

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian Bhakta and Ganjewala, 2009 menunjukkan hasil penelitian bahwa posisi gradien daun tembelean (*L. camara*) mempengaruhi aktivitas antioksidan, karena daun yang lebih tua memiliki aktivitas antioksidan yang lebih sedikit.

Penelitian oleh Safitri et al., 2018 menunjukkan bahwa perbedaan metode ekstraksi pada daun beluntas (*Pluchea indica* L.) menghasilkan kadar flavonoid dan fenolik yang berbeda, karena lamanya suhu dan lamanya waktu pemanasan pada saat ekstraksi dapat mempengaruhi kadar senyawa flavonoid dan fenolik yang diperoleh.

### 2.2 Landasan Teori

#### A. Tembelean (*Lantana camara*)

##### 1. Klasifikasi Tembelean (*Lantana camara*)

Klasifikasi dari tanaman tembelean adalah sebagai berikut :

Regnum	: Plantae
Diviso	: Spermatophyta
Sub Classis	: Angiospermae
Classis	: Dicotyledonae
Ordo	: Lamiales
Familia	: Verbenaceae
Genus	: Lantana
Species	: <i>Lantana camara</i> L. (Rahmah, 2013).

##### 2. Morfologi Tembelean (*L. camara*)

*Lantana camara* merupakan tanaman perdu dengan tinggi antara 0,5-1,5 meter. Batang berkayu, bercabang banyak, dengan ranting berbentuk segi empat, berambut, berduri. Kulit batang berwarna coklat dengan permukaan kasar. Daun berwarna hijau oval, bagian pinggir daun bergerigi. Permukaan daun kasar karena berbulu. Kedudukan daun berhadapan dan tulang daun menyirip. Herba batang berbulu dan berduri serta berukuran lebih kurang 2 meter. Bunga

dalam rangkaian yang bersifat rasemos mempunyai warna putih, merah muda, dan jingga kuning (Rahmah, 2013).



Gambar 2.1 Morfologi Daun Tembelekan (*L. camara*) (Rahmah, 2013).

### 3. Manfaat Tembelekan (*L. camara*)

Akar tanaman tembelekan bersifat tawar dan sejuk serta berkhasiat sebagai pereda demam (antipiretik), penawar racun (antitoksik), penghilang nyeri (analgesik), mengobati tbc kelenjar (skrofuloderma), dan menghentikan perdarahan (hemostatis). Selain itu, juga dapat mengobati rematik, bengkak, memar, keputihan (leukorea), kencing nanah (gonore), gondongan (parotitis, mumps), dan sakit kulit yang berkaitan dengan gangguan emosi (neurodermatitis). Pemakaian luar digunakan untuk radang kulit, eksim, jamur kulit (tinea), bisul, luka berdarah, tersiram air panas, gigitan serangga, memar dan keputihan. caranya, daun dan ranting segar digiling halus lalu ditempelkan ke tempat yang sakit atau direbus dan airnya digunakan cuci. Daun bersifat pahit, sejuk, berbau, dan sedikit beracun (toksik) berkhasiat menghilangkan gatal (anti pruritus), anti toksik, menghilangkan bengkak, dan perangsang muntah. Selain itu, juga dapat mengobati sakit kulit, bisul, luka, batuk, rematik, dan memar kuning (Rahmah, 2013).

### 4. Kandungan senyawa kimia

Tanaman tembelekan (*L.camara*) ini mengandung senyawa kimia seperti lantadene a, lantadene b, lantanolik acid, lantic acid,

beta-caryophyllane, gamma-terpene, alpha-pinene, dan p-cymene (Rahmah, 2013).

## **B. Ekstraksi**

Ekstrak adalah sediaan kental yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa 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 hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Depkes RI, 2000).

