

*Skripsi*

**FORMULASI *EDIBLE FILM* BERBASIS KITOSAN DENGAN  
FORTIFIKASI EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)  
SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

**EKA NUR AFIAH**

**H311 16 502**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2021**

**FORMULASI *EDIBLE FILM* BERBASIS KITOSAN DENGAN  
FORTIFIKASI EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan* L.)  
SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

**Oleh:**

**EKA NUR AFIAH**

**H311 16 502**



**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**FORMULASI *EDIBLE FILM* BERBASIS KITOSAN DENGAN  
FORTIFIKASI EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan L.*)  
SEBAGAI ANTIOKSIDAN**

**Disusun dan diajukan oleh:**

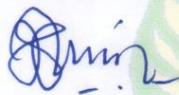
**EKA NUR AFIAH**

**H31116502**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 26 Juli 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Hasnah Natsir, M.Si  
NIP. 19620320 198711 001

Pembimbing Pertama,



Dr. Abdur Rahman Arif, S.Si. M.Si  
NIP. 19861008 201504 002

Ketua Departemen Kimia,



Dr. Abd. Karim, M.Si  
NIP. 19620710 198803 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Nur Afiah  
NIM : H311 16 502  
Program Studi : Kimia  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

FORMULASI *EDIBLE FILM* BERBASIS KITOSAN DENGAN FORTIFIKASI  
EKSTRAK KAYU SECANG (*Caesalpinia sappan* L.) SEBAGAI  
ANTIOKASIDAN

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 26 Juli 2021  
Yang menyatakan,



Eka Nur Afiah

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Puji syukur yang mendalam saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan. Skripsi ini saya dedikasikan kepada ayahanda dan bunda tercinta. Serta untuk orang-orang terdekat yang telah memberikan dorongan dan motivasi selama proses pembuatan skripsi ini, dan kepada almamater merah kebanggan kami.

## PRAKATA

Bismillahirrahmananirrahim, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Formulasi *Edible Film* Berbasis Kitosan Dengan Fortifikasi Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) Sebagai Antioksidan**”

Shalawat dan salam tak lupa tercurahkan kepada Baginda Rasulullah SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, dan kepada umatnya hingga akhir zaman. Berhasilnya penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini menandakan berakhirnya salah satu dimensi perjuangan sebagai syarat dalam memperoleh gelar sarjana di Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda **Muhammad Sanusi** dan ibunda **Suriati** terima kasih untuk setiap semangat, bantuan, kasih sayang dan doa yang senantiasa tak henti-hentinya diberikan kepada saya, semoga Allah senantiasa memberikan rahmat berupa kasih sayang, keteguhan hati di atas agama Allah, dan kemuliaan bukan hanya di dunia tapi juga di akhirat Insya Allah.

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini, terutama kepada Ibunda **Dr. Hasnah Natsir, M.Si** selaku pembimbing utama dan Bapak **Abdur Rahman Arif, M.Si** selaku pembimbing pertama yang menjadi orang tua di kampus dan senantiasa meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam membimbing dan memberikan arahan yang baik, terutama dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis juga tak lupa mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ketua Departemen Kimia Bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan Sekretaris Departemen Kimia Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si**, beserta dosen dan staf Departemen Kimia yang telah membantu penulis dalam perjalanan menyelesaikan pendidikan ini.
2. Dosen penguji ujian sarjana kimia, yaitu **Dr. Paulina Taba, M.Phil** selaku Ketua Tim Penguji, dan **Syadza Firdausiah, S. Si. M,Sc** selaku Sekretaris Tim Penguji.
3. Seluruh **Analisis Laboratorium** di Departemen Kimia, terkhusus untuk **kak Anti, kak Akbar, ibu Tini, kak Linda, pak Sugeng dan kak Fibi**, terkhusus kak akbar yang telah banyak membantu menyelesaikan penelitian.
4. Rekan penelitian **Fitriani B.** dan rekan penelitian biokimia **Nia kurnia, Dionisius Sandhi Triputra, Nur Dinda Agustiani R., Dian Budiarti Kastian, Izzah Maurizah dan Miftahuddin** Terima kasih atas kerjasama dan bantuannya selama ini.
5. Sahabat-sahabatku **Nia Kurnia dan Nur Madya Juliani Ahmad.** Terima kasih telah hadir sebagai penghibur dalam kepenatan, dan penyemangat dalam kemalasan untuk berangkat kuliah dan mengerjakan skripsi ini.
6. Sahabat saya Rima Mufidah, Nia Kurnia, Andi Nur Ifah Dewi, Benedict Pradipta, Asdar Ferry dan lainnya. Saya ucapkan terima kasih atas motivasi yang telah diberikan selama ini.

7. Teman-teman **Kimia 2016** yang merupakan saudara seperjuangan dalam menimba ilmu di jurusan kimia.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama menyelesaikan penelitian, terima kasih.
9. *Last but not least, i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for never quitting, and I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis sadar bahwa laporan skripsi ini tidak sempurna dan banyak kekurangan baik materi maupun teknik penulisannya, karena sejatinya kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT. Oleh karena itu, penulis berharap saran dan kritikan yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja dalam pengembangan ilmu pengetahuan kimia khususnya bidang biokimia.

Makassar, 26 Juli 2021

Penulis

Eka Nur Afiah

## ABSTRAK

*Edible film* merupakan pengemas makanan yang terbuat dari bahan-bahan alami, seperti kitosan, gliserol dan pati sehingga ramah terhadap lingkungan, maka *edible film* ini dapat dikonsumsi dan dijadikan sebagai alternatif pengganti kemasan makanan berbahan plastik. Sebagai nilai tambah untuk *edible film* maka dapat ditambahkan ekstrak kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai antioksidan alami. Senyawa aktif antioksidan dari kayu secang diisolasi dengan metode maserasi dan hasil maserat diuji metode DPPH untuk melihat aktivitas antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik *edible film* berbasis kitosan dengan penambahan ekstrak kayu secang dengan variasi konsentrasi yaitu 0%, 3%, 5% dan 7%. Parameter pengujian *edible film* dilakukan dengan menguji ketebalan film, persen elongasi, kuat tarik, laju transmisi uap air, pengujian FTIR dan aktivitas antioksidan. Karakteristik terbaik *edible film* mengacu pada standar *edible film* yang ditentukan pada *Japanese Industrial Standard* (JIS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi penambahan ekstrak kayu secang memberikan pengaruh terhadap hasil uji karakteristik dan aktivitas antioksidan *edible film*. *Edible film* dengan karakteristik terbaik terdapat pada penambahan konsentrasi 7% ekstrak kayu secang yang ditunjukkan dengan nilai ketebalan 0,09 mm, laju transmisi uap 24,86 g/m<sup>2</sup>.jam, kuat tarik 10,44 MPa, persen elongasi 16,86%, dan persen inhibisi *edible film* 90,58%.

