumber *poly unsaturated fatty acid* (PUFA), kerusakan protein dan asam nukleat, kerusakan di DNA terjadi bila ada delesi pada susunan molekul, apabila tidak dapat diatasi, dan terjadi sebelum replikasi maka akan terjadi mutasi (Kesuma, 2015). Radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan sel dengan tiga cara yaitu :

- a. Peroksidasi komponen lipid dari membran sel dan sitosol, menyebabkan serangkaian reduksi asam lemak (otokatalisis) yang mengakibatkan kerusakan membran dan organel sel.
- b. Kerusakan DNA, Kerusakan DNA ini dapat mengakibatkan mutasi DNA bahkan dapat menimbulkan kematian sel.
- c. Modifikasi protein teroksidasi oleh karena terbentuknya *crosslinking* protein, melalui mediator sulfidril atas beberapa asam amino labil seperti sistein, metionin, lisin dan histidin (Eberhardt, 2001).

Radikal bebas dapat terbentuk oleh komponen makanan yang diubah menjadi bentuk energi melalui proses metabolisme. Pada proses metabolisme ini, seringkali terjadi kebocoran elektron dimana kondisi ini memudahkan proses pembentukan radikal bebas seperti anion superoksida, hidroksil dan lain-lain. Radikal bebas juga dapat terbentuk dari senyawa lain yang sebenarnya bukan radikal bebas, tetapi mudah berubah menjadi radikal bebas (Kesuma, 2015).

c. Tahap Pembentukan Radikal Bebas

Tahapan reaksi pembentukan senyawa radikal bebas dibagi menjadi 3 , yaitu (Kesuma, 2015) :

1. Tahap Inisiasi

Pada tahap ini radikal bebas mulai terbentuk yang diproduksi oleh beberapa proses seperti suhu tinggi, proses ekstrusi, tekanan dan sebagainya. Contohnya saja ketika terjadi oksidasi, maka konsentrasi hidroperoksida menjadi besar.

Dekomposisi hidroperoksida menjadi sumber utama inisiator radikal. Penyerapan sinar UV menghasilkan radikal yang disebabkan oleh hidroperoksida dan senyawa karbonil. Kebanyakan degradasi polimer disebabkan oleh penyerapan cahaya ultra violet dari autoksidasi radikal. Substrat oksidatif dapat bereaksi secara langsung dengan oksigen, khususnya pada temperatur tinggi sehingga menghasilkan radikal.



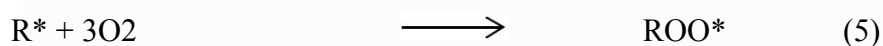
Pada tahap inisiasi, asam lemak (RH) bereaksi dengan oksigen triplet, dan membentuk radikal lemak (R^*) dan radikal peroksida (HOO^*).

2. Tahap Propagasi

Pada tahap ini terjadi pemanjangan rantai radikal atau reaksi, dimana radikal-radikal bebas akan diubah menjadi radikal radikal yang lain. Pada tahap propagasi terjadi oksogenasi radikal lemak (R^*) membentuk radikal peroksida (ROO^*).

Proses oksigenasi ini terjadi sangat cepat dengan aktifitas energi yang hampir mendekati nol, sehingga konsentrasi ROO^* yang terbentuk jauh lebih besar, kemudian radikal peroksida yang terbentuk, akan bereaksi dengan asam lemak lain dan membentuk hidroperoksida dan radikal lemak baru (R'^*). Reaksi propagasi dapat terjadi beberapa kali sebelum terjadi pemutusan oleh radikal peroksi ke non radikal. Dekomposisi homolitik hidroperoksida dihasilkan oleh reaksi propagasi sehingga meningkatkan tingkat inisiasi oleh produksi radikal.

Laju reaksi dari molekul oksigen dengan radikal alkil membentuk peroksi radikal (reaksi 5) jauh lebih tinggi jika dibandingkan laju reaksi radikal peroksi dengan atom hidrogen dari substrat (reaksi 6).