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat yang berdasarkan perbedaan kelarutan terhadap dua cairan tidak saling larut. Prinsip ekstraksi melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa non polar dalam senyawa non polar (Khopkar, 2008). Proses ekstraksi terdiri dari tiga langkah besar, yaitu proses pencampuran, proses pembentukan fasa setimbang dan proses pemisahan fasa setimbang. Solven merupakan faktor terpenting dalam proses ekstraksi, sehingga pemilihan solven merupakan faktor penting. Solven ini harus saling melarutkan terhadap salah satu komponen murninya, sehingga diperoleh dua fasa rafinat. Proses ekstraksi dapat berjalan dengan baik bila pelarut ideal harus memenuhi syarat-syarat yaitu selektivitasnya tinggi, memiliki perbedaan titik didih dengan solute cukup besar, bersifat inert, perbedaan density cukup besar, tidak beracun, tidak bereaksi secara kimia dengan solute maupun diluen, viskositasnya kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, murah dan mudah didapat. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah temperatur, waktu kontak, perbandingan solute, faktor ukuran partikel, pengadukan dan waktu dekantasi. Jenis-jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

### **1. Maserasi**

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri (Agoes, 2007). Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang

tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Tujuan maserasi untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tidak tahan pemanasan. Dasar dari maserasi adalah melarutkan bahan kandungan simplisia dari bahan kandungan yang masih utuh. Selama proses perendaman dilakukan pengocokan secara berulang, hal ini dilakukan untuk menjamin keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat didalam cairan. Sedangkan dalam keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif. Secara teoritis pada suatu maserasi tidak memungkinkan terjadinya ekstraksi secara absolut. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil

Remaserasi merupakan metode ekstraksi yang terjadi pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama, dan seterusnya. Pelarut kedua ditambahkan sebanyak penambahan pelarut pertama. Keuntungan cara penyarian dengan remaserasi adalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan. Sedangkan kerugiannya adalah pengerjaannya lama, membutuhkan larutan penyari yang lebih banyak dibanding larutan penyari pada metode maserasi dan hasil penyariannya kurang sempurna (Depkes, 2000).

## **2. Soxhlet**

Soxhlet merupakan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut selalu baru, umumnya dilakukan menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi secara kontinyu dengan jumlah pelarut yang relatif konstan karena adanya pendingin balik. Metode ini dilakukan dengan

menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam slonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu reflux. Alat soxhlet akan mengkosongkan isinya ke dalam labu dasar bulat setelah pelarut sudah mencapai kadar tertentu (Depkes RI, 2000). Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih.

### **3. Perkolasi**

Perkolasi merupakan metode ekstraksi yang menggunakan pelarut yang selalu baru dan sempurna (*exhaustiva extraction*) yang umumnya dilakukan pada temperatur ruangan. Prinsip perkolasi adalah dengan menempatkan serbuk simplisia pada bejana silinder, yang bagian bawahnya diberi sedikit sekat pori, Pada metode perkolasi, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu (Depkes RI, 2000).

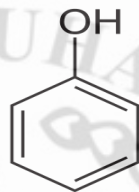
### **4. Reflux dan Destilasi Uap**

Pada metode reflux, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu. Destilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial (campuran berbagai

senyawa menguap). Selama pemanasan, uap terkondensasi dan destilat (terpisah sebagai 2 bagian yang tidak saling bercampur) ditampung dalam wadah yang terhubung dengan kondensor. Kerugian dari kedua metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi (Seidel V 2006).

### C. Senyawa Golongan Fenolik

Senyawa fenolik adalah senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang menempel di cincin aromatik atau sekurangnya memiliki satu gugus fenol (Vermerris and Nicholson, 2006).



Gambar 2.2 Struktur Senyawa Fenolik

Senyawa kimia yang tergolong sebagai senyawa fenolik sangat banyak macamnya, berbagai cara klasifikasi dilakukan oleh banyak ilmuwan. Senyawa fenolik mulai dari yang sederhana dengan berat molekul yang kecil hingga yang kompleks dengan berat molekul lebih dari 30.000 Da (Marinova *et al.* 2005)

#### 1. Fenolik Sederhana (C<sub>6</sub>)

Secara umum senyawa fenolik sederhana memiliki sifat bakterisidal, antiseptik dan atihelmintik (Pengelly, 2004). Senyawa dari kelompok ini merupakan hasil substitusi gugus fenol. Substitusi tersebut bisa berupa substitusi dua gugus atau satu gugus dalam posisi orto, meta atau para. Contoh senyawa fenolik sederhana yang tersubstitusi oleh dua dan satu gugus hidroksil berturut-turut adalah floroglukinol (1,3,5-trihidroksibenzen) dan resorkinol (1,3-dihidroksibenzen).