**Kata Kunci:** *Edible film*, ekstrak kayu secang, aktivitas antioksidan, uji karakteristik

## ABSTRACT

*The edible film is a food packaging made from natural ingredients, including chitosan, glycerol, and starch so it's environmentally friendly and also because of its natural constituent components, the edible film can be consumed and used as an alternative to plastic food packaging. As an added value for edible film, it can be added secang wood extract (Caesalpinia sappan L.) as a natural antioxidant. Secang wood is one of the plants that can be used as a natural antioxidant. An antioxidant compound from secang wood can be isolated with maceration and the result will be used to identified antioxidant activity using DPPH method. This study was to determine the characteristics of chitosan edible film with the addition of sacang wood extract with variations of secang wood extract of 0%, 3%, 5%, and 7%. The parameters tested of the edible film were thickness, water vapor transmission rate, tensile strength, elongation percentage, FTIR test, and antioxidant activity. The best characteristics of an edible film can be shown to edible film standards specified in the Japanese industrial standard (JIS). The results showed that the different addition concentrations of secang wood extract had an effect on the result of characteristics and antioxidant activity of edible film. The addition secang wood extract showed the best characteristic was found at 7% concentration secang wood extract were thickness 0,09mm, water vapor transmission rate 24,86 g/m<sup>2</sup>.hour, tensile strength 10,44 MPa, elongation percentage 16,86%, and inhibition percentage 90,58%.*

**Keywords:** *Edible film, sacang wood extract, antioxidant activity, characteristic test*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA .....	vi
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Maksud Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tanaman Secang .....	5
2.2 <i>Edible Film</i> .....	8
2.3 Gliserol Sebagai <i>Plasticizer</i> Dalam Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	11
2.4 Kitosan .....	14
2.5 Antioksidan .....	19
2.6 Pati .....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23

3.1 Bahan Penelitian .....	23
3.2 Alat Penelitian.....	23
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
3.4 `Prosedur Penelitian .....	23
3.4.1 Preperasi kayu secang .....	23
3.4.2 Ekstraksi kayu secang .....	24
3.4.3 Uji fitokimia.....	25
3.4.4 Uji aktivitas antioksidan dengan reagen DPPH untuk asam askorbat.....	26
3.4.5 Uji aktivitas antioksidan dengan reagen DPPH untuk ekstrak kayu secang.....	27
3.4.6 Pembuatan <i>edible film</i> dengan penambahan ekstrak kayu secang .....	28
3.4.7 Uji aktivitas antioksidan dengan reagen DPPH untuk <i>edible film</i> .....	29
3.4.8 Uji karakteristik <i>edible film</i> .....	30
3.4.9 Uji FTIR .....	32
3.4.10 Uji <i>biodegradable</i> .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Preparasi dan ekstraksi kayu secang .....	33
4.2 Hasil uji skrining fitokimia .....	34
4.3 Hasil uji Aktivitas dengan metode DPPH.....	38
4.4 Hasil pembuatan <i>edible film</i> .....	40
4.5 Hasil pengujian antioksidan <i>edible film</i> .....	43
4.6 Hasil pengujian karakteristik <i>edible film</i> .....	45
4.7 Hasil uji FTIR .....	53
4.8 Hasil uji <i>Biodegradable</i> .....	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
4.1 Kesimpulan.....	61
4.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	63
LAMPIRAN.....	75

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Penelitian terkait pembuatan <i>edible film</i> .....	9
2. Nilai <i>Japanese Industrial Standart (JIS)</i> .....	10
3. Kategori antioksidan berdasarkan nilai $IC_{50}$ .....	21
4. Hasil uji fitokimia pada ekstrak kayu secang.....	34
5. Hasil analisa aktivitas antioksidan .....	38
6. Formulasi <i>edible film</i> .....	41
7. Hasil persen inhibisi <i>edible film</i> .....	44
8. Hasil nilai uji pengujian mekanik <i>edible film</i> .....	45
9. Spektrum infra merah ekstrak kayu secang .....	54
10. Spektrum infra merah kitosan .....	55
11. Spektrum infra merah <i>edible film</i> kontrol .....	55
12. Spektrum infra merah <i>edible film</i> kayu secang 7%.....	56
13. Hasil uji <i>biodegradable film</i> .....	57
14. Penelitian lain terkait <i>edible film</i> berantioksidan .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar morfologi tumbuhan secang.....	6
2. Struktur senyawa brazilin.....	7
3. Struktur senyawa gliserol.....	11
4. Struktur senyawa kitosan .....	15
5. Senyawa katekin .....	19
6. Reaksi flavonoid dan radikal bebas.....	20
7. Reaksi uji flavonoid .....	35
8. Reaksi uji tanin.....	36
9. Reaksi uji saponin .....	37
10. Reaksi uji terpenoid .....	37
11. Grafik % inhibisi.....	39
12. Reaksi yang diperkirakan terjadi antara flavonoid dan radikal bebas .....	40
13. <i>Edible film</i> A. Kontrol; B. 3%; C;5% dan D.7% .....	42
14. Grafik nilai persen inhibisi <i>edible film</i> .....	44
15. Grafik nilai ketebalan <i>edible film</i> .....	46
16. Grafik laju transmisi uap air <i>edible film</i> .....	48
17. Grafik nilai kuat tarik <i>edible film</i> .....	50
18. Grafik nilai persen elongasi <i>edible film</i> .....	51
19. Representasi sederhana dari ikatan silang rantai polisakarida kitosan pati oleh ekstrak kayu secang.....	52
20. Spektrum IR ekstrak kayu secang.....	53

21. Spektrum FTIR (a) kitosan; (b) edible film dengan penambahan ekstrak kayu secang; dan (c) edible film tanpa penambahan ekstrak kayu secang ..54

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

IC	: <i>Inhibition Concentration</i>
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrihidazil
KS	: Kayu secang
JIS	: <i>Japanese Industrial Standard</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infrared</i>
mdpl	: meter diatas permukaan laut
mM	: milimolar
UV-VIS	: Ultra Violet- <i>Visible</i>
ppm	: <i>part per million</i>
°C	: derajat celcius
p.a	: pro analisis
SD	: Standar Deviasi

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Diagram alir penelitian .....	75
2. Bagan kerja penelitian .....	76
3. Pengolaan Data .....	86
4. Data kuat tarik dan persen elongasi .....	101
5. Data spektrum FTIR .....	105
6. Dokumentasi penelitian .....	109

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Makanan merupakan kebutuhan mendasar bagi kehidupan manusia yang termasuk kedalam kebutuhan primer (Ningsih, 2014). Makanan menjadi penting karena memiliki zat gizi yang berfungsi untuk menghasilkan energi, membangun dan memelihara jaringan tubuh (Almatsier, 2009). Seiring dengan perkembangan teknologi, produksi pangan juga meningkat di berbagai aspek berupa teknik pengolahan, pengawetan, pengemasan dan proses distribusinya. Hal ini memungkinkan suatu produk makanan yang dihasilkan dari suatu tempat dapat diperoleh di tempat lain dengan keadaan dan kualitas yang baik tanpa merusak nilai gizi makanan selama proses distribusi berlangsung.

