ISBN : 978-623-6859-31-5

# EDIBLE COATING DAN FILM
DARI
# BIOPOLIMER BAHAN ALAMI TERBARUKAN

Oleh:
Dedin Finatsiyatull Rosida
Nur Hapsari
Retno Dewati

Penerbit
Mitra Abisatya

ISBN 978-623-6859-31-5

# EDIBLE COATING DAN FILM DARI BIOPOLIMER BAHAN ALAMI TERBARUKAN

**PENULIS :**

**Dedin Finatsiyatull Rosida**

**Nur Hapsari**

**Retno Dewati**

**Penerbit : Mitra Abisatya**

Edible Coating dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan

Penulis :
Dedin Finatsiyatull Rosida
Nur Hapsari
Retno Dewati

Desain dan Tata Letak Sampul : Penerbit

ISBN : 978-623-6859-31-5

Diterbitkan pertama kali dalam bahasa Indonesia
oleh :
CV. Mitra Abisatya
Email : penerbitmitraabisatya@gmail.com

Cetakan I : Januari 2021

***Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.***
Dilarang memproduksi atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa seijin tertulis dari penerbit.

# KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum wa Rahmatullah wa Barakatuh

Kami bersyukur kepada Allah SWT atas selesainya pembuatan buku "*Edible Coating dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan"*. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW

Buku ini diharapkan dapat menjadi acuan dan dasar pengetahuan pada pengembangan ilmu tentang *ediblecoating dan edible film* berbahan baku alami. Pengembangan produk edible pada saat ini sangat diperlukan karena produk ramah lingkungan akan sangat mengurangi limbah berbahaya yang saat ini masih cukup banyak digunakan oleh industri

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada tim yang terlibat dalam penyusunan buku ini, dosen dan mahasiswa Teknologi Pangan dan Teknik Kimia Fakultas Teknik UPN Veteran Jawa Timur dan pihak-pihak yang membantu terselesainya buku ini.

Buku ini tentunya masih banyak yang harus dilengkapi untuk lebih memperkaya pengetahuan di bidang *ediblecoating/film*. Pada akhirnya kami mengucapkan semoga buku ini banyak memberikan manfaat.

Wassalamualaikumwa Rahmatullah wa Barakatuh

Surabaya, Januari 2021

Penyusun

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

.....**Erro**

**r! Bookmark not defined.**

DAFTAR ISI

.....**Erro**

**r! Bookmark not defined.**

BAB I Pendahuluan .....1

BAB II Polisakarida.....4

A. Pektin .....4

B. Kitin danKitosan .....9

C. Pati.....14

BAB III Lipid.....17

A. Wax AlamidanNon-Alami.....17

B. Acetoglyceride .....17

C. ShellacResins .....18

BAB IV Protein dan Komposit.....19

BAB V Pembuatan Edible Film Dan Coating .....27

A. Bahan Pembuatan EdibleCoating danEdibleFilm .....28

B. Cara PembuatanEdible Coating.....30

C. Cara PembuatanEdible Film .....31

D. Kelebihan dan Kekurangan Edible Film danCoating .....32

E. Perbedaan Edible FilmdanCoating.....33

BAB VI Edible Film Dari Isolat Protein Kacang Tunggak Dan KitosanKulitKupang.....35

A. Protein dan Kitosan .....35

B. Plasticizer.....36

C. Gliserol .....37

BAB VII Edible Film dariPektinKulitBuah ..... 47

BAB VIII Aplikasi EdibleCoating Dan FilmDalamPenyimpanan .....58
DAFTAR PUSTAKA

# BAB I
# PENDAHULUAN

Konsep mempertahankanumur produk-produk hortikultura adalah dengan menghambat laju respirasi yangterjadi untuk mencegah degradasi nutrisi-nutrisi di dalamnya. Untuk itu digunakan pelapisan di permukaan buah. Salah satu cara yang telah banyak dikenal adalah dengan mclakukancoating. Untuk melakukan coating pada buah dan sayuran, banyak bahan alami yang dapat digunakan, misalnya dari jenis selulosa, kasein, zein, protein kedelai, dan citosan. Komoditas buah-buahan dan produk hortikultur lainnya memiliki sifat khas, yaitu cepat rusak dan masih terus berespirasi setelah dipanen kemudian akan mengalami penguraian kandungan nutrisinya. Konsep dari mempertahankan umur produk-produk hortikultura adalah dengan menghambat laju respirasi yang terjadi untuk mencegah degradasi nutrisi-nutrisi di dalamnya. Untuk itu digunakan pelapisan di permukaan buah, salah satu cara yang telah banyak dikenal adalah dengan mclakukancoating. Untuk melakukan coating pada buah dan sayuran, banyak bahan alami yang dapat digunakan, misalnya dari jenis selulosa, kasein, zein, protein kedelai, dan chitosan..

Bahan makanan pada umumnya sangat sensitif dan mudah mengalami penurunan kualitas karena faktor lingkungan, kimia, biokimia, dan mikrobiologi. Penurunan kualitas tersebut dapat dipercepat dengan adanya oksigen, air, cahaya, dan temperatur. Salah satu cara untuk mencegah atau memperlambat fenomena tersebut adalah dengan pengemasan yang tepat. Pengemasan makanan yaitu suatu proses pembungkusan makanan dengan

bahan pengemas yang sesuai. Pengemasan dapat dibuat dari satu atau lebih bahan yang memiliki kegunaan dan karakteristik yang sesuai untuk mempertahankan dan melindungi makanan hingga ke tangan konsumen, sehingga kualitas dan keamanannya dapat dipertahankan.

### *Edible Film* dan *Edible Coating*

#### 1. *EdibleFilm*

*Edible film* didefinisikan sebagai lapisan tipis yang dapat dikonsumsi dan dapat digunakan sebagai penghalang kelembaban, oksigen dan gas. Keuntungan utama dari *edible film* dan *coating*adalah dapat langsung dikonsumsi dengan produk yang dikemas, dapat mengurangi pencemaran lingkungan, dapat meningkatkan sifat organoleptik makanan yang dikemas (aroma, warna dan rasa) dan dapat digunakan untuk mengemas produk agar lebih praktis seperti pir, kacang-kacangan dan stroberi (Bourtoom, 2008).

#### 2. *EdibleCoating*

Semua tipe bahan yang dapat digunakan untuk melapisi atau membungkus berbagai macam makanan untuk memperpanjang umur simpan produk dan dapat dimakan bersama dengan makanan tersebut dianggap sebagai *edible film / ediblecoating.* Biasanya, ketebalan dari *edible film / ediblecoating*kurang dari 0,3 mm (Pavlath dan Orts, 2009)

Edible coating merupakan alternatif untuk menggantikan plastik kemasan karena bersifat *biodegradable*yang sekaligus bertindak sebagai *barrier*untuk mengendalikan transfer uap air, oksigen dan lipid. *Ediblecoating*juga dapat digunakan untuk melapisi produk yang berfungsi sebagai pelindung dari kerusakan secara mekanis dan aman dikonsumsi. Bahan *coating*yang dipilih harus memenuhi beberapa kriteria sebagai *ediblecoating*yaitu mampumenahanoksigendanuapair,tidakberwarna,tidakberasa,tidak

menimbulkan perubahan pada sifat makanan dan harus aman dikonsumsi (Krochta, 1994).

*EdibleCoating*dapat diterapkan dengan cara dikuas, penyemprotan, pencelupan, atau pencairan (Cuqdkk 1996). Komponen penyusun *edible film* dan *coating*dikelompokkan menjadi tiga, diantaranya hidrokoloid (seperti protein dan polisakarida), lipid (seperti lilin dan paraffin, acetoglyceride dan resin) dan komposit (Donhowe dan Fennema, 1993a).

Komponen utama dari makanan sehari-hari kita (misal protein, karbohidrat dan lipid) dapat memenuhi persyaratan pembuatan *edible film.* Sebagai aturan umum, lemak digunakan untuk mengurangi transmisi air; polisakarida digunakan untuk mengendalikan oksigen dan transmisi gas lainnya, sedangkan film protein memberikan stabilitas mekanis. Bahan-bahan ini dapat digunakan secara terpisah atau campuran komposit untuk membentuk *film* asalkan tidak mengubah sifat makanan. Tujuan utama pembuatan *film* untuk banyak makanan (misal buah segar dan sayuran) adalah untuk memastikan bahwa *film* yang dihasilkan memiliki sifat fisik dan kimia yang diperlukan untuk mempertahankan transmisi berbagai gas dan cairan pada tingkat yang sama seperti yang terjadi dalam sistem aslinya (Pavlath dan Orts, 2009).

# BAB II
# POLISAKARIDA

Polisakarida yang digunakan untuk pembuatan *edible film/coating*adalah pektin, kitin dan kitosan dan pati. *Edible film/coating*dengan polimer polisakaridaumumnya sangat hidrofilik sehingga sifat penghalangan terhadap uap air dangas kurang baik, meskipun pelapis dengan polimer polisakarida kurang baiksebagai penghalang uap air dan gas tetapi *edible film/coating*dengan polimerpolisakarida ini dapat bertindak sebagai pelapis perlambatan hilangnyakelembaban dari produk makanan (Kester dan Fennema, 1986).

## A. Pektin

Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 glikosidik (Maulidiyah dkk., 2014). Pektin merupakan senyawa aditif yang berfungsi sebagai *gellingagent*. Pektin adalah suatu komponen serat yang terdapat pada lapisan lamella tengah dan dinding sel primer pada tanaman (Widyaningrum dkk., 2014).

Pektin tersusun atas asam pektat, asam pektinat dan protopektin yang dijelaskan sebagai berikut :

1) AsamPektat

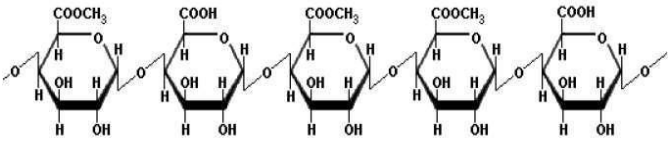
   Asam pektat merupakan senyawa pektin yang gugus karboksilnya tidak teresterifikasi pada asam galakturonat. Asam pektat bersifat tidak larut dalam air dan tidak membentuk gel (Perina dkk.,2007).

2) AsamPektinat

Asam pektinat adalah asam poligalakturonat yang mengandung gugus metil ester. Pektinat yang mengandung metil ester yang cukup yaitu lebih dari 50% dari seluruh karboksil disebut pektin. Pektin ini dapat larut dalam air (Perina dkk., 2007).

3) Protopektin

Protopektin merupakan senyawa-senyawa pektin yang terdapat pada tanaman yang masih muda atau pada buah-buahan yang belum matang. Protopektin ini tidak larut dalam air, namun jika dipanaskan dalam air yang mengandung asam maka protopektin dapat diubah menjadi pektin dan dapat terdispersi dalam air (Perina dkk.,2007).




***Gambar 2.1.*** *Struktur Kimia Pektin (Meilina dan Sailah, 2003)*

Pektin merupakan zat berbentuk serbuk kasar hingga halus yang berwarna putih, kekuningan, kelabu atau kecoklatan. Pektin kering yang telah dimurnikan berupa kristal yang berwarna putih dengan kelarutan yang berbeda-beda sesuai dengan kandungan metoksilnya.

Pektin merupakan senyawa aditif yang berfungsi sebagai *gellingagent*. Pektin juga merupakan komponen serat yang terdapat pada lapisan lamella tengah dan dinding sel primer pada tanaman. Pektin banyak dimanfaatkan pada industri pangan, contohnya digunakan sebagai bahan perekat dan *stabilizer* agar tidak terbentuk endapan.

Pektin juga digunakan sebagai pembentuk gel dan pengental dalam pembuatan jelly, marmalade, makanan rendah kalori dan dalam bidang farmasi digunakan untuk obat diare (Darmawan dkk., 2014).

Senyawa pektin pada umumnya terdapat dalam buah, namun lebih banyak terdapat pada kulit buah karena fungsinya yang merupakan elemen struktural pada pertumbuhan jaringan dan komponen utama dari lamella tengah padatanaman dan juga berperan sebagai perekat dan menjaga stabilitas jaringan dan sel. Salah satu bahan baku yang dapat menjadi sumber pektin adalah kulit buah-buahan, dimana selama ini dapat diketahui bahwa kulit dari buah-buahan hanya dibuang begitu saja sehingga masih kurangtermanfaatkan.

**1. Tahapan PembuatanPektin**

Tahapan-tahapan dalam pembuatan pektin yaitu persiapan bahan, ekstraksi, pengendapan, pencucian dan pengeringan. Metode yang digunakan untuk mengekstrak pektin dari jaringan tanaman sangat beragam. Pada umumnya, ekstraksi pektin dilakukan dengan menggunakan ekstraksi asam. Asam yang digunakan dalam ekstraksi pektin adalah asam tartrat, asam malat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam fosfat tetapi ada kecenderungan untuk menggunakan asam mineral yang murah seperti asam sulfat, asam klorida, dan asam nitrat. Berikut adalah tahapan pembuatan pektin:

a. Preparasibahan

   Sebelum bahan digunakan untuk percobaan, perlu dilakukan preparasi terlebih dahulu dengan tujuan untuk mendapatkan serbuk kering yang seragam. Proses preparasi dimulai dengan mengeringkan kulit buah yang akan digunakan menggunakan *cabinetdryer*dengan suhu 55°C sampai kering. Pengeringan bahan baku dalam proses preparasi perlu dilakukan,karenametodepengeringanpadapersiapanbahanmemiliki

*yield*yang lebih besar dibandingkan dengan kulit yang tidak dikeringkan terlebih dahulu. Hal ini disebabkan pengeringan bahan baku akan memperluas permukaan sehingga lebih optimal ketika ekstraksi, dan difusi larutan ke bahan akan lebih baik dibandingkan dengan keadaan segar, sebab dalam keadaan segar kandungan air dalam bahan yang tinggi akan menutup permukaan yang mempersulit difusi larutan asam untuk mengekstrak pektin dari bahan.