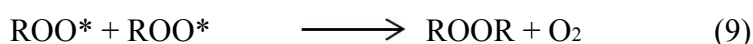
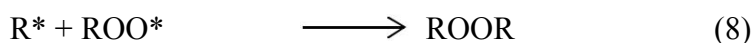
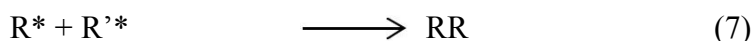


3. Tahap Terminasi

Merupakan tahapan senyawa radikal yang bereaksi dengan radikal lain atau dengan penangkap radikal, sehingga potensi propagasinya rendah. Konversi radikal peroksi dan alkil ke non radikal mengakhiri reaksi propagasi, sehingga

mengurangi perpanjangan rantai kinetik. Reaksi terminasi (reaksi 7 dan 8) yang signifikan terjadi ketika konsentrasi oksigen sangat rendah.

Kombinasi radikal alkil (reaksi 7) menyebabkan cross-linking, yang mengakibatkan peningkatan viskositas dan berat molekul.



Pada tahap terminasi, akan terbentuk spesies non radikal karena radikal bebas yang bereaksi satu sama lain. Sedangkan hidroperoksida akan terdekomposisi menjadi produk alkohol, asam keton, dan substrat lain yang lebih stabil.

2. Antioksidan

a. Pengertian Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat meredam aktivitas radikal bebas, karena senyawa antioksidan dapat mendonorkan elektronnya untuk menstabilkan radikal bebas. Secara alami sistem antioksidan tubuh sebagai mekanisme perlindungan terhadap serangan radikal bebas, telah ada di dalam tubuh. Ada dua macam antioksidan, antioksidan internal dan eksternal. Antioksidan internal adalah antioksidan yang diproduksi oleh tubuh sendiri, sedangkan antioksidan eksternal didapat dari konsumsi makanan yang mengandung senyawa antioksidan.

b. Penggolongan Antioksidan

Antioksidan berdasarkan fungsi dan mekanismenya dibedakan menjadi 3 macam yaitu :

a. Antioksidan Primer

Antioksidan primer bekerja untuk mencegah pembentukan senyawa radikal baru, yaitu menurunkan aktivitas radikal bebas dengan memutus reaksi berantai (*chain-breaking antioxidant*), mekanisme pemutusan rantai reaksi radikal dilakukan dengan mendonorkan atom hidrogen secara cepat pada suatu lipid yang radikal, produk yang dihasilkan lebih stabil dari produk awal. Contoh antioksidan primer adalah *Superoksida Dismutase (SOD)*, *Glutation Peroksidase (GPx)*, katalase dan protein pengikat logam *Superoksida Dismutase (SOD)* (Kesuma, 2015)

b. Antioksidan Sekunder

Antioksidan sekunder bekerja dengan mekanisme pengkelat logam yang bertindak sebagai pro-oksidan, menangkap radikal, dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Antioksidan sekunder berperan sebagai pengikat ion-ion logam, penangkap oksigen, pengurai hidropoksida menjadi senyawa non radikal, penyerap radiasi UV, atau deaktivasi singlet oksigen. Contoh antioksidan sekunder adalah vitamin E, vitamin C, β karoten, isoflavon, bilirubin dan albumin c.

Antioksidan Tersier

Antioksidan tersier berperan untuk memperbaiki kerusakan biomolekul akibat adanya radikal bebas. Contoh dari antioksidan tersier yang ada adalah enzim-enzim yang memperbaiki rantai DNA dan metionin sulfida reduktase (Putra, 2008 ; Depkes, 2008).

c. Mekanisme Kerja Antioksidan

Antioksidan dalam menghambat oksidasi atau menghentikan reaksi berantai pada radikal bebas melalui 4 (empat) macam mekanisme reaksi yaitu:

- a. Pelepasan hidrogen dari antioksidan
- b. Pelepasan elektron dari antioksidan
- c. Adisi asam lemak ke cincin aromatik pada antioksidan.
- d. Pembentuk senyawa kompleks antara lemak dan cincin.