Pengemasan merupakan salah satu faktor penting yang diperlukan pada suatu produk makanan. Selain untuk melindungi produk dari kontaminasi lingkungan, pengemasan juga dapat memberikan tampilan yang menarik terhadap makanan. Beberapa tahun terakhir ini, banyak digunakan plastik sebagai bahan pengemas makanan. Penggunaan plastik sebagai pengemas makanan kurang ramah lingkungan (Saleh dkk., 2017). Sehingga salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah mengganti plastik dengan *edible film*.

Menurut Hui (2006), *edible film* merupakan kemasan ramah lingkungan yang terbuat dari bahan alami sehingga dapat dimakan. Berfungsi sebagai pengemas primer dan biasanya berbentuk lembaran tipis. Kemampuan *edible film* sebagai *barrier* terhadap transfer massa disebabkan oleh komponen penyusun dari *edible film* itu sendiri.

Komponen penyusun *edible film* secara langsung dapat mempengaruhi morfologi maupun karakteristik pengemasan yang dihasilkan (Ullum dkk., 2018). Penelitian mengenai pengemasan produk pangan dengan *edible film* telah banyak dilakukan dan terbukti dapat memperpanjang masa simpan serta memperbaiki kualitas produk (Winarti dkk., 2012). Adapun penelitian terkait mengenai *edible film* salah satunya telah dilaporkan oleh Warkoyo dkk. (2014), dimana dibuat *edible film* dengan penambahan pati umbi kimpul (*xanthosoma sagittifolium*) yang dicampurkan dengan kalium sorbat. Penelitian pembuatan *edible film* lainnya juga dilaporkan oleh Kusumawati dan Putri (2013), dengan menggunakan pati jagung dan perasan temu hitam.

Bahan yang umum digunakan untuk membuat *edible film* adalah bahan yang mengandung karbohidrat salah satunya adalah Kitosan. Kitosan merupakan polimer karbohidrat yang sangat bagus dalam hal biokompatibilitas dan mudah dibentuk menjadi *edible film* serta tidak beracun (Rout, 2001). Kelebihan ini membuat kitosan mempunyai nilai komersial yang menarik. Selain itu *edible film* juga perlu difortifikasi dengan senyawa-senyawa antioksidan dari alam.

Senyawa antioksidan memiliki peran yang sangat penting dalam kesehatan. Dikarenakan kemampuannya untuk menghambat radikal bebas. Senyawa antioksidan yang dihasilkan dari tumbuhan seperti vitamin C, vitamin E, karoten, golongan fenol seperti polifenol dan flavonoid diketahui berpotensi mengurangi risiko penyakit degeneratif yang diakibatkan oleh radikal bebas (Prakash dkk., 2001). Senyawa antioksidan yang dapat di peroleh dari sayuran, buah-buahan dan tanaman obat yang sering kita konsumsi. Salah satu sumber antioksidan yang dapat digunakan yaitu kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*).

Penelitian mengenai kemampuan kayu secang sebagai alternatif antioksidan telah dilaporkan oleh Setiawan dkk. (2018), dimana digunakan metode ekstraksi soxhletasi dengan pelarut etanol 80%. Selanjutnya dilakukan skrining fitokimia

untuk mengetahui kandungan kimia yang terdapat dalam ekstrak kayu secang. Beberapa rujukan kepustakaan juga telah menunjukkan bahwa tanaman secang memiliki kandungan senyawa aktif yang cukup beragam, diantaranya kandungan senyawa triterpenoid, flavonoid, fenolik, dan steroidnya positif (Yemirta, 2010).

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan *edible film* dan uji aktivitas antioksidan serta karakteristiknya dengan penambahan ekstrak kayu secang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yakni:

1. bagaimana profil fitokimia dari ekstrak air dan etanol kayu secang ?
2. bagaimana formulasi pembuatan *edible film* berbahan dasar kitosan dengan fortifikasi ekstrak kayu secang?
3. bagaimana karakteristik *edible film* berbahan dasar kitosan dengan fortifikasi ekstrak kayu secang?
4. bagaimana aktivitas antioksidan *edible film* berbahan dasar kitosan dengan fortifikasi ekstrak kayu secang?

## **1.3 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini yaitu, untuk membuat *edible film* berbahan dasar kitosan dengan penambahan ekstrak kayu secang dan menganalisis karakteristik serta aktivitas antioksidannya.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari Penelitian ini yaitu:

1. mengetahui profil fitokimia dari ekstrak air dan etanol kayu secang.
2. menentukan formulasi pembuatan *edible film* berbahan dasar kitosan dengan fortifikasi ekstrak kayu secang
3. menentukan karakterisasi *edible film* berbahan dasar kitosan dengan fortifikasi ekstrak kayu secang.
4. mengetahui aktivitas antioksidan *edible film* berbahan dasar kitosan dengan fortifikasi ekstrak kayu secang.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. sebagai informasi karakteristik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak dan *edible film* berbahan dasar kitosan dengan fortifikasi ekstrak kayu secang.
2. memperoleh alternatif pengemas yang alami dan aman dengan penambahan antioksidan.
3. mengurangi pencemaran lingkungan dengan menyediakan alternatif *edible film* yang bersifat *biodegradable*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.)

##### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.)