Pada proses pengeringan suhu yang dipilih 55°C, semakin tinggi suhu akan menyebabkan pektin yang terkandung di dalam bahan terdegradasi. Selain itu pengeringan juga berfungsi untuk meminimalisasi jumlah pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi. Setelah kulit buah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender dengan tujuan memperluas area permukaan kontak antara bahan dengan pelarut, sehingga meningkatkan rendemen pektin (Megawati dan Ulinuha, 2014).

b. Ekstraksipektin

Ekstraksi pektin merupakan proses pengeluaran pektin dari sel pada jaringan tanaman. Ekstraksi pektin dengan menggunakan larutan asam dilakukan dengan cara memanaskan bahan dalam larutan asam encer yang berfungsi untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin. Ekstraksi ini dapat dilakukan dengan asam mineral seperti asam klorida atau asam sulfat, semakin tinggi suhu ekstraksi, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang maksimum.

c. Pengendapan

Pengendapan merupakan proses pemisahan pektin dari larutan dengan cara pengendapan senyawa pektinnya. Pengendapan pektin dilakukan dengan cara menambahkan etanol 96%. Pengendapan ini terjadi karena gangguan terhadap kestabilan dispersi koloidalnya, dimana pektin

termasuk koloidal hidrofilik yang bermuatan negatif dan tidak mempunyai titik isoelektrik. Seperti koloid hidrofilik umumnya, pektin distabilkan terutama oleh hidrasi partikelnya. Penambahan zat pendehidrasi seperti alkohol dapat mengurangi stabilitas dispersi pektin karena efek dehidrasi mengganggu keseimbangan pektin terhadap air, sehingga pektin akan menggumpal (Megawati dan Ulinuha, 2014).

d. Pemurnian danpengeringan

Tujuan pencucian/pemurnian pektin adalah untuk menghilangkan klorida yang ada pada pektin. Tahap akhir dari ekstraksi pektin adalah pengeringan endapan pektin. Pengeringan dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi agar pektin tidak terdegradasi. Selain itu, pengeringan juga bertujuan untuk menghindari kondisi yang lembab pada gel pektin, dimana kondisi lembab tersebut akan dimanfaatkan oleh jamur untuk tumbuh dan berkembangbiak.

**2. *Edible Film/coating*Pektin**

Pektin ini sendiri dapat diolah lebih lanjut menjadi *edible film/coating*yang bisa berfungsi sebagai pelapis makanan yang aman. *Edible film/coating*yang berasal dari hidrokoloid terutama karbohidrat jenis pektin menjadi *barrier*yang baik terhadap oksigen, karbondioksida, memiliki sifat mekanik yang diinginkan serta dapat meningkatkan kesatuan struktural produk. Sifat dari *film*hidrokoloidiniumumnya adalah mudah larut dalam air sehingga menguntungkan dalam pemakaiannya (Kester dan Fennema, 1986 *dalam* Bourtoom, 2008).

**3. Tahapan Pembuatan *Edible Film/Coating*Pektin**

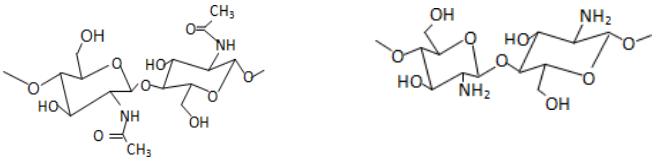
Tahapan pembuatan *film/coating*dimulai dari pelarutan bahan dasar, pencetakan larutan dan pengeringan. Pembuatan *edible film/coating*ini dimulai

dengan melarutkan bahan dasar (hidrokoloid, lipida atau komposit) ke dalam pelarut hingga larut, kemudian untuk memperbaiki sifat kelenturan *film* yang diperoleh, maka dilakukan penambahan *plasticizer*dan campuran tersebut dipanaskan dengan suhu 70°C. Pencetakan larutan *edible film* biasanya dilakukan pada permukaan datar dan rata agar dihasilkan *film* dengan ketebalan yang seragam. *Film* kemudian dikeringkan pada aliran udara kering selama 10-12 jam.

## B. Kitin danKitosan

Kitin adalah senyawa karbohidrat yang termasuk dalam polisakarida tersusun atas monomer - monomer asetilglukosamin yang saling berikatan. Kitin merupakan bahan organik utama terdapat pada kelompok hewan seperti, *crustaceae, insekta*, *fungi*,*mollusca*dan *arthropoda*. Struktur kitin tersusun atas 2000-3000 satuan monomer N-asetil D-Glukosamin yang saling berikatan melalui 1,4-glikosidik (Rahmadani, 2013).

Kitosan yang disebut juga dengan β-1,4-2 *amino-2-dioksi-D-glukosa* merupakan turunan dari kitin melalui proses deasetilasi. Kitosan juga merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga jenis gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi ini menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas kimia yang tinggi. Kitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl dan $HNO_3$, dan $H_3PO_4$, dan tidak larut dalam $H_2SO_4$. Kitosan ditemukan oleh Rouget pada tahun 1859 selama perebusan kitin dalam larutan kalium hidroksida, yang dihasilkan dari deasitilasi kitin (Muzzarelli, 1997). Struktur kimia kitosan terdiri dari *2-amino-2-deoksi-D-glukosa(glukosamin)* monomer, terkait *β-1-4-glycosidically*, sedangkan kitin terdiri dari monomer-glukosamin N asetil-, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2** (Rabea*dkk*. 2003).




*Chitin* *Chitosan*

***Gambar 2.2*** *Chitin dan Chitosan (Rabeadkk, 2003)*

Perbedaan utama antara kitin dan kitosan terletak pada kelarutannya. Sifat kitin dicirikan oleh sifatnya yang sangat susah larut dalam air dan beberapa pelarut organik, rendahnya reaktivitas kimia dan sangat hidrofobik, karena ketiga sifat tersebut penggunaan kitin relatif lebih sedikit dibandingkan kitosan. Sifat multiguna kitosan tidak terlepas dari sifat alaminya. Sifat alami tersebut dapat dibagi menjadi dua sifat besar yaitu, sifat kimia dan biologi. Sifat kimia kitosan sama dengan kitin tetapi yang khas antara lain, merupakan polimer poliamin berbentuk linear, mempunyai gugus amino aktif, dan mempunyai kemampuan mengkhelat beberapa logam (Rismana 2001). Asam yang paling banyak digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam asetat dan asam format (Muzzarelli,1977).

Kitosan mudah terbiodegradasi di alam dan bersifat polielektrolitkationik karena mempunyai gugus fungsional berupa gugus amino. Selain gugus amino, terdapat juga gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi tersebut menyebabkan kitosan mempunyai kereaktifitasan kimia yang tinggi. Gugus fungsi yang terdapat pada kitosan juga memungkinkan untuk modifikasi ikatan kimia yang beraneka ragam termasuk reaksi-reaksi dengan zat perantara ikatan silang, sehingga memungkinkan penggunaannya sebagai bahan campuran bioplastik, yaitu plastik yang dapat terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan (Skurtysdkk2009).

Salah satu sifat paling khas dari polimer, termasuk kitosan adalah kemampuan untuk membentuk larutan kental, sehingga kitosan dapat berfungsi sebagai *stabilizer*, *thickener*, atau bahan pengental dan bersifat *pseudoplastik*serta *viskoelastik*(Chodkk 2000 ). Menurut Muzzarelli (1996), sifat biologi kitosan yang menguntungkan yaitu alami, (*biodegradable*) mudah diuraikan oleh mikroba, *biokompatibel*artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai akibat samping, dan tidak beracun. Di sisi lain, juga telah sifat biologis lainnya seperti analgesik, *antitumoregenic*, hemostatik, hipokolesterolemik dan antioksidan (Tharanathan dan Kittur 2003).

**1. Tahapan PembuatanKitosan**

Pada prinsipnya tahap proses untuk mengisolasi kitin dan deasetilasi kitin menjadi kitosan dari cangkang udang maupun dari kerang – kerangan adalah menggunakan metode Hong K. (1989), seperti yang diterapkan dalam penelitian Mahatmanti (2011) yang menerapkan metode Hong K. (1989) untuk pembuatan kitosan. Adapun tahapan pembuatan kitosan dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Persiapan

   Kulit udang / kulit kerang dibersihkan, dicuci, dikeringkan di dalam oven dengan suhu 80°C selama 24 jam, lalu dihaluskan kemudian disaring denganayakan.

b. Deproteinasi

   Sebanyak 120 gram serbuk cangkang ditempatkan dalam wadah kemudian ditambahkan larutan NaOH 3,5% sebanyak 1200 mL dengan perbandingan (1:10), kemudian dipanaskan pada suhu 65°C selama 2 jam sambil diaduk. Setelah campuran dingin disaringmenggunakan

kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai netral. Setelah netral residu yang diperoleh dikeringkan padsa suhu 60°C selama 4 jam.

c. Demineralisasi

Residu hasil deproteinasi ditambahkan dengan larutan HCl 1,0 N dengan perbandingan (1:15 (w/v)) dan dibiarkan selama 30 menit dalam suhu kamar sambil diaduk. Kemudian campuran disaring dengan menggunakan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai netral. Setelah kondisi netral tercapai, residu yang diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 4 jam hingga kering.

d. Transformasi kitin menjadikitosan

Sebanyak 50 gram kitin ditambahkan dengan 500 mLNaOH 50% dengan perbandingan (1:10) dalam wadah sambil diaduk dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 30 menit. Setelah campuran dingin, disaring dan dicuci dengan aquades sampai netral, setelah kondisi netral tercapai residu yang diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 4 jam hingga kering. Produk deasitilasi inilah yang dinamakan kitosan.

**2. *Edible Film/Coating* Kitosan**

Kitosan merupakan polisakarida turunan kitin yang dapat membentuk *edible film/coating*yang kuat, elastis, fleksibel, dan sulit dirobek (Butlerdkk 1996). Kitosan dapat membentuk lapisan semipermeabel yang dapat memodifikasi bagian internal sehingga menurunkan tingkat transpirasi dalam buah-buahan dan sayuran. *Film* dari kitosan mempunyai sifat yang kuat, fleksibel dan baik terhadap penghalang oksigen (Sandford, 1989; Kaplandkk 1993). Permeabilitas karbondioksida dapat ditingkatkan oleh metilasi dari polimer kitosan. *Film* dari kitosan mempunyai sifat mekanik sebagai penghalang oksigen selama penyimpanan. Pelapis kitosan biasanya digunakan pada buah dan sayuran seperti stroberi, mentimun, paprika sebagaipelapis

antimikroba (El Ghaouthdkk1991a, 1991b) dan pada apel, pir, persik dan plum sebagai penghalang gas (Elson dan Hayes, 1985; Daviesdkk1989).

### 3. Tahapan Pembuatan *Edible Film/Coating*Kitosan

Proses pembuatan *edible film*/coatingkitosan dilakukan melalui proses pelarutan, pemanasan, pengadukan, penyaringan, penuangan larutan pada cetakan, pengeringan, dan pengelupasan *film* dari cetakan. Prosedur pembuatan *edible film*/coating menurut metode Vojdani dan Torres (1989) dalam Butler (1996) sebagai berikut :

a. Pelarutan

   Masing – masing komposisi kiitosan dilarutkan dengan asam asetat Glasial 1%. Proses pelarutan dilakukan sedikit demi sedikit agar tercapai sempurna.

b. Pemanasan danPengadukan

   Larutan kitosan yang sudah tercampur dipanaskan pada suhu 50°C selama 60 menit dengan pengadukan menggunakan *magneticstirrer*. Proses pengadukan ini untuk penyempurnaan pembentukan gel campuran kitosan dan asamasetat.

c. Penyaringan

   Larutan kitosan kemudian di vakum dan disaring dengan bantuan pompa vakum, agar gelembung udara dan kotoran yang terperangkap didalam larutan dapat hilang.

*d.* Pemanasan dan penambahan*Plasticizer*

   Larutan kitosan yang sudah disaring kemudian dipanaskan kembali pada suhu 50°C selama 15 menit, selama pemanasan dilakukan dengan penambahan *plasticizer.*

e. Penuangan

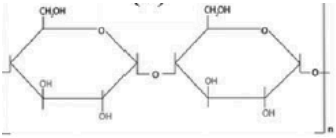
Larutan *edible film* kitosan dituang ke media cetak, dan kemudian dikeringkan pada suhu oven 60°C selama 6 jam.

## C. Pati

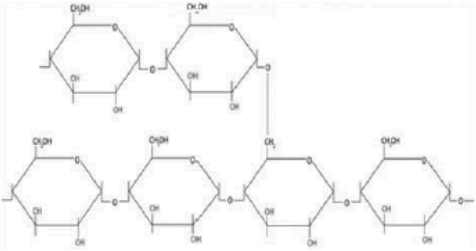
Pati adalah karbohidrat polimer terdiri dari unit anhidroglukosa. Pati mengandung dua jenis polimer glukosa yaitu molekul rantai linear disebut amilosa dan polimer bercabang glukosa disebut amilopektin. Pati sering digunakan dalam industri makanan. Pati digunakan dalam produksi *film biodegradable*untuk menggantikan polimer plastik sebagian atau seluruhnya karena biaya yang rendah dan memperbaharui kemampuan serta memiliki sifat mekanik yang baik.