Contoh fenol sederhana lainnya adalah p-kresol, 3-etilfenol, 3,4-dimetilfenol, dan hidroquinon. Senyawa p-kresol merupakan monofenol yang ditemukan pada beberapa jenis buah, seperti rasberi dan blackberry. Keberadaan senyawa 3-etilfenol dan 3,4-dimetilfenol

yang dapat ditemukan pada beberapa biji coklat. Berbeda dengan p-kresol, hidrokuinon merupakan difenol dan merupakan anggota fenolik sederhana yang paling banyak tersebar di tumbuhan.

#### 2. C6-C1: Asam Fenolat dan Senyawa yang Berhubungan (Aldehid)

Senyawa fenolik dari golongan asam fenolat adalah fenol yang tersubstitusi oleh gugus karboksil. Contoh asam fenolat adalah asam galat. Asam galat merupakan trifenol yang biasa terdapat di daun teh dalam bentuk teresterifikasi bersama dengan katekin. Selain gugus karboksil, gugus lainnya seperti aldehid juga dapat tersubstitusi di gugus fenol. Contoh senyawa dari jenis ini adalah vanilin. Vanillin berasal dari kacang vanilla dan merupakan flavor paling terkenal di dunia.

#### 3. C6-C2: Asetofenon dan Asam Fenilasetat

Asetofenon dan asam fenilasetat adalah golongan senyawa fenolik yang jarang ditemukan di alam. Asetofenon dikenali dengan adanya gugus aseton yang tersubstitusi di fenol. Asam fenilasetat juga memiliki gugus karboksil, namun berbeda dengan asam fenolat, gugus karboksil pada asam fenilasetat tidak berikatan langsung dengan cincin benzena. Contoh senyawa dari golongan asetofenon dan fenilasetat berturut-turut yaitu 2- hidroksiasetofenon dan asam 2-hidroksifenil asetat (Vermerris dan Nicholson 2006). Beberapa senyawa dari golongan asetofenon seperti aposinin dan bentuk glikosidanya (androsin) memiliki kemampuan sebagai antiasmatik. Kedua senyawa tersebut dapat ditemukan di tanaman *Picrorhiza kurroa* (Pangelly 2004)

#### 4. C6-C3 : Asam Sinamat, Sinamil Aldehid, dan Sinamil Alkohol

Keberadaan senyawa fenolik dengan struktur C6-C3 berlimpah di tanaman. Fungsi dari senyawa ini di tanaman adalah sebagai sistem pertahanan. Di tumbuhan, senyawa ini berada dalam bentuk bebas atau sebagai polimer di dinding sel. Asam sinamat dicirikan dengan rangka cincin benzen yang berikatan dengan dua atom karbon yang memiliki gugus karboksil. Contoh senyawa dari golongan ini adalah

asam p-koumarat. Sinamil aldehid dan sinamil alkohol memiliki kerangka yang mirip dengan asam sinamat namun dengan gugus karboksil yang diganti dengan gugus aldehid dan hidroksil. Contoh sinamil aldehid dan sinamil alkohol berturut-turut adalah p-koumaril aldehid dan p-koumaril alkohol (Vermerris dan Nicholson 2006).

Selain p-koumarat, asam kafeat juga merupakan salah satu contoh senyawa dari golongan asam sinamat. Asam kafeat memiliki struktur kimia yang mirip dengan asam p-koumarat kecuali pada jumlah gugus hidroksilnya. Asam kafeat memiliki dua gugus hidroksi pada cincin benzena. Asam kafeat merupakan inhibitor enzim DOPA-dekarboksilase dan 5-lipoksigenase. Senyawa ini tersebar di berbagai tanaman hijau dan biji kopi panggang. Dari segi kesehatan, asam kafeat dapat berperan sebagai analgesik, antiinflamatori, dan meningkatkan motilitas usus (Pangelly 2004).

Asam sinamat di tanaman biasanya ditemukan dalam bentuk ester bersama asam kuinat, asam sikimat, dan asam tartarat. Salah satu contoh asam sinamat yang teresterifikasi adalah asam klorogenat. Asam klorogenat merupakan hasil esterifikasi asam sinamat dengan asam kafeat dan asam kuinat (Vermerris dan Nicholson 2006). Contoh lain turunan asam sinamat yang teresterifikasi (ester sinamat) adalah sinapoil ester. Keberadaan sinapoil ester di produk pangan kurang disukai. Hal ini karena sinapoil ester dapat menimbulkan rasa pahit dan warna yang tidak menarik pada makanan (Cartea et al. 2011).