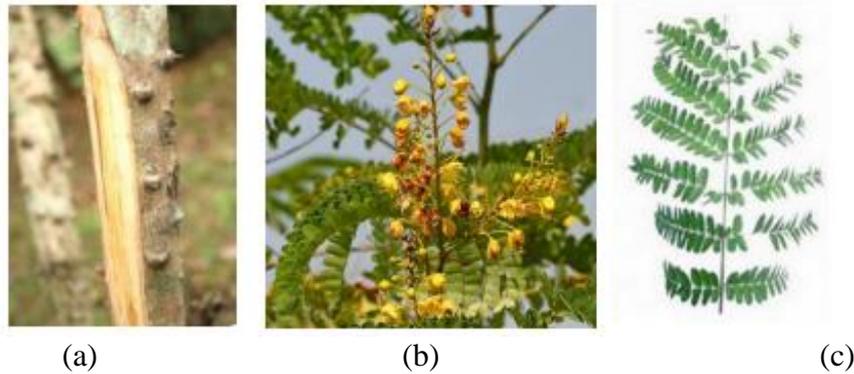
Tumbuhan secang hidup di suatu daerah dengan ketinggian sampai 1.000 m diatas permukaan laut, tumbuh liar. Bagian kayu pada tumbuhan secang diyakini oleh masyarakat sebagai obat tradisional. Kayu secang direbus untuk menghasilkan warna merah yang dapat digunakan untuk memberi warna pada anyaman, pewarna makanan atau sebagai tinta (Arisandi & Andriani, 2008).

Menurut Tjitrosoepomo dalam Fadiah (2014), klasifikasi tanaman secang (*Caesalpinia sappan* L.) :

Regnum : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Sub divisi : *Angiospermae*  
Class : *Dicotyledoneae*  
Ordo : *Rosales*  
Family : *Caesalpinaceae*  
Genus : *Caesalpinia*  
Species : *Caesalpinia sappan* L.

Secang merupakan pohon kecil dengan dengan tinggi 5-10 m, permukaan batang kasar dengan duri tersebar dipermukaannya. Daun majemuk menyirip ganda, panjang 25-40 cm, jumlah daun 10-20 pasang yang letaknya berhadapan. Anak daun tidak bertangkai, bentuknya lonjong, tepi rata dan hampir sejajar dengan panjang 10-25 mm, lebar 3-11 mm. Bunganya majemuk berbentuk malai, keluar dari ujung

tangkai dengan panjang 10-40 cm, ujungnya seperti paruh berisi 3-4 biji. Panjang buah berkisar 15-18 mm dan lebar buah 3-4 mm yang berwarna kecoklatan (Sunaryo, 2015). Adapun bentuk batang, bunga, dan daun kayu secang dapat di lihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Morfologi kayu secang (a) batang dengan duri tempel yang bengkok; (b) bunga malai majemuk; (c) daun majemuk (Sumber : Direktorat Obat Asli Indonesia, Garg, Aisah dalam Sari dan Suhartati, 2016)

Tanaman secang banyak dimanfaatkan pada bagian kayunya sebagai minuman obat tradisional. Pemanenan tumbuhan kayu secang dapat dilakukan mulai dari umur 1-2 tahun. Kayu secang banyak dijual dipasar tradisional dalam bentuk serutan kayu untuk menjaga kualitas kayu secang, sebaiknya kayu secang dibungkus dan disimpan di tempat yang kering (Garjito, 2013).

### 2.1.2 Kandungan Kimia Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*)

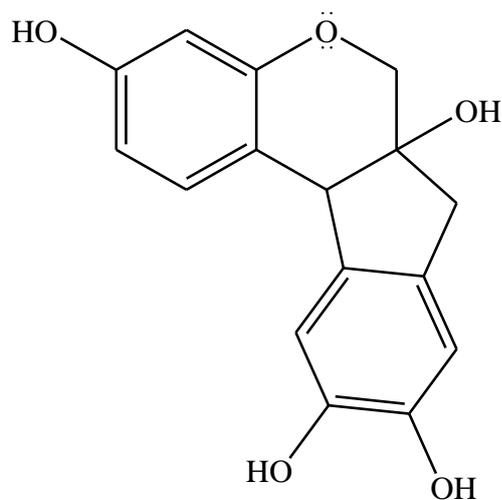
Kayu secang merupakan bahan herbal yang dapat ditemukan di Indonesia dan dimanfaatkan sebagai anti inflamasi, immunomodulasi, immunosupresi, hepatoproteksi, aktifitas hipoglikemia, antikomplemen, dan antioksidan (Kusmiati dkk., 2014; Sari dan suhartati, 2016).

Secang banyak digunakan sebagai minuman kesehatan yang memiliki banyak khasiat. Penggunaan kayu secang dalam pengobatan tradisional biasanya digunakan dengan cara diseduh untuk mengurangi penyakit antara lain batuk berdarah (TBC),

diare, disentri, dan penyakit mata. Saat ini penggunaan tanaman secang di masyarakat masih terbatas dalam bentuk minuman seduhan (Hardiana dkk., 2016).

Skrining fitokimia yang pernah dilakukan terhadap tanaman secang menyatakan kandungan senyawa triterpenoid, flavonoid, fenolik dan steroidnya positif. Hal ini sejalan dengan penelitian Kusmiati dkk. (2014) dan widowati (2011) menunjukkan adanya senyawa flavonoid, saponin, alkaloid, tanin, fenol, triterpenoid, steroid pada ekstrak etanol kayu secang.

Penelitian Panovska dkk. (2005) melaporkan bahwa kayu secang mengandung senyawa fenolik seperti flavonoid, yang mempunyai aktivitas antioksidan penangkap radikal bebas. Beberapa senyawa fenolat telah diisolasi dan diidentifikasi dari kayu secang diantaranya brazilin, sappankalokon, saponin A, saponin B dan 3-hidroksi sappanon (Saitoh dkk., 1986). Menurut Zhong dkk (2009), berdasarkan aktivitas antioksidannya, brazilin mempunyai efek melindungi tubuh dari keracunan akibat radikal kimia. Sebagaimana diketahui bahwa tanaman yang banyak mengandung senyawa flavonoid dan fenolik mempunyai aktivitas antioksidan. Salah satu senyawa yang terkandung dalam kayu secang yaitu brazilin, strukturnya dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Struktur Brazilin (Dapson dan Bain, 2015)

Kayu secang dapat dimanfaatkan dengan cara direbus untuk melarutkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung didalamnya. Hal ini biasa disebut mengekstraksi. Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen-komponen dalam larutan berdasarkan perbedaan kelarutannya adapun faktor-faktor yang mempengaruhi laju ekstraksi adalah tipe persiapan sampel, waktu ekstraksi, jumlah sampel, suhu, dan jenis pelarut (Utami, 2009). Selama proses ekstraksi, bahan aktif akan terlarut oleh zat penyari yang sesuai sifat kepolarannya.