3. Tanaman Nagasari

Mesua ferrea adalah pohon hias sedang hingga besar yang didistribusikan di sebagian besar negara Asia termasuk Burma, Kamboja, wilayah Indochina, Malaysia, Myanmar, Nepal (selatan), Filipina, Sri Lanka, Sumatra dan Thailand (Asif *et al.*, 2017).. Berikut ini adalah gambar pohondan dan daun nagasari



Gambar 2.3. Pohon dan Daun Nagasari di daerah Notog, Kabupaten Banyumas

Klasifikasi tumbuhan Nagasari adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Angiosperms
Order : Malpighiales
Family : Clusiaceae
Genus : *Mesua*
Species : *M. ferrea*

Pohon itu bisa tumbuh lebih dari 30 m (98 kaki), dengan diameter batang mencapai 2 m (6 kaki 7 in). Kulit pohon yang lebih muda memiliki warna abu-abu dengan kulit yang serpihan, sementara pohon tua kulitnya berwarna abu-abu gelap dengan merah-coklat api. Daunnya memiliki bentuk yang sederhana, sempit, persegi sampai ke lanskap, biru keabu-abuan sampai hijau tua yang panjangnya 7-15 cm (2,8-5,9 inci) dan lebar 1,5-3,5 cm (0,59-1,38 in), dengan warna keputihan bagian bawah. Daun muda yang muncul merah menjadi merah muda kekuningan dan terkulai. Cabang-cabangnya ramping, terete dan glabrous. Bunga biseksual berdiameter 4-7,5 cm (1,6-3,0 in), dengan empat kelopak putih dan satu cabang benang sari kuning oranye. Buahnya berbentuk ovoid dengan kapsul globular dengan satu sampai dua biji (Chahar *et al.*, 2013)

Bunga, daun, biji dan akar digunakan sebagai obat herbal di India, Malaysia, dan lain-lain. Di negara bagian timur Assam, India, benihnya juga digunakan untuk penerangan di malam hari untuk tujuan sehari-hari (sementara minyak mustard untuk keperluan agama dan kesehatan dan kuliner), sebelum diperkenalkannya minyak tanah oleh Inggris. *Mesua ferrea* (Nagakesara) dilaporkan mengandung senyawa antioksidan, hepatoprotektif, analgesik, antimikroba, antivenom, antikanker, antiulcer, antiinflamasi, antiastmatik dan beberapa aktivitas lainnya (Asif *et al.*, 2017)

Nagasari dilaporkan mengandung banyak senyawa polifenol, flavonoid dan kumarin yang bertanggung jawab dalam aktivitas antioksidan, hasil isolasi minyak biji nagasari menunjukkan adanya kandungan mesuol dimana kandungan ini memiliki aktivitas antioksidan dan immunomodulator (Chahar *et al.*, 2012).

4. Metode Pemisahan

Dalam pengolahan suatu bahan herbal untuk mendapatkan senyawa aktif perlu dilakukan proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan proses pemisahan zat dari campurannya dengan pelarut yang sesuai. Ekstraksi ini biasa digunakan untuk mendapatkan senyawa aktif suatu tanaman.

Beberapa contoh ekstraksi yang dapat digunakan yaitu :

a. Ekstraksi Dingin

Jenis ekstraksi ini mengecilkan resiko penghilangan senyawa oleh pemanasan khususnya senyawa yang bersifat termolabil. Macam - macam metodenya ialah maserasi dan perkolasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan cara merendam serbuk simplisia secara beberapa kali, baik dengan pengocokan atau pengadukan pada temperature ruang (25 °C). Keuntungan dari metode ini adalah mudah dilakukan karena peralatannya yang sederhana, sedangkan kerugiannya penyari yang digunakan mudah mengalami penjenuhan jika tidak mengalami pengadukan, sehingga perpindahan zat aktif akan terhenti. Sedangkan perkolasi merupakan metode ekstraksi dengan cara pembasahan simplisia dengan cairan penyari yang selalu baru. Prinsip metode ini menempatkan serbuk simplisia dalam bejana silinder, dengan diberikan sekat berpori di bagian bawah kemudian direndam dengan penyari dan perkolat ditampung setetes demi setetes dalam wadah sampai diperoleh ekstrak yang banyaknya 1-5 kali bahan .