Menurut Rodriguez dkk. (2006) menyatakan bahwa bahan yang mempunyai amilosa tinggi dapat dibuat *edible film*. Amilosa umumnya digunakan untuk membuat *film* dan gel yang kuat. Garcia dkk. (2000) melaporkan bahwa kandungan amilosa yang tinggi akan membuat *film* menjadi lebih kompak karena amilosa bertanggung jawab terhadap pembentukan matriks *film*. Menurut Krochta dan Johnston (1997), amilosa adalah fraksi yang berperan dalampembentukangel serta dapat menghasilkan lapisan tipis (*film*) yang baik jika dibandingkan dengan amilopektin.

Tingginya pati amilosa seperti tepung jagung merupakan sumber yang baik untuk pembentukan *film*, yang bisa dihasilkan dari gelatinisasi larutan amilosa dan pengeringan. Pati jagung normal terdiri dari sekitar 25% amilosa dan 75% amilopektin (Whistler dan Daniel, 1985). Berikut adalah struktur amilosa dan amilopektin:



***Gambar 2.3.*** *Struktur amilosa (Whistler dan Daniel, 1985)*



***Gambar 2.4.*** *Struktur amilopektin (Whistler dan Daniel, 1985)*

**1. Proses Ekstraksi Pati Jagung**

Proses diawali dengan menyortasi biji jagung, kemudian merendam 500 g biji dalam 1.000 ml larutan Na-bisulfit 0,2% selama 36 jam. Setelah itu dilakukan penggilingan kasar menggunakan blender pada kecepatan rendah dengan penambahan 500 ml air dan kulit luar serta lembaga dipisahkan. Penggilingan halus pada kecepatan tinggi dilakukan selama lima menit dengan penambahan air 200 ml. Pati diekstrak dengan penambahan air 3.000 ml, lalu dilakukan penyaringan. Setelah itu dilakukan pengendapan dengan sentrifus untuk memperoleh pati basah. Untuk memisahkan pati dengan protein ditambahkan larutan NaOH 0,1N sebanyak 100 ml, diaduk, kemudian diulangi disentrifus tiga kali pencucian. Endapan pati yang telah terpisah ditambahkan metanol sebanyak 200 ml, dikeringkan pada suhu 50ºC selama 12 jam, kemudian digiling dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh (Suarni, dkk., 2013).

**2. *Edible Film/Coating*PatiJagung**

Pati jagung merupakan bahan pembentuk *film* yang sifat higroskopisnya lebih rendah pada RH (RelativeHumidity) 50% sekitar 11%, dibandingkan dengan pati singkong (13%), pati beras (14%) maupun pati kentang (18%). Selain itu, pati jagung mengandung amilosa 27% sedangkan pati kentang 22% dan pati singkong hanya 17%. Amilosa berperan dalam kelenturan dan kekuatan *film* pada sediaan *edible film* (Amaliya dan Putri,2014)

**3. Pembuatan *Edible Film/Coating*dari PatiJagung**

Proses pembuatan *edible film* yaitu pati jagung ditimbang dengan penimbangan pati jagung dengan konsentrasi 3% ($b/v_{total}$). Karagenan ditimbang dengan konsentrasi 4% ($b/b_{patijagung}$). Gliserol diukur dengan konsentrasi 10% ($v/b_{patijagung}$). Pati jagung, karagenan, dan gliserol dibuat suspense dengan penambahan aquades sampai dengan 100 ml kemudian dipanaskan menggunakan hot plate selama ±30 menit pada suhu 70°C - 85°C. Suspensi hasil pemanasan didinginkan hingga suhu 37°C. Kemudian diambil 50mldandituangkankeplatkaca.Larutan*ediblefilm*dikeringkanpadasuhu±50°C selama 12 jam dan setelah itu didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit agar *edible film* mudah dilepas dari cetakan (Amaliya dan Putri, 2014).

# BAB III
# L I P I D

Senyawa lipid dapat digunakan sebagai lapisan pelindung. Komponen penyusun dari *film* berbasis lipid diantaranya adalah *waxes*dan *paraffin,acetoglyceride*dan*shellacresins*.Fungsiutamalapisanlipid adalah untuk menghambat transportasi kelembaban karena lapisan lipid mempunyai polaritas yang relatif rendah. Sebaliknya, karakteristik hidrofobik dari lipid dapat membentuk *film* tebal dan lebih rapuh. Akibatnya, *film* dari lipid harus dikaitkan dengan agen pembentukan *film* seperti protein atau turunan selulosa. Umumnya, *film* dari lipid lebih mudah rapuh, oleh karenanya agar *film* berbasis lipid mempunyai kekuatan mekanik yang lebih perlu ditambahkan polimer lain sepertipolisakarida.

## A. Wax Alami danNon-Alami

Wax alami berasal dari hewan dan tumbuhan, contohnya candelilla, carnauba, jojoba lebah, paus. Sedangkan wax non-alami contohnya paraffins, mineral, microcrystalline, oxidized atau non-oxidizedpolyethylene. Nilai permeabilitas uap air dari waxparaffin, waxcandelilla, dan wax lebah pada suhu 25°C dan gradient RH 0 – 100 % berturut – turut adalah 0,02; 0,02; dan 0,06 (Debeaufort dan Voilley, 2009)

## B. Acetoglyceride

Nilai permeabilitas uap air pada *film* ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan *film* berbasis polisakarida dengan pengecualian metil selulosa atau etil selulosa (Kester dan Fennema, 1986).

### *C. ShellacResins*

*Shellacresins*terdiri dari campuran kompleks polimer alifatik alisiklik hidroksil asam. Resin ini larut dalam alkohol dan dalam larutan alkali. *Shellacresins*ini hanya diperbolehkan sebagai zat aditif yang digunakan pada *coating*makanan dan sebagai perekat. *Shellacresins*ini banyak digunakan sebagai pelapis dalam industri farmasi dan hanya sedikit penelitian menggunakannya pada makanan (Hernandez, 1994). Resins yang diperoleh dari oleoresin dari pohon pinus residu tersisa setelah distilasi volatil dari resin mentah. Resin dan turunannya secara luas digunakan dalam lapisan jeruk dan buah lainnya (Hagenmaier dan Baker, 1993). Lapisan ini dirancang terutama untuk memberikan *high-gloss*(pengkilat) pada saat pemeriksaan oleh pembeli. Pelapis ini diterapkan pada buah-buahan dengan tujuan sebagai penghalang tambahan melalui terhadap gas (Hagenmaier dan Baker, 1993). Buah-buahan dengan pelapis berbasis resin umumnya memiliki penyerapan yang lebih rendah terhadap $O_2$, $CO_2$ dan etanol (Hagenmaier dan Baker, 1993). Kadar etanol yang tinggi merupakan indikasi *off-flavour*(Ahmad dan Khan, 1987;. Cohen dkk1990; Ke dan Kader,1990).

# BAB IV
# PROTEIN DAN KOMPOSIT

*Film*dan *coating*dapat dibuat dari protein hewan dan tumbuhan. *Film* dan *coating*berbasis protein dibuat dari larutan yang terdiri dari tiga komponen utama: protein, *plasticizer*dan pelarut. Sifat-sifat *film* akhir dipengaruhi oleh sifat intrinsik komponen *film* atau *coating*dan faktor pemrosesan ekstrinsik (Panyam dan Kilara, 1996). Sifat intrinsik protein meliputi komposisi asam amino, kristalinitas (protein dan/atau *plasticizer*), hidrofobisitas/ hidrofilisitas, muatan permukaan, pI, ukuran molekul, dan bentuk tiga dimensi (Dangarandkk2009).

Gelatin berasal dari hidrolisis kolagen yang banyak terdapat pada kulit, tulang dan jaringan penghubung (Hidaka dan Liu, 2003). Gelatin memiliki fisikokimia yang unik yaitu dapat larut dalam air, transparan, tidak berbau dan tidak memiliki rasa, serta *m*emiliki sifat *reversible*dari bentuksol kegel, membengkak atau mengembang dalam air dingin, mempengaruhi viskositas suatu bahan serta membentuk *film* (Guillendkk2011). Umumnya, protein harus didenaturasi dengan panas, asam, basa, dan / atau dengan pelarut untuk membentuk struktur yang lebih luas, setelah didenaturasi, rantai protein dapat mengaitkan melalui hidrogen, ion, hidrofobik dan ikatan kovalen. Interaksi rantai ke rantai akan menghasilkan *film* yang kohesif dan dipengaruhi oleh derajat perpanjangan rantai dan sifat serta urutan residu asam amino. Peningkatan interaksi antar rantai polimer protein menghasilkan *film-film* yang lebih kuat tapi kurang fleksibel dan kurang permeabel terhadap gas, uap air dan

cairan (Kester dan Fennema, 1986). Berbagai jenis protein telah digunakan sebagai bahan pembuat *film/coating*diantaranya gelatin, *whey*, jagung, gluten gandum, protein kedelai dan protein kacang hijau (Gennadoisdkk1993; Bourtoom,2008).

**A. Gelatin**

Gelatin terdiri dari urutan asam amino. Karakteristik gelatin adalah tingginya kandungan asam amino glisin, prolin dan hidroksiprolin. Gelatin juga memiliki campuran tunggal dan rantai yang dilipatganda dengan karakter hidrofilik (Ross, 1987). Pada suhu sekitar 40°C, gelatin dapat mencair dan gel ini bersifat termoreversibel ketika dilakukan pendinginan. Selama gelasi, terjadi transisi konformasi dan cenderung untuk memulihkan kolagen struktur triple-helix (Ross-Murphy, 1992). *Film* berbahan dasar gelatin dapat dibentuk dari 20-30% gelatin, 10-30% *plasticizer*(gliserin atau sorbitol) dan air 40-70% diikuti dengan pengeringan (Guilbert, 1986). *Film/coating*dari gelatin dapat mengurangi transfer oksigen, kelembaban dan minyak (Gennadiosdkk 1994).

**B. ProteinJagung**

Protein pada jagung dapat membentuk *film* yang sangat baik. *Film* dari protein jagung dibentuk melalui pengembangan hidrofobik, hidrogen dan ikatan disulfida (Guilbert, 1986). Pembentukan *film* diyakini melibatkan pengembangan hidrofobik, hidrogen dan disulfida dalam matriks *film* (Gennadiosdkk1994). *Film* dari protein jagung yang dihasilkan masih bersifat rapuh sehingga memerlukan penambahan *plasticizer*untuk meningkatkan fleksibilitas (Park, 1991).

*Film* dari protein jagung dapat menghambat uap air dengan baik dibandingkan dengan *film* lainnya (Guilbert, 1986). Peningkatan penghalang uap air dapat ditingkatkan dengan menambahkan asam lemak atau dengan

menggunakan reagen silang.Pada penelitian Taman dkk, (1994), *edible film/coating*dari protein jagung yang diaplikasikan pada buah tomat mampu mengurangi kelembaban, perubahan warna, serta dapat menghambat transmisi oksigen dan karbondioksida.

**C. GlutenGandum**

Gluten gandum adalah istilah umum untuk protein tidak larut dalam air, yang terdiri dari campuran molekul polipeptida dan dianggap sebagai protein globular. Kekompakan dan elastisitas gluten memberikan integritas untuk adonan gandum dan pembentukan *film*. Gluten gandum berisi prolamine dan glutelin fraksi protein, biasanya disebut sebagai gliadin dan glutenin, dimanagliadin dapat larut dalam etanol 70%, sedangkan glutenin tidak (Gennadios dan Weller, 1990). Meskipun tidak larut dalam air, gluten gandum larut dalam larutan air pH tinggi atau rendah pada kekuatan ion rendah (Krull dan Inglett, 1971).

*Edible film* dapat dibentuk dengan larutan etanol dan kemudian dilakukan pengeringan (Gennadios dan Weller, 1990). Pembelahan ikatan disulfida terjadi selama pembentukan *film*, sedangkan pembentukan ikatan disulfida baru terjadi selama pengeringan *film*. Penambahan *plasticizer*seperti gliserin pada *film* berbasis gluten gandum diperlukan untuk meningkatkan fleksibilitas *film* (Gennadiosdkk 1994). Namun, peningkatan fleksibilitas *film* ini dapat menurunkan kekuatan *film*, dan kaju transmisi uap airnya (Gontarddkk 1992).

**D. ProteinKedelai**

Kandungan protein dari kedelai (38-44%) jauh lebih tinggi dari kandungan protein dari biji serealia (8-15%). Sebagian besar protein dalam kedelai tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan garam netral yang encer. Protein kedelai termasuk kedalam klasifikasi globulin (Kinsella, 1979). Protein

kedelai globular di alam dan selanjutnya diklasifikasikan menjadi fraksi 2S, 7S, 11S dan 15S sesuai dengan tingkat sedimentasi relatifnya (Gennadiosdkk 1994). Komponen utama adalah 7S (conglycinin) dan 11S (glycinin), yang keduanya memiliki struktur kuartener (subunit) (Kinselladkk 1985).