Ekstraksi dapat dilakukan dengan metode maserasi. Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan karena hanya membutuhkan sampel dalam jumlah sedikit (Agoes dalam Amelinda dkk., 2018). Metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014). Hasil maserat yang didapatkan selanjutnya di skrining fitokimia untuk mendapatkan gambaran golongan senyawa yang terkandung dalam ekstrak.

Ernawati (2013), menyatakan semakin tinggi suhu dan semakin lama penyimpanan maka akan menyebabkan aktivitas antioksidan mengalami penurunan seiring dengan penurunan kadar fenolik, flavonoid dan vitamin C. Hal ini dapat dilihat pada seduhan ekstrak yang mengalami perubahan warna bila dipanaskan, menjadi warna yang lebih pucat (warna memudar). Perubahan warna menunjukkan zat antioksidan yang terdapat dalam ekstrak secang bersifat kurang stabil terhadap pengaruh suhu selama penyimpanan. Farhana dkk. (2015), mengemukakan bahwa kandungan brazilin yang terbaik dari ekstrak secang apabila direbus pada suhu 70°C selama 20 menit.

## **2.2 *Edible Film***

*Edible film* didefinisikan sebagai lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan yang layak dimakan, yang dapat diaplikasikan sebagai pelapis ataupun pengemas yang dapat melindungi makanan ataupun diletakkan di atas atau di antara komponen-komponen bahan pangan (Krochta dalam Prihatiningsih, 2000).

*Edible film* berfungsi untuk memperpanjang masa simpan produk, juga dapat digunakan sebagai pembawa komponen tambahan untuk makanan, di antaranya vitamin, mineral, antioksidan, antimikroba, pengawet, serta bahan tambahan yang dapat memperbaiki rasa dan warna produk yang di kemas. Selain itu, bahan-bahan yang dalam pembuatan *edible film* relatif murah, mudah dirombak secara biologis (*biodegradable*) serta teknologi pembuatannya sederhana. Tabel penelitian yang telah membuat *edible film* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Beberapa penelitian yang terkait pembuatan *edible film*

No.	Material <i>Edible Film</i>	Hasil Penelitian	Referensi
1	Pati biji durian dengan penambahan ekstrak daun sirsak	Aktifitas antioksidan tertinggi memiliki nilai IC <sub>50</sub> sebesar 1,5875 mg/mL	Fatisa Y. dan Agustin (2018)
2	<i>Refined</i> karaginan dengan penambahan minyak atsiri	Aktifitas antioksidan tertinggi memiliki 15,12%	Nuansa M. F., Agustini T. W dan Susanto E. (2017)
3	Pati jagung dengan ekstrak daun salam dan daun beluntas	Aktifitas antioksidan tertinggi memiliki nilai 36,07%	Ilah F M. (2015)
4	Tapioka, gelatin dengan penambahan gliserol	Didapatkan nilai kuat tarik berkisar antar 9,609-465,904 kg/m <sup>2</sup> dan persen elongasi 8-10%	Hendra dkk., 2015

Bahan yang digunakan untuk membuat *edible film* adalah biopolimer seperti protein, karbohidrat, lipid, dan campurannya. Protein dan karbohidrat merupakan komponen yang memiliki permeabilitas yang rendah terhadap difusi uap air sehingga digunakan *plasticizer* seperti gliserol, dimana gliserol mempunyai daya penghalang yang efektif terhadap uap air (Irawan, 2010)

Menurut Krisna (2011), faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan *edible film* antara lain:

1. Suhu Perlakuan: suhu pemanasan akan menentukan sifat mekanik *edible film* yang terbentuk.
2. *Plasticizer* dan bahan aditif lain: konsentrasi *plasticizer* dan bahan aditif lain yang ditambahkan ke dalam formula *film* akan berpengaruh terhadap sifat yang terbentuk.

Sifat fisik yang menunjukkan kualitas *edible film* antara lain ketebalan, pemanjangan (*elongation*) dan kuat tarik (*tensile strength*). Ketebalan merupakan parameter yang sangat penting dalam *edible film* karena berpengaruh terhadap tujuan penggunaannya yaitu untuk mengemas atau melapisi produk (Jacoeb dkk., 2014). Adapun nilai standar yang dijadikan acuan dalam melihat dan mengukur kelayakan kualitas dari suatu *edible film* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai *Japanese Industrial Standart (JIS)* Tahun 1975

Pengujian	Nilai <i>Japanese Industrial Standart (JIS)</i>
Ketebalan	Maks. 0,25 mm
Kuat tarik	Min. 0,392 MPa
Elongasi	Min. 10%
Transmisi uap air	Maks. 10 g/24jam x m <sup>2</sup>

Ketebalan *edible film* akan mempengaruhi laju transmisi uap air dan gas sehingga dapat merusak produk yang dikemas. Semakin tinggi nilai ketebalannya, maka sifat dari *edible film* yang dihasilkan akan semakin kaku dan keras serta produk yang dikemas akan semakin aman dari pengaruh luar. Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan dan banyaknya total padatan dalam larutan (Park dkk., dalam Jacoeb dkk., 2014).

Kekuatan peregangan (*tensile strength*) merupakan tarikan maksimum *edible film* yang dapat dicapai sebelum putus (Muin dkk., 2017). Pengujian ini bertindak

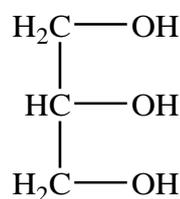
sebagai acuan untuk mengetahui seberapa besar gaya regangan atau kemampuan memanjang yang dapat dicapai tarikan maksimum pada satuan luas area plastik (Purwanti, 2010).

Menurut Akili dkk. (2012), elongasi merupakan perbandingan panjang film saat putus dan panjang film sebelum adanya beban berupa tarikan yang dilakukan oleh alat. Persentase elongasi (perpanjangan) menentukan kemampuan suatu *edible film* untuk meregang, sehingga dapat juga diartikan bahwa persentase elongasi menentukan keelastisan suatu *edible film* (Supeni dan irawan, 2012).

### 2.3 Gliserol sebagai *Plasticizer* dalam Pembuatan *Edible film*

*Plasticizer* merupakan substansi yang tidak mudah menguap, memiliki titik didih tinggi serta memiliki berat molekul yang rendah sehingga dapat masuk ke dalam matriks polimer polisakarida dan protein dengan mudah dan meningkatkan fleksibilitas *film* (Mulyadi dkk., 2018; Ulfah dan Nugraha 2014).