b. Ekstraksi Panas

Jenis ekstraksi ini dilakukan dengan adanya pemanasan selama proses ekstraksi, metode ini hanya cocok bagi bahan yang tidak termolabil. Macam-macam metode ekstraksi panas ialah soxhletasi, reflux, digesti, infus, dekokta. Soxhletasi adalah proses ekstraksi dengan pemanasan dan pelarut yang selalu baru. Pada soxhletasi pelarut akan membentuk tetesan air kemudian membasahi simplisia dan melarutkan kandungan aktif pada simplisia. Reflux merupakan proses ekstraksi pemanasan sesuai dengan titik didih pelarut, selama waktu tertentu dengan jumlah penyari terbatas dan relatif konstan. Digesti merupakan proses ekstraksi dengan maserasi kinetik (pengadukan kontinu) pada pemanasan suhu rendah (40 °C - 50 °C). Infus merupakan proses ekstraksi dengan pemanasan

pada suhu 90 °C selama 15 menit. Dekokta merupakan proses ekstraksi dengan pemanasan pada suhu 90 °C selama 30 menit. Pemilihan metode ekstraksi bergantung pada sifat senyawa yang diambil dan bentuk simplisia.

Hasil ekstraksi umumnya masih tercampur dengan senyawa senyawa lain yang terlarut dalam penyari yang digunakan. Hasil ekstraksi yang masih tercampurkan ini dapat dipisahkan kembali berdasarkan kepolarannya atau ukuran partikelnya. Ekstrak dapat jelas secara fisik terpisahkan dengan metode ekstraksi cair-cair (*liquid-liquid extraction*) atau dengan dielusikan dalam kromatografi kolom misalnya *vacum liquid chromatography* (VLC), *Column Chromatography*, *Size Exclusion Chromatography* (SEC) dan sebagainya. Disarankan tidak terlalu banyak membagi ekstrak kedalam beberapa fraksi yang terlalu banyak, karena hal ini akan mengurangi konsentrasi zat target pada beberapa fraksi. Hal ini juga dapat mengganggu pengujian (Sarker *et al.*, 2006).

5. Metode Antioksidan

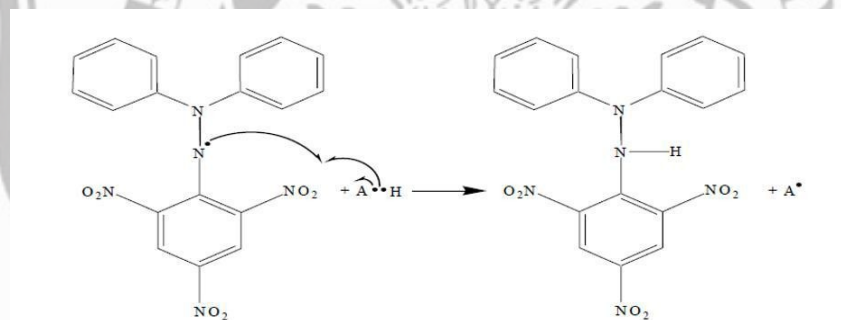
Metode pengujian aktivitas antioksidan dapat dikelompokkan menjadi 3 golongan :

- a. Golongan pertama adalah *Hydrogen Atom Transfer Methods* (HAT), misalnya *Oxygen Radical Absorbance Capacity Method* (ORAC) dan *Lipid Peroxidation Inhibition Capacity Assay* (LPIC).
- b. Golongan kedua adalah *Electron Transfer Methods* (ET), misalnya *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) dan *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil* (DPPH) *Free Radical Scavenging Assay*.
- c. Golongan ketiga adalah metode lain seperti *Total Oxidant Scavenging Capacity* (TOSC) dan *Chemiluminescence* (Badarinath *et al.*, 2010).

Pengujian kapasitas antioksidan dalam suatu senyawa dilakukan secara bertahap yaitu, yang pertama uji *in vitro* menggunakan reaksi kimia, misalnya metil linoleat, DPPH. Setelah itu yang kedua dilakukan uji *in vitro* menggunakan materi biologis, misalnya mengukur viabilitas sel (teknik kultur sel), pembentukan dien terkonjugasi dan kadar TBARS dari isolat LDL, dan lain-lain. Yang terakhir dilakukan uji *in vivo* pada model hewan percobaan, misalnya aktifitas enzim antioksidan, kadar TBARS.

Metode paling sering digunakan adalah metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil*), karena metode ini paling mudah dilakukan, sederhana, dan tidak membutuhkan banyak reagen seperti metode lainnya. Hasil pengukuran uji DPPH menunjukkan aktivitas antioksidan secara umumnya dan tidak berdasarkan jenis radikal yang dihambatnya (Juniarti *et al.*, 2009). Uji ini hanya menunjukkan aktivitas antioksidan yang dapat tercapai setiap senyawa. Pada metode ini, larutan DPPH berperan sebagai radikal bebas akan berubah menjadi *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin* yang bersifat non-radikal.