*Edible film* berbasis protein kedelai dapat diproduksi dengan cara pemanasan atau dengan pembuatan isolat protein kedelai (Gennadios dan Weller, 1992). Pembentukan *film* dari protein kedelai dan isolat protein yang pertama adalah adanya pemanasan yang akan mengganggu struktur protein, kemudian akan membelah ikatan disulfida dan mengekspos kelompok sulfhidril dan kelompok hidrofobik, dan yang kedua adalah pembentukan disulfida baru, hidrofobik dan obligasi hidrogen selama pengeringan film (Gennadiosdkk1994).

**E. Kasein**

Kasein adalah kelompok protein susu utama yang terjadi pada 24-29 g/l susu sapi atau kambing (Audic*dkk*, 2003). Ada empat subunit utama kasein, yaitu alpha s1-kasein, alpha s2-kasein, beta-kasein, dan kappa-kasein yang masing-masing membentuk 38%, 10%, 36% dan 13% komposisi kasein (Audicdkk 2003). Masing-masing dari empat fraksi protein memiliki sifat unik yang mempengaruhi kemampuan kasein untuk membentuk *film*. Alpha s1 merupakan protein yang memiliki massa 23,6 kDa dengan muatan -1,9 pada pH 6,6 dan pI 4,94. Alpha s1 memiliki delapan residu serinterfosforilasi, 17 residu prolin, 25 residu glutamin, dan tidak memiliki residu sistein. Sebagian besar muatan Alpha s1 terisolasi antara terminal N dan C hidrofobik, membuat protein amphipathic. Fosforilasi residu serin dikelompokkan dengan residu glutamin, membentuk situs pengikat kalsium. Akibatnya, alpha s1 sensitif terhadap $Ca^{2+}$, yang berarti protein akan teragregasi dan terpresipitasi dalam konsentrasi ion

rendah. Karena tidak mengandung sistein bebas, alpha s1 tidak dapat berpartisipasi dalam pembentukan ikatan disulfida dan cross-linking.

Alpha s2-kasein juga sensitive terhadap $Ca^{2+}$. Alpha s2-kasein memiliki muatan -13,8, pI 5,37, dan dua daerah dengan kepadatan muatan tinggi, membuatnya lebih hidrofilik dibanding protein kaseinlainnya.

Beta-kasein adalah protein amphipathic dengan terminal N polar, namun domain hidrofobik berukuran besar. Beta-kasein juga sensitive terhadap $Ca^{2+}$. Kelarutan beta-kasein meningkat saat suhu turun sampai 4°C.

Kappa-kasein adalah protein kasein utama lainnya. Namun, berbeda dengan tiga fraksi kasein lainnya, karena tidak sensitive terhadap ion kalsium. Kappa-kasein terletak di lapisan luar misel kasein dan sangat amphipathic dengan kutub domain yang berinteraksi dengan pelarut polar. Hal ini sering digambarkan sebagai "lapisan rambut" dari misel kasein (Swaisgood, 1993; Swaisgood, 1996).

Pengombinasian kasein dengan dengan beberapa bahan, contohnya tapioka (Lindriati, dkk., 2014) dan whey dangke (Maruddin, dkk., 2016) dapat memperbaiki karakteristik *edible film* yang dihasilkan.

## F. Komposit

*Edible film*dan *coating* mungkin heterogen di alam, yang terdiri dari campuran polisakarida, protein, dan / atau lipid. Kombinasi antara polimer untuk membentuk *film* bisa dari protein dan karbohidrat, protein dan lipid, karbohidrat dan lipid atau polimer sintetik dan polimer alam. Tujuan utama dari memproduksi *film* komposit adalah untuk meningkatkan permeabilitas atau sifat mekanik. *Film-film* yang heterogen diterapkan baik dalam bentuk emulsi, suspensi, atau dispersi. Metode aplikasi mempengaruhi sifat penghalang dari *film-film* yang diperoleh (Guilbert, 1986). Kamper dan Fennema (1984) memperkenalkan *film* berbentuk emulsi dari metil selulosa danasam lemak

untuk meningkatkan penghalang uap air dari *film* selulosa. Banyak peneliti yang mengeksplor penelitian Kamper dan Fennema (1984). Contoh studi ini menggunakan lipid dan hidroksipropil metil selulosa (Hagenmaier dan Shaw, 1990), metil selulosa (MC) dan lipid (Greener dan Fennema, 1989), MC dan asam lemak (Sapru dan Labuza, 1994), *whey*isolat dan lipid (McHugh dan Krochta, 1994), kasein dan lipid (Avena-Bistillos, 1993), gelatin dan pati (Arvanitoyannisdkk 1997), pati hidroksipropil dan gelatin (Arvanitoyannisdkk 1998), gelatin dan asam lemak (Bertandkk 2005), isolat protein kedelai dan gelatin (Caodkk 2007), isolat protein kedelai dan asam polylactic (Rhimdkk2007).

*Plasticizer*adalah komponen lain dari *edible film*. *Plasticizer*merupakan senyawa dengan berat molekul rendah yang ditambahkan untuk melunakkan struktur *film* yang kaku. *Plasticizer*dapat memperbaiki sifat mekanik dan sifat fisik dari *film* biopolimer (Banker, 1966). *Plasticizer*harus kompatibel dengan polimer pembentuk *film* dan mengurangi kekuatan antarmolekul dan meningkatkan mobilitas rantai polimer (Donhowe dan Fennema, 1993b, 1994). Senyawa hidrofilik seperti poliol (gliserol, sorbitol) dan polietilena glikol umumnya digunakan sebagai *plasticizer*dalam formulasi *film* hidrofilik (Gontard*dkk*1993). Senyawa lipofilik, seperti minyak nabati, lesitin, dan asam lemak, juga dapat bertindak sebagai pengemulsi dan *plasticizer*(Kester dan Fennema, 1986; Cuppet, 1994; DonhoweandFennema, 1994; Hernandez, 1994).

A. *Edible Film/Coating*dari Komposit Lipid, Protein, dan Polisakarida

*Edible film* dapat diproduksi dengan menggunakan protein, polisakarida, lipid atau kombinasi. Pembuatan *edible film* dari protein dan polisakarida merupakan penyangga oksigen yang baik dengan sifat mekanis yang baik. Sedangkan *edible film* lipid sangat terbatas sifat penyangga oksigennya,

sehingga pemanfaatan lipid, protein dan polisakarida dapat memperbaiki sifat fisik *edible film*. Lisozim putih telur diinkorporasi ke dalam *edible film* komposit whey-porang untuk termasuk ke dalam golongan protein, sehingga jika ditambahkan ke dalam *edible film* whey-porang dapat menghasilkan sifat fisik yang hampir sama dengan penggunaan protein whey. Protein memiliki sifat yang kurang baik yaitu yang mudah larut dalam air dan kurang dapat menahan penguapan air (Hawa,dkk.,2013).

Pemanfaatan mentega, margarin, minyak kelapa sawit, beeswax dan konsentrasi lipid yang diaplikasikan dalam *edible film* komposit whey-porang diharapkan mampu meningkatkan sifat fisik berupa kadar air yang juga dapat mempengaruhi ketebalan, daya putus dan persentase pemanjangan *edible film*. Total padatan bahan yang digunakan dalam formula *edible film* akan mempengaruhi ketebalan dan kadar air, sedangkan kekuatan struktural bahan akan mempengaruhi daya putus dan persentase pemanjangan (Hawa, dkk.,2013).

Penelitian pembuatan *edible film* dari komposit alginat, gluten dan lilin lebah telah dilakukan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa komposit edible film alginat, gluten dan lilin lebah berpengaruh nyata terhadap persen pemanjangan dan laju transmisi uap airnya. Perlakuan edible film dengan komposisi komposit alginat : gluten : lilin lebah (2 : 1 : 1) berbeda dengan rasio komposit yang lain.

Penggunaan alginat dalam jumlah yang lebih besar menyebabkan kemampuan mengikat air lebih baik sehingga menghasilkan matrik gel yang dapat meningkatkan persen pemanjangan *edible film*. Laju transmisi uap air *edible film* dengan rasio komposit alginat : gluten : lilin lebah (2 : 1 : 1) berbeda dengan rasio komposit yang lain. Konsentrasi alginat yang tinggi menghasilkan

nilai laju transmisi uap air yang tinggi pula. Hal ini disebabkan sifat alginat yang mampu mengikat air lebih baik sehinggamenghasilkan matrik gel yang dapat meningkatkan laju transmisi uap air *edible film* (Murdinah, dkk., 2007).

# BAB V
# PEMBUATAN EDIBLE FILM DAN COATING

Film dapat diartikan sebagai lapisan tipis dari material . Biasanya tersusun dari polimer yang memungkinkan untuk menguatkan secara mekanik pada stand yang terstruktur. Tiap sheet adalah film yangtipis. Film dapat berbentuk wadah, bungkus, kapsul, kantong, atau pelindung lapisan luar selama proses di pabrik. Coating adalah bagian dari film secara langsung dimanfaatkan pada permukaan bahan material. Coating merupakan bagian terakhir dalam pengemasan produk. Edible film dan coating dihasilkan dari ediblebiopolimer dan foodgrade bahan pengawet. Biopolimer bisa dari protein polisakarida (karbohidrat) dan lemak. Edible film dan coating berpengaruh pada kualitas produk makanan, melindungi produk dari kerusakan fisika, kimia, dan biologi dan dapat juga melindungi produk dari perpindahan kelembaban, pertumbuhan mikroba dari permukaan, induksi cahaya yang menyebabkan perubahan kimia dan oksidasi nutrisi dansebagainya.

Ediblebiodegradablepolymer film atau edible film adalah lapisan tipis yang menyatu dengan bahan pangan, layak dimakan dan dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Komponen edible film dikelompokkan dalam 3 kategori yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit. Kelompok hidrokoloid meliputi protein, alginat, pektin, pati, derivat selulosa dan polysacharidalain.Edible film berbentuk lapisan tipis yang dapat dikonsumsi, lapisan pada makanan atau diletakkan sebagai penghalang antara makanan dan lingkungan sekitar. Selama 10 tahun penelitian tentang edible film dan coating pada makanan yang

dilakukan oleh ahli pangan karena tingginya permintaan kebutuhan konsumen terhadap daya awet dan kualitas yang baik dari makanan yang segar. Contoh yang umum dari pengemasan edible adalah sosis daging yang tidak perlu dibuang bungkusnya ketika dimasak dan dimakan. Film seperti itu dapat melindungi makanan secara mekanik, mencegah kontaminasi dari mikroorganisme, mencegah turunnya kualitas makanan karena perpindahan massa (misal kelembaban, gas, rasa,dan lain-lain). Edible film dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori berdasarkan komponennya yaitu : hidrokoloid (mengandung protein, polisakarida atau alginat), lemak (asam lemak,acylgliserol atau lilin) dan kombinasi (dibuat dengan menyatukan kedua substansi dari dua kategori) (Skurtysdkk2011).

Menurut Colla,dkk(2006), ediblecoating telah lama diketahui untuk melindungi produk yang perishablefood dari kerusakan seperti dehidrasi, tekanan, merubah kualitas tekstur, mencegah penguapan komponen, dan mengurangi pertumbuhan mikroba. Aplikasi dari ediblecoating pada buah seperti terong dan kentang dapat menjadi metode alternatif untuk menambah masa setelah panen, mengurangi kehilangan perubahan kualitas dan kuantitas, dan juga bisa mendapatkan efek yang sama seperti penyimpanan modifikasi atmosfer dengan komposisi gas.

## A. Bahan Pembuatan Edible Coating dan Edible Film

Selama kurun waktu terakhir ini, bahan pengemas makanan yang berasal dari plastik banyak digunakan. Hal ini disebabkan plastik memiliki berbagai keunggulan seperti fleksibel, mudah dibentuk, transparan, tidak mudah pecah dan harganya yang relatif murah. Namun, polimer plastik juga mempunyai berbagai kelemahan yaitu sifatnya yang tidak tahan panas, mudah robek dan yang paling penting adalah dapat menyebabkan kontaminasi melalui transmisi monomernya ke bahan yang dikemas. Kelemahan lainnya dari plastik adalah

sifatnya yang tidak dapat dihancurkan secara alami (non-biodegradable), sehingga menyebabkan beban bagi lingkungan). Oleh karena itu, mulai dikembangkanlah pengemas bahan organik yang memiliki sifat mirip plastik namun bersifat biodegradable, dapat langsung dimakan misalnya pengemas makanan edible.

Umumnya film yang dibuat dari hidrokoloid memiliki sifat mekanis yang baik, namun tidak efisien sebagai penahan uap air karena bersifat hidrofil. Untuk mengatasi hal tersebut pada pembuatan edible film sering ditambahkan bahan plasticizer. Plastik edible yang dibentuk dari polimer murni bersifat rapuh sehingga digunakan plastisizer untuk meningkatkan fleksibilitasnya. Selama waktu penyimpanan maupun penggunaannya, plastik edible dapat mengalami perubahan sifat, dan tidak diharapkan berlangsung cepat. Sifat mekanik ini dipengaruhi oleh lama penyimpanan plastik edible.

Plasticizer adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas polimer. Plasticizer yang digunakan dapat diambil dari golongan poliol. Sorbitol merupakan salah satu golongan poliol selain gliserol dan manitol. Sorbitol merupakan plasticizer yang efektif karena memiliki kelebihan mampu untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk, dapat larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer, tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah dan bersifat non toksik .