#### 5. C6-C3: Koumarin

Koumarin memiliki kerangka yang mirip dengan asam sinamat. Perbedaan antara koumarin dan asam sinamat adalah atom oksigen pada gugus karboksil koumarin mengalami siklisisasi (Vermerris dan Nicholson 2006). Di tanaman, koumarin berperan dalam pertahanan terhadap penyakit dan serangan hama karena memiliki aktivitas antimikrobal dan fungisidal. Distribusi koumarin di tanaman sangat luas. Contoh koumarin yang sederhana adalah umbelliferon (Pengelly 2004).

## 6. C30 Biflavonil

Biflavonil merupakan senyawa fenolik yang memiliki rangka yang disusun atas 30 atom karbon dan merupakan dimer dari flafon. Flafon adalah salah satu anggota dari flavonoid. Biflavonil yang paling familiar adalah ginkgetin yang terdapat di tanaman *Ginkgo biloba* (Vermerris dan Nicholson 2006).

Senyawa ini dapat digunakan pada penyembuhan penyakit demensia dan kelainan pada otak lainnya. Selain itu, ginkgetin pada *Ginkgo biloba* juga dapat melegakan pernapasan penderita asma (Li 2008)

## 7. C6-C1-C6, C6-C2-Cs: Benzofenon, Xanton, dan Stilben

Benzofenon dan xanton memiliki struktur kerangka Ce-C-C6, sedangkan stilben memiliki struktur kerangka Ce-C2-Ce (Vermerris dan Nicholson 2006). *Garcinia morella* dan *G. Xanthocymus* mengandung benzofenon. Dua jenis benzofenon pada tanaman ini, yaitu guttiferon dan gambogenon, diketahui memiliki sifat sitotoksik pada kanker usus SW-480. Xanton merupakan pigmen berwarna kuning yang biasanya terdapat di bunga-bunga. Xanton yang ditemukan di tanaman *Garcinia dulcis* diketahui memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Plasmodium falciparum*. Stilben merupakan senyawa fenolik yang sering terdapat di batang kayu. Senyawa ini memiliki aktivitas antifungal.

## 8. C6, C10, C14 Kuinon

Kuinon berdasarkan jumlah atom karbon kerangkanya dapat digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu benzokuinon (C6), naftakuinon (C10), dan antrakuinon (C14). Benzokuinon, misalnya 2,6 dimetoksibenzokuinon, biasanya terdapat di akar jagung. Naftakuinon merupakan senyawa fenolik yang jarang dijumpai. Juglon adalah salah satu contoh naftakuinon yang cukup dikenal. Senyawa ini dapat ditemukan di walnut. Antrakuinon merupakan kuinon yang paling banyak dapat ditemukan di tanaman tingkat tinggi maupun di jamur.

Salah satu contoh antrakuinon adalah emodin (Vermerris dan Nicholson 2006).

#### 9. C18 Betasianin

Betasianin adalah pigmen merah dan merupakan pigmen utama yang ada pada buah bit merah. Spektrum warna betasianin mirip dengan antosianin (anggota flavonoid) namun betasianin memiliki atom nitrogen yang tidak dimiliki oleh antosianin. Contoh betasianin adalah betanidin yang rumus strukturnya disajikan pada (Vermerris dan Nicholson 2006).

#### 10. Lignan, Neolignan, dan Lignin

Lignan merupakan dimer atau oligomer dari monolignol. Monolignol yang dimaksud antara lain p-koumaril alkohol, koniferil alkohol, dan sinapil alkohol. Koniferil alkohol merupakan monolignol yang paling sering digunakan dalam biosintesis lignan (Vermerris dan Nicholson 2006).

Biosintesis lignan merupakan hasil dari reaksi radikal monolignol. Istilah lignan dan neolignan dibedakan berdasarkan posisi ikatan monolignol dengan monolignol lainnya. Lignan adalah hasil pengikatan dua monolignol di posisi karbon nomor delapan (8-8'). Sebaliknya, neolignan adalah dimer atau oligomer yang terbentuk dari ikatan selain 8-8' (Vermerris dan Nicholson 2006).