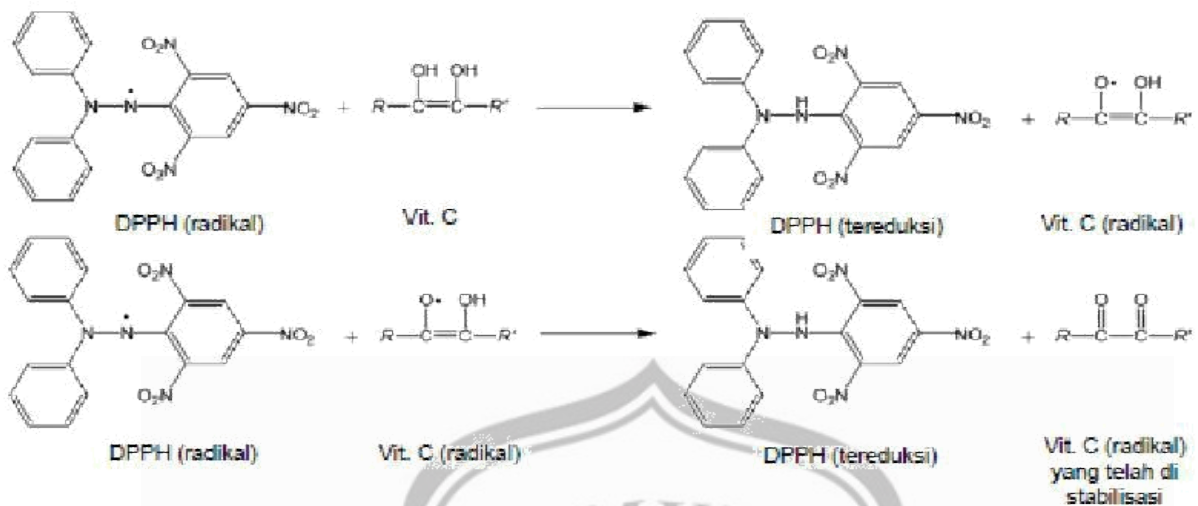
Peningkatan jumlah *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazin* akan ditandai dengan berubahnya warna ungu tua menjadi warna merah muda atau kuning pucat. Penurunan intensitas warna yang terjadi disebabkan oleh berkurangnya ikatan rangkap terkonjugasi pada DPPH. Hal ini dapat terjadi apabila adanya penangkapan satu elektron oleh zat antioksidan yang akan menstabilkan proses resonansi senyawa DPPH.



Gambar 2.4. Reaksi Radikal DPPH dengan Antioksidan (Windono, 2001).

Perubahan tersebut dapat diukur dengan spektrofotometer, dan diplotkan terhadap konsentrasi dan bisa diamati dan dilihat menggunakan spektrofotometer sehingga aktivitas peredaman radikal bebas oleh sampel dapat ditentukan (Molyneux, 2004). Senyawa DPPH menghasilkan absorbansi pada panjang gelombang 517 nm. Aktifitas antioksidan dinyatakan dalam % penghambatan. Besarnya penghambatan diukur dalam rumus :

$$\frac{\text{Absorbansi blangko} - \text{Absorbansi sample}}{\text{Absorbansi blangko}}$$



Gambar 2.5. Reaksi antara DPPH dan asam askorbat yang terkonjugasi
(Nishizawa *et al.*, 2005)

6. Spektrofotometri UV-Vis a. Radiasi Elektromagnetik

Sinar ultraviolet dan Sinar Tampak merupakan salah satu contoh radiasi elektromagnetik, dan dapat dianggap sebagai energi yang merambat membentuk gelombang. Dikenal dengan istilah panjang gelombang yang merupakan jarak linier dari suatu titik pada suatu gelombang ke titik yang bersebelahan pada gelombang yang berdekatan biasa dilambangkan lambda (λ) dengan satuan nanometer (nm) (Gandjar dan Rochman, 2007).