## B. Cara Pembuatan Edible Coating

Terbuat dari zein merupakan protein terkecil, seperti kolagen dan gelatin,digunakan secara komersial pada ediblecoating. Pembungkusan zein digunakan dengan O2, lemak, dan mostuire dinding dari kacang,permen konveksioner dan makanan lain. Proses zein terdiri dari 3 tahap. Tebung zein di larutkan pada suhu hangat, aquaeus etil alkohol atau isopropanol. Plasti seperti propilene glikol atau gliserin di tambahkan untuk meningkatkan Fleksibelitascounting. Produk akan di bungkus dalam penyemprotan dengan brush Zein- plasticizersolution. Anto oksidan seperti BHT atau BHA ditambahkan pada oksidasi lipid, dan minyak sayur untuk menahan sinar. Proses counting di bentuk untuk produk pada permukaan pelarut yang menguap (Han,2005).

Prosedur pembuatan chitosan dan pembuatan larutan chitosan adalah sebagai berikutt : larutan kitosan dengan konsentrasi 0,25% dibuat dengan cara yaitu pertama-tama ditimbang kitosan yang masih dalam bentuk serpihan sebanyak 25 gram, lalu dilarutkan dengan asam asetat 1% sampai larutan tersuspensi dan kemudian ditambahkan aquades hingga volumenya mencapai

10 L. Untuk prosedur pelapisan chitosan, pindang ikan layang dan ikan manyung asap dilapisi dengan larutan kitosan yang telah dibuat. Larutan kitosan tersebut akan membentuk ediblecoating. prosedur pelapisannya adalah sebagai berikut :Membuat larutan kitosan dengan konsentrasi 0.25%.Setelah proses pemindangan selesai, selanjutnya ikan pindang dicelupkan ke dalam larutan kitosan(0,25%) selama 1 menit kemudian ditiriskan.

Penelitian dilakukan pelapisan melon menggunakan edible film dari pati ubi kayu dengan penambahan sorbitol sebagai zat pemlastis. Konsentrasi pati ubi kayu 4% dan sorbitol 5% menghasilkan mutu edible film yang baik untuk pelapisan buah. Sedangkan penelitian mengenai pengolahan Eucheumacottonii menjadi tepung ATC (Alkali TreatedCarrageenophyt) dengan jenis dan

konsentrasi larutan alkali yang berbeda telah dilakukan, perlakuan terbaik dengan cara perebusan didalam larutan KOH 10%.

**C. Cara Pembuatan EdibleFilm**

Plastik dan bahan edible lain dikombinasikan dengan film-Formingbiopolimer untuk modifikasi properti fisikal atau fungsional pada film.Film tersusun secara mekanisme dari biopolimer seperti intermolekular seperti ikatan kovalen (disufida dan rantai silang) dan elektrostastikhidrofobik atau ion interaksi. Produser fabrikasi mengindikasikan susunan film secara mekanisme dibentuk dalam fabrikasi pada proses pengemasan makanan, yaitu pH modifikasi, penambahan garam, pemanasan modifikasi enzimatik, pengeringan menggunakan pelarut makanan bertingkat, dan penambahan bahan kimia lainnya (Han,2005).

Edible film dari buah diproduksi oleh McHugh. Edible film dibuat dari apel dan perbedaan jumlah dari asam lemak, alkohol, madu dan minyak sayur. Fungsinya sebagai mencegah kehilangan oksigen pada kelembaban yang rendah dan sedang. Juga mengurangi reaksi browning, dari kehilangan kelembaban dan mengatur rasa dari potongan apel. Ini bisa digunakan untuk coating pada walnut, almond, dan produk roti (Ghasemzadehdkk2008) Dewasa ini, mulai digalakkan penggunaan edible film dari bahan alami seperti rumput laut. Pada sebuah penelitian, diketahui kandungan karagenan pada rumput laut Eucheumacottonii sekitar 61,52%. Karaginan adalah hidrokoloid yang potensial untuk dibuat edible film karena sifatnya yang dapat membentuk gel, stabil, serta dapat dimakan. Penelitian penggunaan rumput laut telah dilakukan pada pembuatan edible film dari komposit karagenan, tepung tapioka dan lilin lebah, adapun perlakuan terbaiknya yaitu konsentrasi karagenan sebesar 2%, tepung tapioka 0,3% dan lilin lebah 0,3%. Penelitian lainnya dilakukan pelapisan melon menggunakan edible film dari pati ubi kayu dengan penambahan sorbitol sebagai zat pemlastis. Konsentrasi pati ubi kayu 4% dan sorbitol 5% menghasilkan mutu edible film yang baik untuk pelapisan buah. Sedangkan

penelitian mengenai pengolahan Eucheumacottonii menjadi tepung ATC (Alkali TreatedCarrageenophyt) dengan jenis dan konsentrasi larutan alkali yang berbeda telah dilakukan, perlakuan terbaik dengan cara perebusan didalam larutan KOH 10%.

## D. Kelebihan dan Kekurangan Edible Film danCoating

Anti Microbial film/coating/packaging material mempunyai efektivitas memperlama fasalag adaptasi dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas dan keamanan produk terkemas. Anti microbial film/coating/packaging adalah penyederhanaan dari proses pengemasan.

Keuntungan Edible film dan Coatingdiantaranya yaitu:

- Penggunaan edible memberikan keuntungan lingkungan, serta keuntungan biaya dan kenyamanan, lebih konvensional sistem kemasansintetis.
- Penggabungan pengawet menjadi film yang dapat dimakan dan coating untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba permukaan dalam makanan sedang dieksplorasi. Komposisi Film adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi difusivitas dari preservatices dalam film sehingga dapatdimakan.
- Edible film dan coating telah menunjukkan potensi untuk mengendalikan transfer kelembaban, oxygen, lipid, aroma, dan rasa senyawa dalam sistem makanan, dengan hasil peningkatan kualitas makanan
- Tergolong dalam kemasan yang lebih murah dibandingkan dengan kemasan yang lainnya misalnya dibandingkan denganplastik.
- Ediblecoating dapat menyediakan perlindungan untuk produk segar dan dapat juga memberikan efek yang sama dengan modifiedatmospherestorage menyesuaikan dengan komposisi

gasinternal. Keberhasilan ediblecoating untuk buah tergantung pada penilihanfilmataucoating yang memberikan komposisi gas internal dikehendaki yang sesuai untuk produktertentu.

- Edible film yang dibuat dari hidrokoloid merupakan barrier yang baik terhadap transfer oksigen, karbohidrat, karbon dan lipid. Kebanyakan dari film hidrokoloid memiliki sifat yang baik sehingga sangat baik dijadikan bahanpengemas.
- Film hidrokoloid umumnya mudah larut dalam air sehingga sangat menguntungkan dalampenggunaannya.

## E. Perbedaan Edible Film danCoating

Tidak ada perbedaan yang jelas antara edible film dan ediblecoating. Biasanya ediblecoating langsung digunakan dan dibentuk diatas permukaan produk sedangkan edible film dibentuk secara terpisah (contoh: kantung tipis) barus digunakan untuk mengernas produk (Ahmed dkk2008).

Keprihatinan atas pencemaran lingkungan dari bahan kemasan telah menyebabkan penelitian ke dalam film dapat dimakan atau biodegradable untuk kemasan makanan umum dan film yang dapat digunakan untuk melapisi buah segar untuk mengendalikan laju respirasi. Contoh bahan pembentuk dimakan termasuk zein jagung (sebuah prolamine berasal dari gluten jagung), gluten gandum, protein kedelai, protein kacang, protein cottconseed, kasein, protein susu wey, alginat, dan kolagen (Gontarddkk 1992a, 1992b, dan 1993 dan Baldwi, 1990).

# BAB VI
# EDIBLE FILM DARI ISOLAT PROTEIN KACANG TUNGGAK DAN KITOSAN KULIT KUPANG

Polimer alam dapat menjadi sumber alternatif untuk pengembangan kemasan karena palatabilitas dan biodegradabilitas. *Ediblefilm*muncul sebagai alternatif untuk plastik sintesis untuk aplikasi makanan dan telah diterima oleh sebagian orang dalam beberapa tahun terakhir karena keunggulan mereka dari *film* sintesis. Keuntungan utama dari *edibel film* dibanding dengan sintetis tradisional adalah *edibel film* tidak ada bagian yang dapat dibuang dan bahkan jika tidak dikonsumsi, *edibel film* masih ramah lingkungan. *Edible film* dapat berfungsi sebagai *barrier*terhadap perpindahan massa (seperti kelembaban, oksigen, lipida, dan zat terlarut) sehingga dapat mempertahankan mutu dan umur simpan bahan atau produk pangan. Contoh penggunaan e*dible film* antara lain sebagai pembungkus permen, sosis, buah, dan sup kering (Yulianti dan Ginting,2012).

Tabel 6.1. Standart Karakteristik Edible Film

| | |
|---|---|
| Ketebalan | Maksimal 0,25 mm |
| Laju Transmisi Uap Air | Maksimal 10 g/m$^2$/hari |
| Kuat Tarik | Minimal 3,92 Mpa |
| Persen Pemanjangan (Elongasi) | Minimal 10% |

*Sumber : Japanese Industrial Standard (JIS), 1975*

## A. Protein danKitosan

Potensi pengembangan kacang tunggak sebagai komoditi komersialsangat besar karena mempunyai keunggulan, yaitu dapat digunakan sebagaisayuran segar atau kering, potensi hasil cukup tinggi mencapai 2 ton bijikering/hektar, serta dapat ditanam secara monokultur dan tumpang sari. Selainitu, kacang tunggak juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatantepung komersial dan dapat menghasilkan banyak biomassa untuk berbagaikeperluan. Kacang tunggak memiliki nilai gizi yang tinggi, dengan kandunganprotein antara 21–23% serta zat gizi lain yaitu lemak (1,4%), karbohidrat(61,60%), kalsium, fosfor, zatbesi, dan vitamin (A, $B_1$, C) (Rukmana dan Oesman,2000).

Kitosan adalah padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 1%, asam format 10 % dan adam sitrat 10%. Kitosan tidak dapat larut dalam asam piruvat, asam laktat dan asam-asam anorganik pada pH tertentu, walaupun setelah dipanaskan dan diaduk dengan waktu yang agak lama (Meriatna, 2008).

Kitosan juga merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga jenis gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi ini menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas yang tinggi. Kitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air dan larutan basa kuat namun sedikit larut dalam asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO3) dan asam posfat (H3PO4) (Silvia, dkk,2014).

Tabel 6.2. Karakteristik Kitosan

| Sifat | Nilai Komersial |
|---|---|
| Ukuran partikel | Butiran bubuk |
| Kadar air ( % bk ) | < 10 % |
| Kadar abu ( % bk ) | < 2 % |
| Derajat deasetilasi | > 70% |
| Viskositas ( milipoise)<br>rendah<br>medium<br>tinggi<br>ekstra tinggi | <br>< 200<br>200 – 799<br>800 – 2000<br>> 2000 |

Sumber : Meriatna, 2008

Kitosan mempunyai potensi untuk dimanfaatkan pada berbagai jenis industri maupun aplikasi pada bidang kesehatan. Salah satu contoh aplikasi kitosan yaitu sebagai pengikat bahan-bahan untuk pembentukan alat-alat gelas, plastik dan karet. Pemanfaatan kitosan sebagai bahan tambahan pada pembuatan bioplastik berfungsi untuk memperbaiki kekuatan lembar bioplastik yang dihasilkan. Semakin banyak kitosan yang digunakan, maka sifat mekanik dan ketahanan terhadap air dari produk bioplastik yang dihasilkan semakin baik.

## B. Plasticizer

Plasticizerdidefenisikan sebagai zat non volatil, bertitik didih tinggi, yang pada saat ditambahkan pada material lain mengubah sifat fisik dari material tersebut. Plasticizer bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan rantai antar protein dan mengisi

ruang-ruang yang kosong pada produk. Pelapis edible film harus memiliki elastisitas dan fleksibilitas yang baik, daya kerapuhan rendah, ketangguhan tinggi, untuk mencegah retak selama penanganan dan penyimpanan. Oleh karena itu, plasticizer dengan berat molekul kecil (nonvolatil) biasanya ditambahkan ke dalam pembentukan film hidrokoloid sebagai solusi untuk memodifikasi fleksibilitas edible film tersebut seperti pati, pektin, gel, dan protein.

Plastisizer berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer. Syarat plastisizer yang digunakan sebagai zat pelembut adalah stabil (inert), yaitu tidak terdegradasi oleh panas dan cahaya, tidak merubah warna polimer dan tidak menyebabkan korosi. Salah satu jenis plasticizer yang banyak digunakan selama ini adalah gliserol. Gliserol cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastis film karena memiliki berat molekul yang kecil (Huri dan Fitri,2014).

## C. Gliserol

Bahan pemlastis adalah bahan kimia yang dapat digunakan untuk mengurangi kekakuan resin termoplastik. Prinsip kerja bahan pemlastis adalah dengan membentuk interaksi molekuler rantai polimer untuk meningkatkan kecepatan responviskoelastis pada polimer. Hal ini akan meningkatkan mobilitas molekuler rantai polimer dan akibatnya dapat menurunkan substransisi kaca (Tg) (Sutanto,1998).

Sutanto (1998) menambahkan bahwa jika suatu polimer semikristalin mendapat tambahan bahan pemlastis maka akan terjadi penurunan titik lebur (*Tm*) dan derajat bahan pemlastis akan lebih banyak berinteraksi dengan fase amorf dan sangat sedikit yang berinteraksi dengan fase kristalin. Efektivitas penambahan bahan pemlastis dapat dilihat melalui beberapa parameter semi

empiris, seperti penurunan suhu transisi kaca dan titik leleh, karakteristik mekanik, serta kondisimolekuler.