Bahan pemlastis (*plasticizer*) ditambahkan ke dalam *edible film* untuk meningkatkan sifat mekanik pengemas dan mencegah retaknya *edible film* selama penanganan dan penyimpanan (Vieira dkk., 2011). Gliserol merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis. Struktur gliserol dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Struktur Gliserol (Lisnawati, 2017).

Girindra (2009) menyatakan bahwa gliserol mudah dicerna, tidak beracun sebagai pembungkus makanan yang kontak langsung dengan konsumen yang dapat memberikan kelenturan dan kekerasan pembungkus, sejak 1959 gliserol diakui

sebagai satu diantara bahan yang aman oleh *Food and Drug Administration* dan bermetabolisme bersama karbohidrat. Gliserol mampu mempengaruhi sifat fisik dari *edible film* seperti ketebalan karena memiliki sifat hidrofilik yang dapat meningkatkan ketebalan *edible film* dan kekuatan daya tarik. Hal ini karena gliserol dapat larut dalam beberapa polimer, menaikkan suhu transisi, dan membuat *edible film* yang terbentuk akan semakin keras dan kekuatan daya tarik akan semakin rendah (Garcia dkk., 2000). Karakteristik *edible film* yang biasanya diamati adalah ketebalan, kekuatan daya tarik, permeabilitas uap air, elongasi, kelarutan air dan warna (Jacoeb dkk., 2014).

Menurut Lieberman dan Gilbert (1973), *plasticizer* dapat merubah sifat fisik film dengan mengurangi kohesi dan ketahanan mekanik rantai polimer. Kester dan Fennema (1986) mengutarakan hal yang sependapat, bahwa *plasticizer* dapat menyebabkan berkurangnya ikatan hidrogen internal dan akan melemahkan gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan sehingga dapat mengurangi kekuatan regangan putus *edible film*.

Penelitian yang dilakukan Huri dan Nisa (2014), dengan menggunakan gliserol sebagai *plastizicer* dengan penambahan ekstrak ampas kulit apel, terlihat peningkatan konsentrasi gliserol menyebabkan total fenol *edible film* juga semakin meningkat. Selain itu terdapat interaksi yang terjadi antara gliserol dan ekstrak ampas kulit apel dalam mempengaruhi total fenol *edible film*. Hal ini diduga karena gliserol memiliki sifat proteksi terhadap senyawa fenol. Gugus -OH pada gliserol akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus -OH pada senyawa fenol sehingga semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka semakin banyak pula senyawa fenol yang diikat oleh gliserol.

Gliserol digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan film dan terlarut dalam air (Anker dkk., 2000). Penambahan gliserol dapat meningkatkan nilai pemanjangan sehingga kerapuhan *edible film* dapat menurun dan permeabilitasnya meningkat (Gennadios dalam Prihatiningsih, 2000). Menurut Jacob dkk. (2014), semakin besar penambahan *plasticizer* maka persen pemanjangan akan semakin bertambah. Pada analisa kuat tarik semakin besar konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan akan mengurangi kuat tarik *edible film*. Hal ini disebabkan *plasticizer* akan mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler karena menurunkan kemantapan sistem dispersi padatan, akibatnya *edible film* yang dihasilkan memiliki sifat fisik yang lemah yang akan menurunkan kuat tarik dari *edible film* yang dihasilkan. Penambahan *plasticizer* akan menyebabkan penurunan gaya tarik antar polimer pada saat terjadi penguapan air yang mengakibatkan ketahanan terhadap perlakuan mekanis film semakin menurun.

Kelarutan pada *edible film* merupakan faktor yang sangat penting pada bahan pengemas. Kelarutan dipengaruhi oleh komponen hidrofilik. Komponen hidrofilik adalah komponen yang suka air atau larut dalam air, menurut Zulferiyenni dkk. (2014), bahwa gliserol adalah komponen yang larut dalam air. Semakin tinggi nilai hidrofilik suatu bahan maka kelarutannya akan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai kelarutan maka kemampuan *edible film* memiliki ketahanan terhadap air semakin rendah. Nilai kelarutan yang rendah pada *edible film* sangat baik digunakan sebagai bahan pengemas (Krisna, 2011), yang berarti penggunaan gliserol memberikan kelarutan yang tinggi (Coniwati dkk., 2014).

Nilai ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh sifat gliserol yang bersifat hidrofilik sehingga mengikat lebih banyak air yang akan menguap setelah proses

pengovenan (Trilaksani dkk dalam Jacob, 2014). Sedangkan untuk nilai elongasi *edible film*, penambahan gliserol pada *edible film* dapat mengakibatkan penurunan gaya antarmolekul yang akan menyebabkan menurunnya kuat tarik.

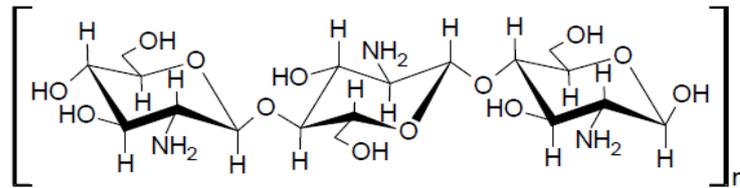
Elongasi suatu *edible film* dengan penambahan secara bertingkat dengan *plasticizer* akan menurunkan gaya antar molekul, akibatnya tingkat mobilitas antar rantai molekul meningkat. Hal ini mengakibatkan gugus OH pada gliserol yang akan membentuk ikatan intermolekuler dengan rantai polimer berkurang. Peningkatan gliserol akan menurunkan ikatan kohesi antar polimer yang membentuk film bersifat lebih elastis sehingga seiring peningkatan konsentrasi *plasticizer* akan menaikkan persen perpanjangan *edible film* yang dihasilkan (Sitompul dan Zubaidah, 2017).

## **2.4 Kitosan**

Kitosan adalah salah satu jenis polisakarida turunan kitin. Kitosan pada umumnya banyak digunakan sebagai bahan pengental, penstabil, pembentuk gel dan pembentuk tekstur. Selain itu, kitosan mempunyai sifat tidak suka air (hidrofobik), dapat terdegradasi di alam, tidak beracun, serta dapat meningkatkan transparansi dalam pembuatan *edible film*. Sumber kitosan sangat melimpah di alam terutama dari hewan golongan krustase seperti udang dan kepiting (Pratiwi, 2014). Perbedaan antara kitin dengan kitosan terletak pada setiap cincin molekul kitin terdapat gugus asetil ( $\text{CH}_3\text{-CO}$ ) pada atom karbon yang kedua sedangkan pada kitosan terdapat gugus amina ( $\text{NH}_2$ ) (Purwatiningsih, 2009).