Berbeda dengan lignan dan neolignan yang hanya merupakan dimer atau oligomer, lignin merupakan polimer dari monolignol. Beberapa senyawa lain (selain tiga monolignol yang telah disebutkan) dapat berikatan di lignin walaupun dalam jumlah yang sedikit. Senyawa lain tersebut antara lain koniferaldehida, sinapaldehida, dihidrokoniferil alkohol, 5- hidrosikoniferil alkohol, tiramin ferulat, p-hidroksi-3metoksibenzaldehida, p-hidroksibenzoat, dan asetat (Vermerris dan Nicholson 2006).

Pengelompokkan tanin menjadi tiga kelompok, yaitu tanin terkondensasi, tanin yang dapat dihidrolisis, dan tanin kompleks. Tanin terkondensasi atau proantosianidin merupakan oligomer atau polimer

dari flavonoid yang mengandung unit flavan-3-ol (katekin). Senyawa dalam kelompok ini kurang disukai berada dalam makanan karena menimbulkan rasa pahit dan warna gelap. Selain itu, senyawa dari golongan proantosianidin ini juga merupakan zat antinutrisi yang dapat menurunkan daya cerna protein, polisakarida, dan zat makro nutrien lainnya (Cartea et al. 2001). Contoh tanin terkondensasi adalah prosianidin B2 (epikatekin-(4B-8')-epikatekin). Ellagitanin memiliki rumus struktur yang mirip dengan gallotanin, yaitu memiliki gugus poliol sebagai pusat dan asam galat sebagai residu. Perbedaan utama antara ellagitanin dan gallotanin adalah pada ellagitanin karbon dari residu asam galat yang berdekatan saling berikatan (C-C) membentuk formasi heksahidroksidifenol (HHDP). Konfigurasi unit HHDP dapat berbentuk S atau R.

Tanin kompleks, sesuai dengan namanya memiliki struktur yang kompleks. Tanin jenis ini merupakan hasil dari glikosidasi gallotanin atau ellagitanin dengan unit katekin. Contoh tanin kompleks adalah Akutissimin A, M. Phlobaphene Struktur phlobaphene masih kurang dipahami. Diduga senyawa ini merupakan polimer dari flavan-4-ol. Contoh flavan-4-ol yang terlibat adalah seperti apiferol dan luteoferol. Ikatan antar flavan-4-ol yang terjadi merupakan ikatan yang kuat antara atom C

#### **D. Radikal Bebas**

##### **1. Pengertian Radikal Bebas**

Radikal bebas adalah suatu molekul yang relatif tidak stabil dengan atom yang pada orbit terluarnya memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan (Robinst, 2007). Radikal bebas berada di dalam tubuh akibat proses respirasi aerobik dengan bentuk yang berbeda beda, seperti superoksida, hidroksil, hidroperoksil, peroksil, dan alkosil radikal (Teow *et al.*, 2007).

##### **2. Efek Radikal Bebas**

Radikal bebas, baik yang eksogen maupun endogen merupakan etiologi penyakit degeneratif seperti jantung koroner, stroke, diabetes,

dan kanker (Rohman dan Riyanto, 2006). Dalam jumlah yang berlebihan, radikal bebas dan oksidan dapat mengakibatkan suatu proses penghancuran yang disebut *oxidative stress*, suatu proses penghancuran yang mempengaruhi struktur sel seperti protein, lipid, lipoprotein, dan DNA. Jika tidak diregulasi dengan baik, *oxidative stress* dapat menyebabkan berbagai penyakit kronik dan degeneratif seperti stoke (Dorge, 2002). Berikut ini merupakan contoh penyakit dan sistem yang terganggu akibat radikal bebas: aterosklerosis, iskemia, penuaan, kanker, kardiovaskular, neurologi, respiratori, artritis reumatoid, nefropati, penyakit mata, gangguan pada janin.