Menurut Syarief (1989), untuk memperbaiki sifat plastik maka ditambahkan berbagai jenis tambahan atau aditif. Bahan tambahan ini sengaja ditambahkan dan berupa komponen bukan plastik yang diantaranya berfungsi sebagai bahan pemlastis, penstabil pangan, pewama, penyerap UV, dan lain-lain. Bahan itu dapat berupa senyawa organik maupun anorganik yang biasanya mempunyai berat molekul rendah.

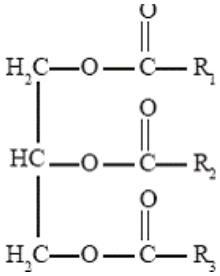
Bahan pemlastis merupakan bahan tambahan yang diberikan pada waktu proses untuk meningkatkan beberapa sifat dari polimer, misalnya ketahanan terhadap panas atau minyak dan polimer yang dihasilkan lebih halus dan luwes. Bahan pemlastis adalah bahan non-volatil dengan titik didih tinggi yang apabila ditambahkan ke dalam bahan lain akan merubah sifat fisik dan atau sifat mekanik dari bahan tersebut (Krochta, dkk 1994). Bahan pemlastis ditambahkan untuk mengurangi gaya intermolekul antar partikel penyusun pati yang menyebabkan terbentuknya tekstur edible film yang mudah patah (getas). Bahan pemlastis juga meningkatkan gaya intermolekuler dan meningkatkan mobilitas ikatan polimer sehingga memperbaiki fleksibilitas dan extensibilitas film.

Sedangkan bahan pemlastis yang umum digunakan dalam pembuatan plastik bioplastik adalah gliserol karena ketersediaan gliserol melimpah di alam dan sifatnya yang tidak merusak alam. Gliserol atau biasa disebut gliserin merupakan suatu larutan kental tidak berwama dan mempunyai rasa yang manis. Jika direaksikan dengan air dan alkohol menyebabkan rasa dingin pada kulit. Gliserol dapat dihasilkan dari minyak sawit (*CPO*, *BPO*, dan *RPDPO*), minyak inti sawit (*PKO*), dan minyak kelapa (*CNO*). Dalam pengolahan minyak(trigliserida)selainmenghasilkangliseroljugaakanmenghasilkan

asam lemak yang juga dapat diolah menjadi beberapa macam produk seperti asam laurat, asam kaprat, dan asam stearat (Guerrero,dkk,. 2010).

Gliserol merupakan suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Jadi, tiap atom karbon mempunyai gugus -OH. Gliserol merupakan suatu molekul bidrofilik yang relative kecil dan mudah di sisipkan diantara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus dan protein gluten. Hal ini berakibat pada penurunan interaksi langsung dan kedekatan antara rantai protein. Selain itu, laju transmisi uap air yang melewati film gluten yang dilaporkan meningkatkan seiring dengan peningkatan kadar gliserol dalam film akibat dari penurunan kerapatan jenis protein (Gontard, 2009).

Gliserol efektif digunakan sebagai bahan pemlastis pada film hidrofilik, seperti pektin, pati, gel dan modifikasi pati, maupun pembuatan *edible film* berbasis protein (Juliyarsidkk 2011).



*Gambar 6.1. Struktur Gliserol*

**Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Edible Film**

Dalam pembuatan edible film, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah: suhu, konsentrasi polimer, dan plasticizer.

1. Suhu

   Perlakuan suhu diperlukan untuk membentuk edible film yang utuh, tanpa adanya perlakuan panas kemungkinan terjadinya interaksi

molekuler sangatlah kecil. Sehingga pada saat film dikeringkan akan menjadi retak dan berubah menjadi potongan-potongan kecil (McHugh dan Krochta,1994).

2. KonsentrasiPolimer

   Konsentrasi polimer ini sangat berpengaruh, terutama pada sifat fisik edible film yang dihasilkan.

3. Plasticizer

   Plasticizer ini merupakan bahan nonvolatile, yang ditambahkan ke dalam formula film akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan fisik film yang terbentuk karena akan mengurangi sifat intermolekuler dan menurunkan ikatan hidrogen internal. Plasticizer ini mempunyai titik didih tinggi dan penambahan plasticizer dalam film sangat penting karena diperlukan untuk mengatasi sifat rapuh film yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstensif. Menurut Krochta dan Jonhson (1997), plasticizerpolyol yang sering digunakan yakni seperti gliserol dan sorbitol. Konsentrasi gliserol 1 – 2 % dapat memperbaiki karakteristik film.

**Sifat-Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film**

Sifat fisik edible film meliputi ketebalan yang menunjukkan kemampuan film untuk pengemasan produk. Menurut Diredja (1996), ketebalan pengemas akan mempengaruhi umur simpan produk, apabila semakin tebal maka laju transmisi uap air dan gas akan semakin rendah. Akan tetapi, kenampakanedible film yang tebal akan memberi warna yang semakin buram atau tidak transparan dan akan mengurangi penerimaan konsumen karena produknya menjadi kurangmenarik.

Sifat mekanik menunjukkan kekuatan film untuk melindungi produk yang dikemasnya terhadap tekanan, seperti gesekan dan guncangan. Sifat-sifat fisik dan mekaniknya adalah sebagai berikut :

1. Laju Transmisi Uap Air (Water VaporTransmissionRate)
   Laju transmisi uap air adalah jumlah uap air yang hilang persatuan waktu dibagi dengan luas area film. Laju transmisi uap air menentukan permeabilitas uap air film ( McHught dan Krochta, 1994 ).
2. Kekuatan Renggang Putus (TensileStrength) dan Perpanjangan
   Kekuatan renggang putus adalah ukuran untuk kekuatan film yang secara spesifik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film tetap bertahan sebelum putus atau sobek. Menurut Krochta dan Johnson (1997), edible film harus dapat dipertahankan keutuhannya selama pemrosesan bahan yang dikemasnya. Cara untuk menguji kemampuannya harus dilakukan dengan evaluasi terhadap sifat-sifat mekaniknya yang meliputi kekuatan renggang putus dan perpanjangan.
3. Ketahanan Dalam Air (WaterResistance)
   Sifat film yang penting untuk penerapannya sebagai pelindung makanan adalah ketahanannya di dalam air. Menurut Gontarddkk (2009), apabila aktivitas air tinggi ( saat film harus kontak dengan air ) selama proses pengolahan makanan yang dikemasnya, maka film harus seminimal mungkin larut dalam air. Edible film dengan kelarutan air yang tinggi juga dikehendaki, misalnya pada pemanfaatannya bila dilarutkan atau dalam makananpanas.

**Interaksi Antara Protein – Gliserol – Kitosan**

Gliserol adalah molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, mudah masuk ke dalam rantai protein dan dapat menyusun ikatan hidrogen

dengan gugus reaktif protein (Galiettadkk 1998). Gontard, GuilbertandCuq (1993) juga menyatakan bahwa gliserol mudah masuk di antara rantai protein dan mengatur ikatan hidrogen dengan gugus amina protein. Gliserol bekerja sebagai *plasticizer*dalam film dengan cara merusak ikatan hidrogen, menyebabkan pembentukan campuran protein-*plasticizer*dan mengganggu interaksi protein-protein (Galiettadkk1998).

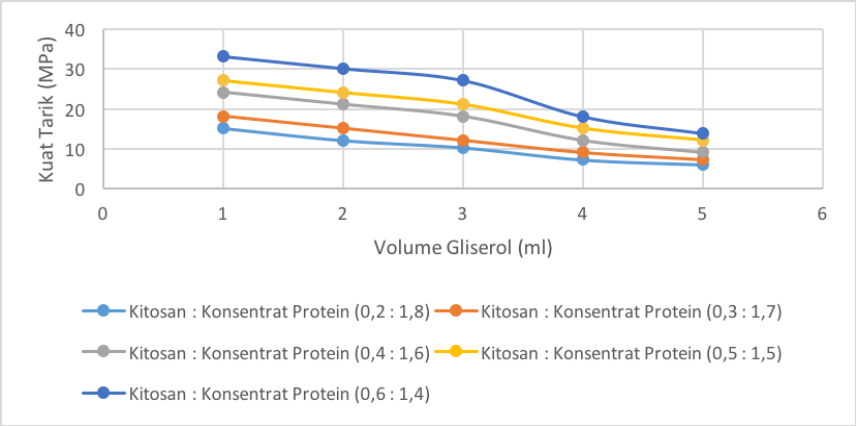
Seperti interaksi yang terjadi pada pati, gliserol dan kitosan. Gliserol yang berfungsi sebagai plasticizer ini akan terletak diantara rantai biopolimer sehingga jarak antar kitosan dan pati akan meningkat. Hal ini membuat ikatan hidrogen antara kitosan-pati berkurang dan digantikan menjadi interaksi hidrogen antara kitosan-gliserol dan gliserol-pati.

**Hasil Kuat Tarik (Mpa) terhadap Perbandingan Berat Kitosan dengan Konsentrat Protein dan Volume Gliserol**

Tabel 6.3 Hasil Perhitungan Kuat Tarik Edible Film (Mpa)

| Kitosan : Konsentrat Protein (gr) | Variasi Volume Gliserol | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 ml (Mpa) | 1.5 ml (Mpa) | 2 ml (Mpa) | 2.5 ml (Mpa) | 3 ml (Mpa) |
| 0.2 : 1.8 | 15,06 | 12,05 | 10,24 | 7,23 | 6,02 |
| 0.3 : 1.7 | 18,07 | 15,06 | 12,05 | 9,04 | 7,23 |
| 0.4 : 1.6 | 24,10 | 21,08 | 18,07 | 12,05 | 9,04 |
| 0.5 : 1.5 | 27,11 | 24,10 | 21,08 | 15,06 | 12,05 |
| 0.6 : 1.4 | 33,13 | 30,12 | 27,11 | 18,07 | 13,85 |

Dari data tabel diatas maka akan diperoleh grafik dibawah ini :




*Gambar 6.2 Hubungan antara variasi volume gliserol terhadap kuat tarik (Mpa) dari edible film.*

Pada Gambar 6.2 menjelaskan mengenai data dari Tabel 6.3, dimana terjadi pengaruh berat kitosan dengan konsentrat protein dan volume gliserol terhadap kuat tarik edible film. Semakin besar berat kitosan yang ditambahkan menyebabkan ikatan yang terbentuk semakin kuat. Ikatan yang terbentuk adalah ikatanhidrogen.

Hasil kuat tarik tertinggi pada grafik tersebut dapat dilihat pada rasio Kitosan-Konsentrat Protein 0,6:1,4 dan gliserol 1 ml, yaitu sebesar 33,1325 Mpa. Hasil kuat tarik terendah yaitu pada perbandingan rasio Kitosan-Konsentrat Protein 0,2:1,8 dengan gliserol 3 ml, yaitu sebesar 6,0241 Mpa. Dapat dikatakan pula semua edible film yang dibuat telah memenuhi standar yaitu minimal 3,92 Mpa. Isolat protein yang dihasilkan mengandung kadar protein sebanyak 32%.

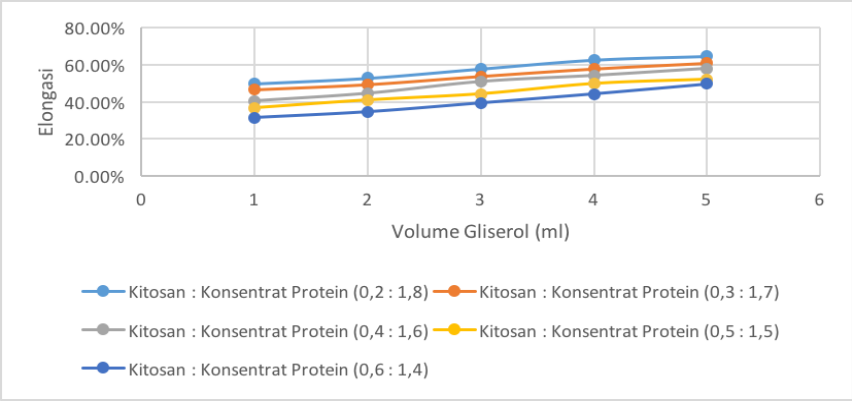
**Hasil Elongasi (%) terhadap Perbandingan Berat Kitosan dengan Konsentrat Protein dan Volume Gliserol**

Pada Gambar 6.3 menjelaskan mengenai data pada Tabel 6.4, dimana terjadi pengaruh rasio berat kitosan-konsentrat protein dan volume gliserol terhadap elongasi edible film. Gliserol digunakan sebagai plasticizer dan ditambahkan dengan tujuan untuk menghasilkan edible film yang kuat serta fleksibel. Plasticizer yang ditambahkan mempengaruhi elastisitas edible film. Persentase elongasi berbanding terbalik dengan kuat tarik, semakin banyak plasticizer yang ditambahkan maka edible film semakinelastis.