Kitosan merupakan senyawa poli aminosakarida yang disintesis melalui penghilangan sebagian gugus 2-asetil dari kitin, biopolimer linear dengan 2000-5000 unit monomer, saling terikat dengan ikatan glikosidik. Kitosan  $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4)_n$  adalah senyawa yang berbentuk padatan amorf berwarna putih kekuningan, bersifat

polielektrolit. Umumnya larut dalam asam organik, pH sekitar 4–6,5, tidak larut pada pH yang lebih rendah atau lebih tinggi. Kelarutan dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi (Mima dalam Dompeipen dkk., 2016). Adapun struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Struktur konformasi kitosan (Hendarsyah, 2006).

Tranformasi kitin menjadi kitosan diawali dengan tahap deproteinasi yang dilakukan dengan mereaksikan kitin dengan basa kuat dalam ekstraktor, protein akan larut dalam larutan basa kuat. Reaksi deproteinasi bertujuan untuk memutuskan ikatan antara protein dan kitin dengan cara menambahkan natrium hidroksida. Pada reaksi deproteinasi terjadi, terbentuk sedikit gelembung di permukaan larutan dan larutan dalam ekstraktor menjadi agak mengental dan berwarna kemerahan. Pengentalan larutan dalam ekstraktor disebabkan adanya kandungan protein dari dalam *crude* kitin yang terlepas dan berikatan dengan ion Na<sup>+</sup> dalam larutan, membentuk natrium proteinat. Rendemen ini merupakan rendemen kitin. Pada tahapan deproteinasi, protein yang terekstrak adalah dalam bentuk ikatan Na-proteinat, dimana ion Na<sup>+</sup> mengikat ujung rantai protein yang bermuatan negatif sehingga mengendap (Dompeipen dkk., 2016).

Demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral dan senyawa anorganik yang terdapat pada *crude* kitin (Tobing dkk., 2011). Kemudian dipegmentasi untuk menghilangkan zat warna (pigmen) yang terdapat dalam kitin (Wahyuni dkk., 2016).

Kitin yang telah dihasilkan kemudian dideasetilasi untuk dijadikan kitosan. Proses deasetilasi merupakan proses pembentukan kitosan dari kitin menggunakan NaOH untuk mengganti gugus asetamida dengan gugus amino. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka derajat deasetilasi (DD) semakin besar, namun hal ini tidak selalu memberikan kenaikan DD yang signifikan (Hargono dkk., 2008).

Derajat deasetilasi merupakan parameter mutu kitosan yang menunjukkan persentasi gugus asetil yang dapat dihilangkan dari rendamen kitin maupun kitosan. Semakin tinggi derajat deasetilasi kitosan, maka gugus asetil kitosan semakin rendah sehingga interaksi antar ion dan ikatan hidrogennya akan semakin kuat (knorr, 1982). Pelapasan gugus asetil dari kitosan menyebabkan kitosan bermuatan positif yang mampu mengikat senyawa bermuatan negatif seperti protein, anion polisakarida membentuk ion netral (Suharto dalam Rochima, 2007).

Tingginya derajat deasetilasi menunjukkan banyaknya jumlah gugus amina pada rantai molekul kitosan yang menunjukkan kitosan semakin murni. Derajat deasetilasi kitosan ditentukan oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi NaOH, suhu dan lama proses deasetilasinya (Prasetyo, 2004).

Hasil penelitian Junaidi dan Rahmadani (2008) penggunaan NaOH meningkatkan derajat deasetilasi kitosan sehingga didapatkan kitosan dengan DD sebesar 89,23%. Sedangkan dalam penelitian Oktavia (2015), dilakukan penambahan kitosan sebanyak 2-6% dalam pembuatan *edible film* berbasis pati sagu yang menghasilkan *edible film* dengan ketahanan air yang baik dan juga dapat terdegradasi sempurna dengan cepat.

Kitosan kedalam *edible film* akan mempengaruhi ketebalan *edible film* tergantung pada konsentrasi kitosan yang digunakan. Sehingga, dapat disimpulkan semakin tinggi penggunaan konsentrasi kitosan maka ketebalan dari suatu *edible film*

akan semakin bertambah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan konsentrasi kitosan yang semakin meningkat dapat meningkatkan total padatan pada larutan, sehingga endapan padatan sebagai bahan pembentuk *edible film* semakin banyak dan saat zat menguap *edible film* yang dihasilkan berbeda dan semakin bertambah.

Kadar air *edible film* akan semakin menurun seiring meningkatnya konsentrasi kitosan yang digunakan. Hal ini disebabkan karena kitosan memiliki sifat yang hidrofobik sehingga semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka kadar air akan semakin menurun. Menurut Kusumawati dan Widya (2013), menurunnya kadar air *edible film* disebabkan oleh sifat kitosan yang hidrofobik atau tidak menyukai air. Hidrofobik adalah ketidakmampuan suatu senyawa untuk mengikat air, sehingga *edible film* dengan penambahan kitosan yang lebih tinggi menyebabkan kandungan air dalam bahan menurun dan kadar air yang dihasilkan *edible film* menjadi rendah.

Nilai kadar air terendah dapat memungkinkan bahwa *edible film* tersebut mampu lebih lama untuk melindungi suatu produk yang dikemas. Kadar air yang tinggi maupun rendah akan sangat mempengaruhi ketahanan dari suatu *film* yang dihasilkan. Suryaningrum dkk. (2005), menyatakan bahwa *edible film* bersifat *biodegradable* dengan kandungan kadar air yang tinggi akan mudah ditumbuhi oleh mikroba, karena adanya komponen nutrisi pada *edible film*. Sebaliknya *edible film* dengan kadar air rendah akan lebih tahan terhadap kerusakan mikrobiologis.

*Edible film* dengan penambahan konsentrasi kitosan yang semakin meningkat menghasilkan nilai laju perpindahan uap air yang semakin rendah. Hal ini disebabkan karena kitosan memiliki sifat hidrofobik yang dapat menyebabkan uap air tidak mudah untuk menembus atau melewati *edible film*, sehingga laju perpindahan uap air akan semakin rendah dengan bertambahnya konsentrasi kitosan. Menurut Giovanni dkk. (2013) menyatakan bahwa kitosan memiliki gugus hidroksil

(-OH) yang bermuatan negatif dan gugus amin (-NH<sub>2</sub>) yang bermuatan positif sehingga kitosan mampu berikatan ionik dengan kuat. Keberadaan gugus hidroksil bermuatan negatif pada kitosan menyebabkan kitosan bersifat hidrofobik, sehingga mampu menekan laju perpindahan uap air pada *edible film*.