Sinar ultraviolet memiliki panjang gelombang 200-400 nm sedangkan sinar tampak memiliki panjang gelombang 400-750 nm. Warna sinar tampak dapat berpengaruh terhadap panjang gelombang yang dipilih. Sinar monokromatik dapat dipilih dari sinar putih, bila sinar putih dihilangkan maka akan muncul warna komplementer hasil penyerapan senyawa. Jadi yang terbaca oleh alat adalah hasil sinar komplementer (Gandjar dan Rochman, 2007).

b. Penyerapan radiasi elektromagnetik oleh partikel

Suatu molekul melepaskan energi dengan :

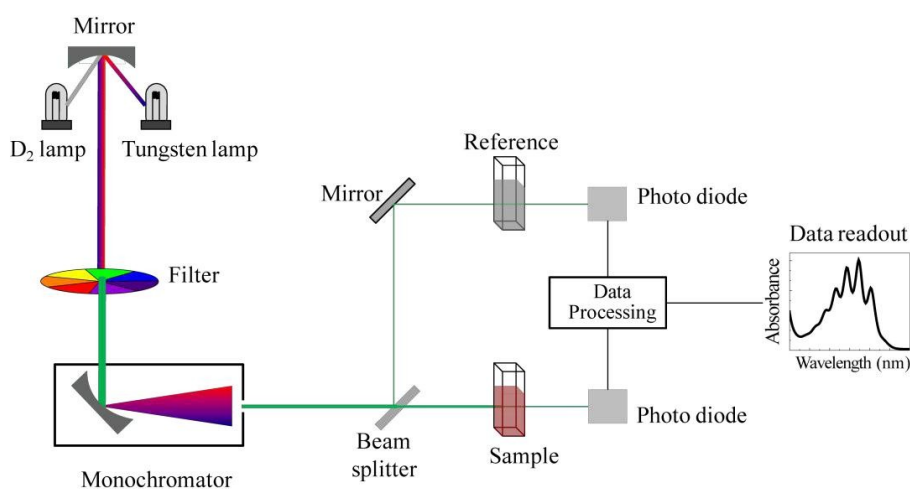
1. Suatu molekul dapat bergerak dengan energi translasi
2. Bagian molekul dapat bergerak karena berkenaan dengan molekul lain, disebut dengan energi vibrasi
3. Molekul berotasi pada sumbunya, disebut energi rotasi

4. Disamping gerakan tersebut, suatu molekul memiliki konfigurasi elektronik dan energinya (energi elektronik).

Energi suatu molekul adalah jumlah komponen- komponen energi translasi, energi vibrasi, rotasi, dan elektronik. Jika suatu molekul bergerak dari satu energi ke energi yang lebih tinggi maka beberapa energi akan dilepaskan. Energi dapat hilang menjadi radiasi atau emisi radiasi. Jika suatu molekul dikenai suatu energi elektromagnetik pada frekuensi yang sesuai maka energi molekul akan ditingkatkan ke tingkat energi yang lebih tinggi, maka terjadi absorpsi energi oleh molekul (Gandjar dan Rochman, 2007).

Agar terjadi absorpsi suatu senyawa harus memiliki energi yang setara dengan foton yang diserap. Setelah terserap maka akan ada peningkatan energi potensial elektron pada tingkat keadaan tereksitasi (Gandjar dan Rochman, 2007).

c. Instrumen Spektrofotometer UV Vis



Gambar 2.6. Skematis spektrofotometer UV Vis (Wikipedia)

Bagian- bagian spektrofotometri UV-Vis di antaranya (Gandjar dan Rochman, 2007):

1. Sumber lampu

Lampu deuterium digunakan untuk daerah UV pada panjang gelombang 190-350 nm, sementara lampu halogen kuarsa atau lampu tungsten digunakan untuk daerah visibel (350 -900 nm).

2. Monokromator

Monokromator digunakan untuk mendispersikan sinar ke dalam komponen-komponen panjang gelombangnya yang selanjutnya akan dipilih oleh celah (slit). Monokromator berputar sedemikian rupa sehingga kisaran panjang gelombang dilewatkan pada sample sebagai scan instrumen melewati spektrum.