Tabel 6.4 Hasil Perhitungan Elongasi Edible Film (%)

| Kitosan : Konsentrat Protein (gr) | Variasi Volume Gliserol | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 ml | 1.5 ml | 2 ml | 2.5 ml | 3 ml |
| 0.2 : 1.8 | 49,77 | 52,78 | 57,78 | 62,57 | 64,60 |
| 0.3 : 1.7 | 46,42 | 49,25 | 53,70 | 57,75 | 60,87 |
| 0.4 : 1.6 | 40,53 | 44,62 | 50,90 | 54,18 | 57,95 |
| 0.5 : 1.5 | 36,63 | 40,85 | 44,20 | 49,75 | 52,08 |
| 0.6 : 1.4 | 31,27 | 34,45 | 39,28 | 44,23 | 49,58 |

Dari tabel diatas maka akan diperoleh grafik di bawah ini :




*Gambar 6.3 Hubungan antara variasi volume gliserol terhadap Elongasi (%) dari Edible Film*

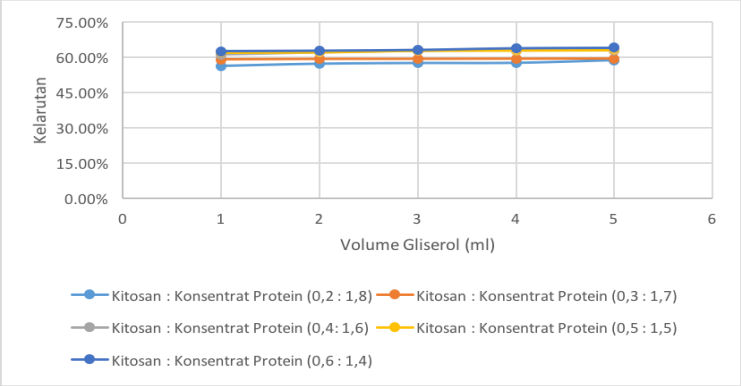
Hasil tertinggi elongasi pada grafik tersebut dapat dilihat pada rasio kitosan-konsentrat protein 0,2:1,8 dengan gliserol 3 ml, yaitu sebesar 64,60%. Dan hasil elongasi terendah yaitu pada rasio kitosan-konsentrat protein 0,6:1,4 dengan gliserol 1 ml, yaitu sebesar 31,27%. Dari hasil uji dapat dikatakan pula semua edible film yang dibuat belum memenuhi standar, namun pada rasio kitosan-konsentrat protein 0,2:1,8 dengan gliserol 3 ml didapat elongasi 64,60%, dimana elongasi tersebut mendekati standarnya yaitu minimal70%.

**Hasil Uji Kelarutan (%) Edible Film**

Tabel 6.5 Hasil Uji Kelarutan Edible Film (%)

| Rasio Kitosan : Konsentrat Protein (gram) | Variasi Volume Gliserol | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 ml | 1,5 ml | 2 ml | 2,5 ml | 3 ml |
| 0,2 : 1,8 | 56,23 | 57,19 | 57,51 | 57,61 | 58,81 |
| 0,3 : 1,7 | 59,07 | 59,29 | 59,36 | 59,45 | 59,53 |
| 0,4 : 1,6 | 61,17 | 62,07 | 62,76 | 62,91 | 62,97 |
| 0,5 : 1,5 | 61,99 | 62,17 | 62,84 | 62,97 | 63,10 |
| 0,6 : 1,4 | 62,54 | 62,75 | 63,16 | 63,97 | 64,21 |

Dari tabel diatas maka akan diperoleh grafik dibawah ini :




*Gambar 6.4 Hubungan antara variasi volume gliserol terhadap Kelarutan (%) Edible Film.*

Grafik pada Gambar 6.4 menjelaskan mengenai data dari Tabel6.5dimana terjadi pengaruh rasio kitosan-konsentrat protein dan volume gliserol terhadap kelarutan edible film. Semakin besar kitosan dan gliserol yang ditambahkan maka semakin mudah edible film tersebut untuk larut dalam air.

Hasil tertinggi kelarutan didapat pada rasio kitosan-konsentrat protein 0,6:1,4 dan gliserol 3 ml, yaitu sebesar 64,21%. Dan hasil terendah didapat pada rasio kitosan-konsentrat protein 0,2:1,8 dengan gliserol 1 ml, yaitu sebesar 56,23%.

# BAB VII
# EDIBLE FILM DARI PEKTIN KULIT BUAH

## A. Pektin

Sifat kimia pektin kulit jeruk nipis, kulit pepaya dan kulit pisang raja yang meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, kadar metoksil, berat ekivalen, asam galakturonat dan derajat esterifikasidisajikan dalam Tabel 7.1. dibawah ini :

Tabel 7.1.Karakteristik PektindariKulitBuah-Buahan

| | Pektin | | |
|---|---|---|---|
| Komponen | KulitJerukNipis | KulitPepaya | Kulit Pisang Raja |
| Rendemen (%) | 18,6 | 4,93 | 3,15 |
| Kadar Air (%) | 6,35 | 4,85 | 4,42 |
| Kadar Abu (%) | 3,38 | 5,41 | 5,42 |
| Kadar Metoksil (%) | 3,53 | 2,76 | 2,72 |
| BeratEkivalen (mg) | 2174,77 | 3333,99 | 4168,88 |
| AsamGalakturonat (%) | 112,56 | 83,96 | 78,83 |
| DerajatEsterifikasi (%) | 17,81 | 18,71 | 19,64 |

Hasil rendemen tertinggi terdapat pada pektin kulit jeruk nipis, yaitu sebesar 18,6% dan rendemen pektin terendah terdapat pada kulit pisang raja yaitu sebesar 3,15%. Perbedaan perolehan rendemen pektin ini dikarenakan kadar pektin bahan baku yang berbeda, dimana kadar pektin kulit jeruk nipis lebih tinggi dibandingkan kadar pektin kulit pisang raja. Kadar pektin kulit jeruk nipis menurut Haryono dkk. (2014) sebesar 35% dan kadar pektin kulit pisang raja menurut Rizqi dkk. (2015) adalah sebesar 3,53%, dengan semakin tingginya kadar pektin maka akan semakin banyak pula pektin yang dihasilkan karena jumlah protopektin yang terhidrolisis menjadi pektin semakin banyak.

Hasil kadar air tertinggi terdapat pada pektin kulit jeruk nipis, yaitu sebesar 6,35% dan terendah pada pektin kulit pisang raja, yaitu sebesar 4,42%. Kadar air (maksimal 12%), kadarabu dan kadarasamgalakturonat (min 65%) pektinkulitbuaht ersebut sesuai dengan syarat mutu *International Pectin Producers Association* (2003).

Kadar metoksil tertinggi terdapat pada pektin kulit jeruk nipis, yaitu sebesar 3,53% dan kadar metoksil terendah terdapat pada pektin kulit pisang raja, yaitu sebesar 2,72%. Kadar metoksil pada pektin ini tergolong ke dalam pektin yang bermetoksil rendah. Berdasarkan syarat mutu *International PectinProducersAssociation* (2003), yang menyatakan jika kadar metoksil<7% artinya pektin tergolong ke dalam pektin yang bermetoksil rendah. Kadar metoksil berbanding lurus dengan asam galakturonat. Asam galakturonat tertinggi terletak pada pektin kulit jeruk nipis, sehingga semakin banyak gugus asam galakturonat pada pektin kulit jeruk nipis maka ikatan antar asam galakturonat yang terjadi semakin banyak pula sehingga gugus metoksil yang terbentuk pada pektin kulit jeruk nipis juga semakin banyak.

Berat ekivalen tertinggi terdapat pada pektin kulit pisang raja, yaitu sebesar 4168,88 mg dan berat ekivalen terendah terdapat pada pektin kulit jeruk nipis, yaitu sebesar 2174,77 mg. Kadar asam galakturonat tertinggi terdapat pada pektin kulit jeruk nipis, yaitu sebesar 112,56% dan terendah terdapat pada pektin kulit pisang raja, yaitu sebesar 78,83%. Asam galakturonat berbanding lurus dengan kadar metoksil, semakin tinggi asam galaturonat maka semakin tinggi pula kadar metoksil. Hal ini dikarenakan ikatan yang terjadi antar asam galakturonat dapat membentuk gugus metoksil yang banyak.

Derajat esterifikasi tertinggi terdapat pada pektin kulit pisang raja, yaitu sebesar 19,64% dan terendah terdapat pada pektin kulit jeruk nipis, yaitu sebesar 17,81%. Derajatesterifikasi pada pektin ini merupakan pektin dengan ester rendah, karena pektin berester rendah adalah maksimal 50% sedangkan untuk pektin berester tinggi adalah minimal 50%. Derajat esterifikasi diperoleh dari perbandingan antara kadar metoksil dengan kadar asam galakturonat, dimana kadar metoksil berbanding lurus dengan kadar asam galakturonat, dengan semakin banyaknya asam galakturonat maka metoksil juga

semakin banyak.

**B. *Edible Film dari Pektin Kulit Buah***

**a. Ketebalan**

Standartketebalan*edible film* berkisar antara 0,2-0,6 mm. Karakteristik*edible film*daripektinkulitbuahdapat diamati pada Tabel 7.2. dibawah ini :

Tabel 7.2. Karakteristikketebalan *edible film* dari pektin kulit buah

| Jenis Kulit Buah | Konsentrasi Gliserol (%) | Ketebalan (mm) | Kuat Tarik ($kgf/cm^2$) | Elastisitas (%) | Laju Transmisi Uap Air ($gr/m^2.hr$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Jeruk nipis | 15 | 0,51 | 12,56 | 32,57 | 124,315 |
| Jeruk nipis | 20 | 0,56 | 12,32 | 32,69 | 127,215 |
| Jeruk nipis | 25 | 0,58 | 12,26 | 32,88 | 130,825 |
| Pepaya | 15 | 0,44 | 11,33 | 30,57 | 142,080 |
| Pepaya | 20 | 0,47 | 11,32 | 30,69 | 147,675 |
| Pepaya | 25 | 0,48 | 11,29 | 30,88 | 167,295 |
| Pisang raja | 15 | 0,21 | 10,52 | 29,35 | 232,750 |
| Pisang raja | 20 | 0,27 | 10,35 | 29,53 | 242,175 |
| Pisang raja | 25 | 0,28 | 10,15 | 29,69 | 256,955 |

Ketebalan tertinggi terletak pada *edible film* pektin kulit jeruk nipis dan terendah pada *edible film* pektin kulit pisang raja. Ketebalan suatu *film* dipengaruhi oleh komponen yang terdapat di dalampektin yang digunakan, diantaranyakadarmetoksil, beratekivalen, asamgalakturonat dan derajatesterfikasi. Besarnyanilaikomponentersebutterletak pada kulitjeruknipis, secaraberurutanadalahsebesar 3,53%, 2174,77 mg, 112,56% dan 17,81%. Dengansemakintingginyanilaimetoksilmakanilaiasamgalakturonat juga semakintinggidan mempengaruhiterhadapmenurunnyanilaiberatekivalensertaderajatesterifikasi. Pektin dengan kandungan metoksildan asamgalakturonatyang lebih tinggi akan lebih banyak memerangkap air dibandingkan pektin dengan kandungan metoksildan asamgalakturonatyang rendah. Hal inidikarenakanjumlahgugusasamgalakturonatbebas yang tidakteresterifikasi dan jumlahresidu yang sedikitjumlahnya. Dengan semakin banyaknya air yang diperangkap menyebabkan struktur *film* menjadi lebih tebal karena

rongga yang terbentuk antar metoksil semakin sedikit sehingga *film* yang terbentuk semakin tebal.

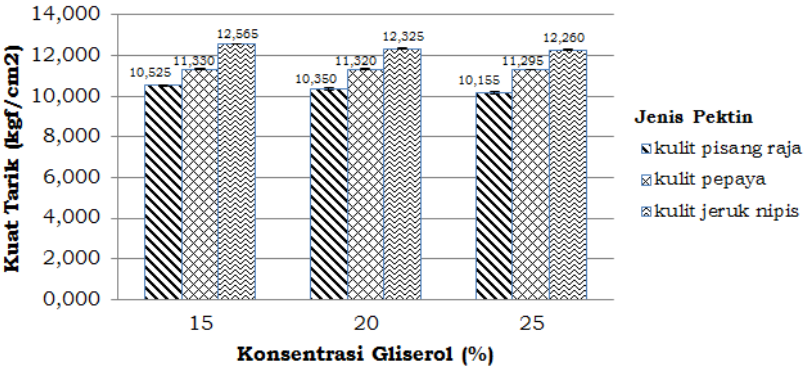
Ketebalan tertinggi terletak pada *edible film* dengan konsentrasi gliserol 25% dan terendah pada *edible film* dengan konsentrasi gliserol 15%. Penambahan gliserol pada pembuatan *edible film* dapat mengikat pektin untuk membentuk polimer pektin-gliserol, sehingga ikatan pektin-pektin digantikan oleh ikatan pektin-gliserol-pektin yang menyebabkan peningkatan ketebalan *film*. Nemetdkk (2010) juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol kemampuan untuk mengikat air juga semakin tinggi sehingga kandungan air pada larutan *film* menjadi berkurang karena air pada larutan *edible film* terikat oleh gliserol sehingga dapat menyebabkan peningkatan viskositas serta peningkatan ketebalan *film* dapat terjadi.

**b. Kuat Tarik**

Kuat tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai dengan *film* tetap bertahan sebelum *film* putus atau robek. Pengukuran kuat tarik berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang (Gontarddkk 1993).

Standart kuat tarik *edible film* berkisar antara 102-1020 kgf/cm$^2$ dan hasil kuat tarik *edible film* pada pektin ini berkisar antara 10,15-12,56 kgf/cm$^2$. Penelitian Akili dkk. (2012) tentang*edible film*daripektinkulit pisang ambon pada perlakuan terbaik menghasilkan kuat tarik sebesar 127,46 kgf/cm$^2$.