Laju perpindahan uap air juga dipengaruhi oleh ketebalan *edible film*. Semakin tebal *edible film* maka laju perpindahan uap air akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin tebal *edible film* maka molekul penyusunnya akan semakin kompleks, sehingga pori-pori *edible film* akan semakin kecil. Menurut Putra (2016), laju perpindahan uap air *edible film* berhubungan dengan ketebalan *edible film*, semakin tebal *edible film* maka akan semakin rendah laju perpindahan uap air karena kandungan polimer semakin banyak sehingga ikatan antar molekul lebih kompleks.

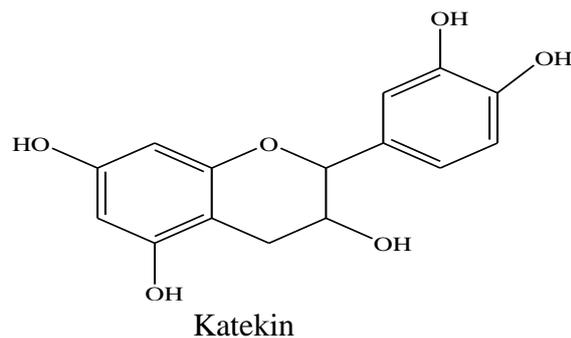
*Edible film* yang mempunyai nilai laju perpindahan uap air yang kecil cocok digunakan untuk mengemas produk yang mempunyai kelembaban yang tinggi, sehingga *edible film* tersebut akan menghambat jumlah uap air yang dikeluarkan dari produk ke lingkungan sehingga produk tersebut tidak cepat kering. *Edible film* yang baik untuk kemasan pangan adalah yang memiliki nilai laju perpindahan uap air yang kecil agar produk yang dikemas terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan di sekitarnya (Mustapa dkk., 2017).

Bertuzzi dkk. (2007) menjelaskan bahwa laju transmisi uap air *edible film* berbasis pati dengan kandungan amilosa tinggi tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi *plasticizer* tetapi juga faktor lain, yaitu temperatur, kelembaban relatif, dan ketebalan *edible film*.

## 2.5 Antioksidan

Radikal bebas merupakan suatu senyawa atau molekul yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan menyebabkan senyawa tersebut sangat reaktif mencari pasangan, dengan mengikat elektron molekul yang berada di sekitarnya. Radikal bebas dapat berasal dari dalam tubuh sebagai bagian dari hasil proses metabolisme. Sedangkan radikal bebas yang bersumber dari luar tubuh dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, termasuk kebiasaan merokok, penggunaan pestisida pada makanan, polusi dan radiasi (Mbaoji dkk., 2016). Radikal bebas dapat merusak sel-sel tubuh dengan menyerang lipid, protein, enzim, karbohidrat dan DNA (Sari dan suhartati, 2016).

Antioksidan memiliki kemampuan untuk menetralkan radikal bebas tanpa menjadi radikal bebas itu sendiri (Widyawati, 2016). Ketika antioksidan menetralkan radikal bebas dengan menerima atau menyumbangkan elektron, mereka tidak akan berubah menjadi radikal bebas dan tetap stabil. Sumber antioksidan alami dapat ditemukan pada sayuran, buah-buahan dan tanaman obat (Fatima dalam Najihudin dkk., 2017). Struktur jenis antioksidan alami dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Senyawa katekin (Yemirta, 2010)

Senyawa fenol merupakan suatu senyawa yang dapat menangkal radikal bebas. Menurut Febriyanti (2010), persenyawaan fenol ini diketahui memiliki aktivitas antioksidan. Flavonoid merupakan senyawa fenolik alam (seringkali dalam



**Tabel 3.** Kategori antioksidan berdasarkan nilai IC<sub>50</sub> (Molyneux, 2004)

<b>Kategori</b>	<b>Nilai IC<sub>50</sub> (ppm)</b>
Sangat aktif	<50
Aktif	50-100
Sedang	101-250
Lemah	250-500

Menurut Kusumawati (2013) aktivitas antioksidan *edible film* dipengaruhi oleh senyawa antioksidan yang terkandung dalam bahan dan kemampuan senyawa tersebut untuk mereduksi radikal bebas. Radikal bebas melalui reaksinya dengan gugus –OH. Huri (2014) mengindikasikan bahwa fenol mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan *edible film*. Semakin tinggi total fenol dari akan menghasilkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi pula. Aktivitas antioksidan merupakan hasil dari beberapa kandungan senyawa fitokimia yang terdapat pada buah dan efek sinergisnya. Antioksidan yang ditambahkan dapat berfungsi untuk meningkatkan stabilitas dan mempertahankan nutrisi produk pangan dengan melindungi produk dari ketengikan oksidatif, degradasi dan diskolorasi (Manuhara dkk., 2009).

## **2.6 Pati**

Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa yang terdiri dari amilopektin. Pemanfaatan pati asli masih sangat terbatas karena sifat fisik dan kimianya kurang memungkinkan untuk digunakan secara luas (Herawati, 2009).

Maizena merupakan produk olahan dari pati jagung. Pati jagung didapatkan dari hasil ekstrak biji jagung melalui proses penggilingan, pemisahan kulit, selanjutnya melewati tahap perendaman dengan air panas, penghancuran, pemisahan endapan

dengan natrium hidroksida dan air, reduksi kandungan air, pengeringan, dan tahap terakhir yaitu pengayakan (Sakinah dan Kurniawansyah, 2018).

Pati jagung ini merupakan salah satu sumber alam yang dapat diperbaharui dan dapat dipergunakan sebagai bahan pembuatan *biodegradable food packaging* (Chiellini dkk., 2008). *Edible film* dapat dibuat dari pati jagung karena sifatnya yang higroskopis dan memiliki kelembaban lebih rendah yaitu sekitar 11% dibandingkan dengan pati lainnya. Pati jagung juga mengandung amilosa yang berperan dalam kelenturan dan kekuatan film (Amaliya dan Widya, 2014).

Pati jagung juga memiliki zein (prolamin) yang berguna untuk membentuk film yang kaku, mengkilap, tahan lecet, dan tahan lemak (Promes dalam Estiningtyas, 2010). Penggunaan pati sebagai bahan tunggal pembuatan *edible film* akan menghasilkan *edible film* yang bersifat rapuh dan kaku sehingga perlu penambahan bahan untuk membuat film lebih elastis (Saragih dkk., 2016).