3. Optik-optik

Optik-optik dapat didesain untuk memecah sinar sehingga sinar dapat melewati 2 kompartemen, dan seperti pada spektrofotometer Uv-Vis *double beam* suatu larutan blanko dapat digunakan dalam satu kompartemen untuk mengoreksi pembacaan atau spectrum sample. Yang paling sering digunakan blanko dalam spektrofotometer adalah semua pelarut yang digunakan untuk melarutkan sample atau pereaksi.

7. Spektrofotometri FT-IR

FTIR spektroskopi adalah teknik penentuan berdasarkan interaksi antara radiasi IR dan sample seperti padatan, cair atau gas. Alat ini mengukur frekuensi di mana sampel menyerap. Frekuensi berguna untuk identifikasi sampel kimia karena fakta bahwa kelompok-kelompok fungsional kimia bertanggung jawab pada penyerapan radiasi pada frekuensi yang berbeda. Konsentrasi komponen dapat ditentukan berdasarkan intensitas penyerapan. Spektrum adalah plot dua dimensi di mana sumbu diwakili oleh intensitas dan frekuensi penyerapan sampel (Peng, 2016).

Karena semua senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan/emisi di wilayah spektrum IR dan senyawa tersebut dapat dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif menggunakan spektroskopi FT-IR. Selain metode transmisi tradisional FTIR (T-FTIR) (misalnya KBr-pellet atau mull teknik), teknik-teknik modern reflektansi secara luas digunakan di lingkungan, pertanian, farmasi, dan studi makanan. Teknik-teknik modern tersebut seperti *attenuated total reflection FTIR* (ATR-FTIR), *diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy* (DRIFTS). Pilihan metode untuk digunakan tergantung pada banyak faktor seperti: informasi yang diperlukan (*bulk* versus analisis permukaan), bentuk fisik dari sampel, waktu yang dibutuhkan untuk preparasi

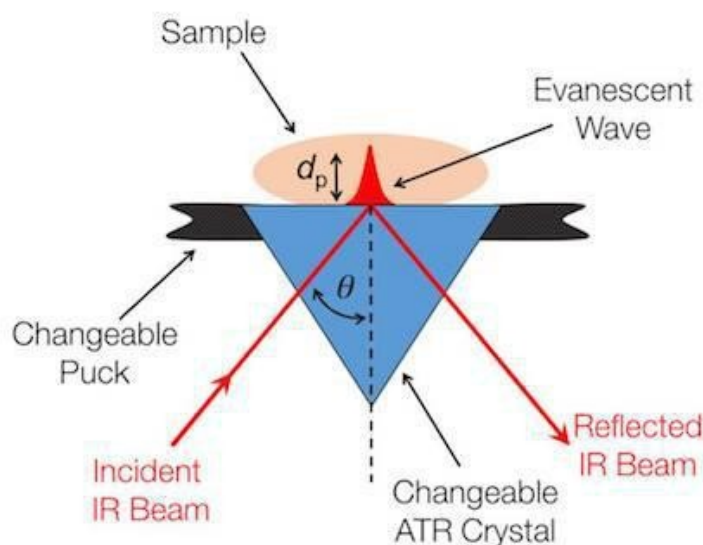
sample (Majedová, 2003).

1. Transmisi Tradisional FTIR

Transmisi spektroskopi adalah metode tertua dan paling umum digunakan untuk mengidentifikasi bahan kimia organik maupun anorganik yang memberikan informasi spesifik tentang struktur molekul, ikatan kimia dan molekul lingkungan (Peng, 2016).

2. ATR- FTIR

Pertama kali diperkenalkan pada tahun 1960, dan sekarang telah banyak digunakan untuk identifikasi senyawa organik. Prinsip metode ini adalah cahaya melewati prisma pada sudut kritis sehingga timbul gelombang *evanescent*. Interaksi antara gelombang *evanescent* dengan sample akan dibaca oleh ATR. Karakteristik utama teknik ini adalah bahwa sampel partikel diendapkan pada permukaan kristal ATR horizontal untuk analisis spektroskopi Zinc selenida (ZnSe) atau kristal Ze adalah yang paling umum digunakan dalam spektroskopi ATR-FTIR (Peng, 2016).



Gambar 2.7. Prinsip ATR-FTIR dimana n_1 dan n_2 adalah indeks bias kristal dan sampel (Spepac)

C. Kerangka Konsep