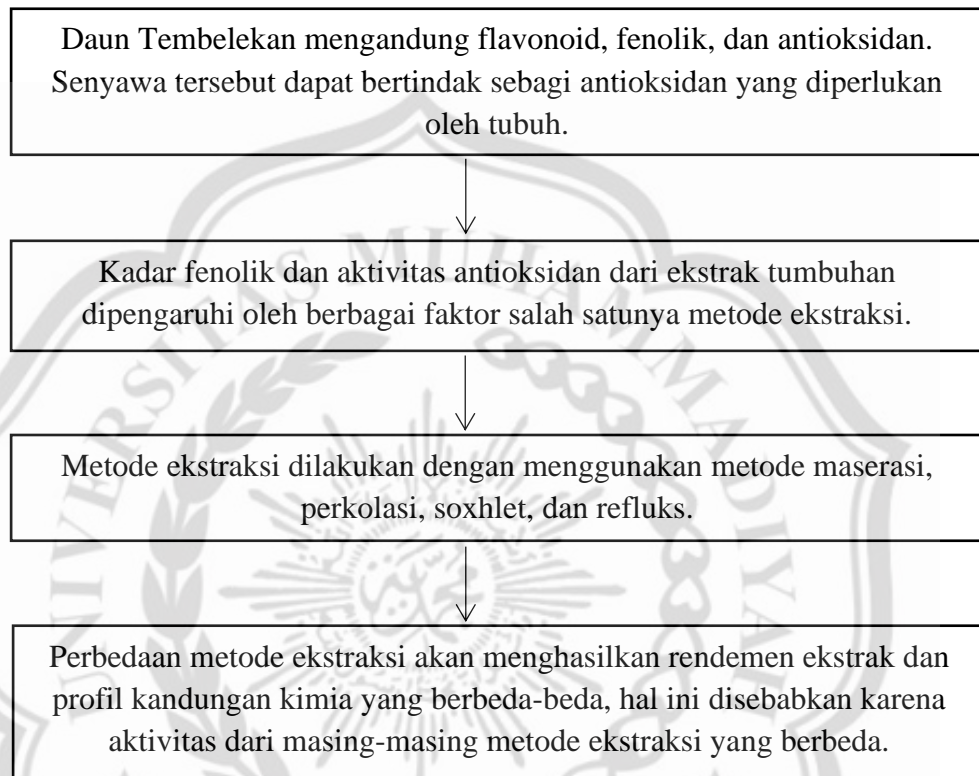
### 3. Sumber Radikal Bebas

Sumber radikal bebas bisa berasal dari dalam tubuh kita sendiri (endogen), bisa pula dari luar tubuh (eksogen). Radikal endogen terbentuk akibat reduksi oksigen dalam mitokondria yang kurang sempurna, sehingga terbentuk superoksida, interaksi superoksida atau hidrogen peroksida dengan ion logam transisi. Sedangkan radikal bebas eksogen berasal dari polusi udara, radiasi, zat-zat kimia (obat-obatan, insektisida) dan makanan-makanan tertentu (Windono *et al.*, 2001). Radikal bebas juga bisa berasal dari luar tubuh (eksogen), misalnya karena: polusi udara seperti asap rokok, radiasi, zat-zat kimia seperti obat-obatan dan insektisida, serta dapat juga melalui makanan tertentu (Windono *et al.*, 2001). Mekanisme reaksi radikal bebas dari autooksidasi lipid dapat digambarkan sebagai tahap inisiasi, propagasi, dan terminasi. Selama tahap inisiasi dan propagasi, atom hidrogen tetangga dari rantai karbon dengan satu ikatan rangkap diabstraksi dan radikal alkil yang terbentuk distabilkan oleh resonansi (Pokorny *et al.*, 2001).

Minyak goreng yang dipakai berkali-kali sampai berwarna coklat kehitaman dan barbau tengik, dapat menyebabkan timbulnya radikal bebas pada makanan yang digoreng. Minyak goreng yang sudah rusak tersebut tidak layak dipakai lagi karena dapat melapaskan senyawa preoksida dan epoksida yang bersifat karsinogenik (Ketaren, 2005).

Zat pengawet makanan seperti formalin-dehid/ formalin pada bakso atau tahu, zat warna tekstil seperti methanyl yellow pada kerupuk, serta rhodamin pada sirup, ternyata dapat merangsang terbentuknya radikal bebas (Nadsul, 2007)

### 2.3 Kerangka Konsep



### 2.4 Hipotesis

Berdasarkan penelitian terdahulu maka dapat diambil beberapa hipotesis yaitu:

1. Metode ekstraksi mempengaruhi kadar fenolik total daun tembelean (*L camara*).
2. Metode ekstraksi mempengaruhi aktivitas penangkapan radikal bebas daun tembelean (*L camara*).