Pada Tabel**7.1.** menunjukkan bahwa kuat tarik *edible film* berkisar antara 10,15 kgf/cm$^2$ hingga 12,56 kgf/cm$^2$. Kuat tarik terendah (10,15 kgf/cm$^2$) diperoleh dari pektin kulit pisang raja dengan konsentrasi gliserol 25%, sedangkan kuat tarik tertinggi (12,56 kgf/cm$^2$) diperoleh dari pektin kulit jeruk nipis dengan konsentrasi gliserol 15%. Grafik hubungan antara perbedaan jenis pektin dan gliserol terhadap kuat tarik *edible film* dapat dilihat pada Gambar 7.1.dibawah ini :




Gambar 7.1. Hubungan antara jenis pektin kulit buah dan konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik *edible film.*

Pada Gambar 7.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol, nilai kuat tariknya semakin menurun. Nilai kuat tarik ini berhubungan dengan beberapakomponen yang ada pada masing-masing pektin. Komponentersebutdiantaranyaadalahkadarmetoksil, beratekivalen, asamgalakturonat dan derajatesterifikasi, semakintingginilaimetoksil dan asamgalakturonatmakasemakinrendahnilaiberatekivalen dan derajatesterifikasinya, dengansemakin banyaknyakadarmetoksil dan asam galakturonatserta semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan nilai kuat tariknya semakin rendah atau semakin lemah. Hal ini disebabkan jumlahresidu yang terdapat pada pektinsemakinkecil dan ikatan yang terbentuk antar asam galakturonat akan terhalangi kekuatannya oleh molekul gliserol. Masuknya gliserol ke dalam rantai polimer asam galakturonat akan menyebabkan adanya reduksi interaksi intermolekuler sehingga matriks *film* yang terbentuk akan semakin sedikit sehingga menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimernya. Reduksi ini disebabkan oleh adanya penambahan gliserol karena molekul dari *plasticizer* akan mengganggu ikatan polimer asam galakturonat. Penelitian Fishmandkk (1996) juga menyatakan bahwa penurunan gaya intermolekuler pada perlakuan konsentrasi gliserol yang tinggi terjadi karena ikatan pektin yang terganggu dengan adanya molekul dari *plasticizer*.

**c. Elastisitas**

Elastisitas merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel *film* terputus. Perubahan panjang ini dapat dilihat pada *film* sesudah *film* tersebut robek (Rofikah dkk., 2014). Elastisitas*edible film* pada pektin ini sudah memenuhi standart*edible film*yang ditentukan, dimanastandart elastisitas*edible film* berkisar antara 10-50%.

Elastisitas memiliki hubungan yang erat dengan ketebalan dan kuat tarik *film*, semakin tebal suatu film maka kuat tariknya semakin kuat sehingga jarak peregangan semakin lebar dan semakin elastis. Tabel 7.1menunjukkan bahwa elastisitas tertinggi terletak pada *edible film* dari pektin kulit jeruk nipis. Hal ini disebakan*edible film* pektin kulit jeruk nipis lebih tebal dibandingkan yang lainnya dan mempunyai kadar asam galakturonat yang lebih banyak, semakin banyak gugus asam galakturonat maka ikatan yang terbentuk antar asam galakturonat juga semakin banyak. Asam galakturonat ini berbanding lurus dengan metoksil. Pada prinsipnya, pembentukan gel terjadi karena adanya pembentukan jaringan tiga dimensi karena pektin akan memerangkap air. Semakin tinggi kadar metoksil dan asamgalaturonatsertasemakinrendahberatekivalen dan derajatesterifikasimaka semakin banyak air yang dapat diperangkap sehingga viskositas akan semakin tinggi dan elastisitas meningkat.

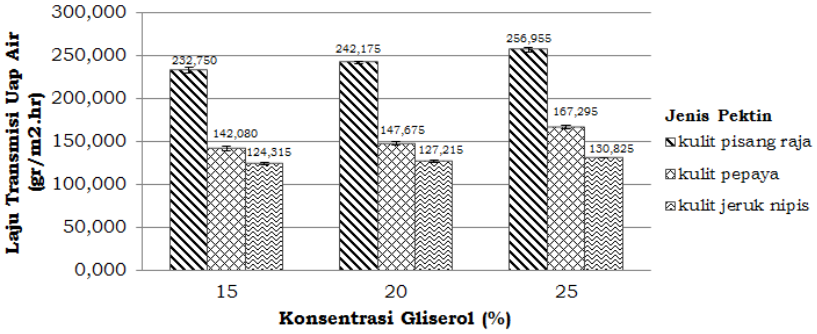
Krochta dan Johnston (1997) menyebutkan bahwa persentase elastisitas *edible film* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan jelek jika nilainya kurang dari 10%. Elastisitas edible film daripektinkulitbuahinidiatas 10% tetapi belum dikatakan baik karena nilainya masih berada dibawah 50%. Penggunaan gliserol cenderung menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan elastisitas karena *plasticizer* dapat mengurangi gaya antar molekul dan meningkatkan mobilitas rantai polimer.

Menurut Oses, dkk (2009) menyatakan bahwa gliserol dapat berinteraksi dengan polisakarida dengan cara membentuk ikatan polisakarida–gliserol dimana ikatan ini akan mengakibatkan peningkatan elastisitas dari suspensi keduanya. Gugus hidroksil di sepanjang rantai gliserol merupakan penyebab terbentuknya ikatan hidrogen antara polimer polisakarida dengan gliserol selama pembentukan *edible film*. Poliol seperti

gliserol berfungsi secara efektif sebagai *plasticizer*berdasarkan kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal dengan meningkatkan ruang kosong antar molekul, sehingga meningkatkan elastisitas *film*.

**d. Laju Transmisi Uap Air**

Pada Tabel 7.1 menunjukkan bahwa laju transmisi uap air *edible film* berkisar antara 124,315 hingga 256,955 gr/m$^2$.hari. Laju transmisi uap air terendah (124,315 gr/m$^2$.hari) diperoleh dari pektin kulit jeruk nipis dengan konsentrasi gliserol 15%, sedangkan laju transmisi uap air tertinggi (256,955 gr/m$^2$.hari) diperoleh dari pektin kulit pisang raja dengan konsentrasi gliserol 25%. Grafik hubungan antaraperbedaan jenis pektin dan gliserol terhadap laju transmisi uap air *edible film* dapat dilihat pada Gambar 7.2.dibawah ini :




Gambar 7.2.Hubungan antara jenis pektin kulit buah dan konsentrasi gliserol terhadap laju transmisi uap air *edible film*.

Nilai laju transmisi uap air berbanding terbalik dengan nilai ketebalan, dimana semakin tebal suatu *film* maka nilai laju transmisinya semakin rendah dan nilai ketebalan ini dipengaruhi oleh kadarmetoksil, beratekivalen, asamgalakturonat dan derajatesterfikasiyang adapada pektin. Pada Gambar 7.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol akan menaikkan nilai laju transmisi uap air *edible film*. Semakin tinggi metoksildan asamgalakturonatserta semakin tinggi konsentrasi gliserol nilai laju transmisi uap air semakin tinggi. Hal ini disebabkan gliserol masuk ke dalam

polimer pektin dan membentuk celah sehingga air akan mudah terserap. Gliserol dan metoksil bersifat hidrofilik yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air sehingga semakin banyak ikatan yang terbentuk, semakin banyak pula air yang diserap dan transfer uap air dari permukaan sampel *film* menjadi lebih cepat.

## C. Perhitungan Finansialuntukproduksi Edible Film dariPektinKulitJeruk

Perhitungan finansial dilakukan untuk produk *edible film* dengan bahan baku pektin kulit jeruk nipis dengan konsentrasi gliserol 15%.

1. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi direncanakan tiap tahun membutuhkan bahan baku 4.408,8 kg kulit jeruk nipis, 27,72 liter HCl, 6.680 liter etanol, 24,84kg tapioka, 9,31 liter gliserol dan 9.786,1 liter aquades. Kapasitas produksi dalam satu tahun menghasilkan *edible film* sebesar 140,4 kg atau 62.124lembar.

2. Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan suatu usaha, terdiri dari biaya tidak tetap dan biaya tetap. Biaya tetap adalah biaya-biaya yang dibutuhkan dalam jangka waktu tertentu dan tidak berubah mengikuti perubahan tingkat produksi. Biaya tetap bersifat konstan pada relevan *range* tertentu, sedangkan biaya tidak tetap adalah biaya yang besarnya berubah sejalan dengan tingkat produksi yang dihasilkan. Total biaya produksi per tahun dari industri *edible film* adalah Rp. 284.702.370.

3. Harga Pokok Produksi

Berdasarkan kapasitas produksi dan biaya produksi tiap tahun, maka dapat diketahui harga pokok tiap 1 lembar *edible film* adalah Rp. 4.582,81.

4. Harga Jual Produksi

Harga jual diperoleh berdasarkan dari harga pokok, keuntungan yang ingin dicapai ditambah pajak. Keuntungan yang ingin dicapai sebesar 40% dari harga pokok dan pajak

sebesar 10% dari harga pokok. Harga jual *edible film* adalah Rp. 7.000/lembar.

5.*PaybackPeriod* (PP)

*PaybackPeriod*menggambarkan panjangnya waktu yang diperlukan agar dana yang tertanam dalam suatu investasi dapat diperoleh kembali seluruhnya. *PaybackPeriod*dari suatu investasi yang diusulkan lebih pendek daripada *PaybackPeriod*maksimum, maka usul investasi tersebut diterima.

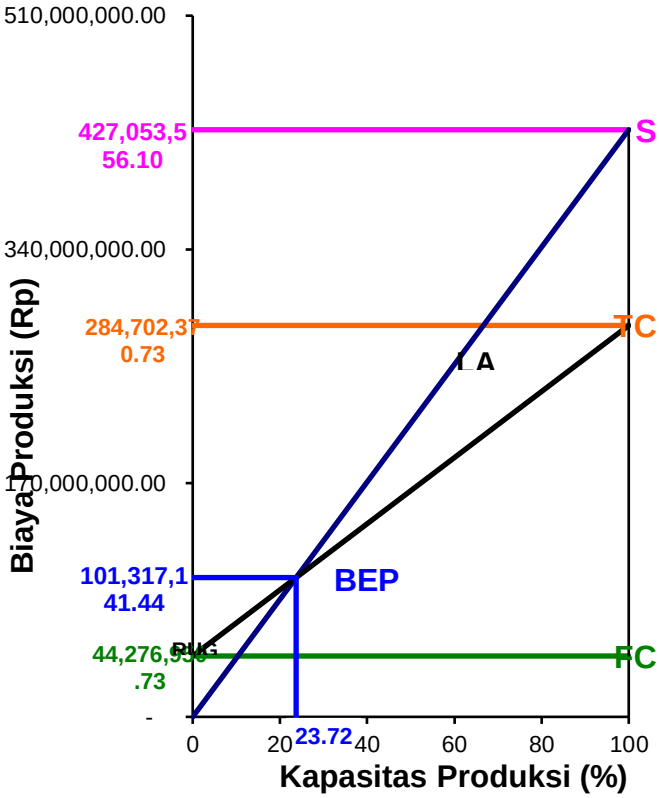
Nilai *PaybackPeriod*sebesar 3,7 tahun. Umur ekonomis proyek yang direncanakan 5 tahun. Hal ini berarti investasi pada proyek ini dapat diterima karena nilai *PaybackPeriod*lebih kecil daripada umur ekonomis.

6.*Break Event Point*(*BEP*)

Nilai*BEP* adalah suatu teknik untuk mempelajari hubungan antara biaya tetap, biaya tidak tetap, keuntungan, dan volume kegiatan, dengan kata lain *BEP* merupakan volume penjualan dimana penghasilan sama besar dengan biaya total sehingga perusahaan tidak mendapat keuntungan dan tidak mengalami kerugian. Biaya yang termasuk adalah biaya-biaya tetap meliputi depresiasi aktivitas tetap, sewa bangunan, biaya hutang, gaji pegawai, gaji pimpinan dan biaya kantor. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *BEPedible film* sebagai berikut :

- *BEP* (biaya titik impas) = Rp. 101.317.141,44
- % *BEP* (% titik impas) = 23,72%
- Kapasitas titik impas = 14.738,73 lembar/tahun

Kapasitas titik impas adalah jumlah produksi yang harus dilakukan untuk mencapai titik impas tersebut. Jadi produksi *edible film* mencapai keadaan impas jika produksi sebesar 14.738,73 lembar/tahun dengan kapasitas normal sebanyak 62.124 lembar/tahun. Hal ini berarti produksi *edible film* memperoleh keuntungan karena produksinya diatas kapasitas titik impas. Grafik *BEP* dapat dilihat pada Gambar berikut:




**Keterangan :**
S = Pendapatan
TC = Total biaya produksi
FC = Biaya tetap

*7. Internal Rate ofReturn* (*IRR*)

*Internal Rate ofReturn* (*IRR*) merupakan tingkat suku bunga yang menunjukkan persamaan antara nilai penerimaan bersih sekarang dengan jumlah investasi (modal) awal dari suatu proyek yang sedang dikerjakan. *IRR* merupakan nilai discountrate yang membuat nilai *NPV* pada proyek sama dengan 0. Bila nilai *IRR* suatu proyek lebih besar dari suku bunga yang berlaku maka proyek dinyatakan layak untuk dilaksanakan.

Nilai *IRR*diperolehsebesar 24,853%. Hal ini berarti proyek dapat diterima dan layak untuk dilaksanakan karena nilai *IRR* lebih besar daripada suku bunga yang dikehendaki

yaitu 20% per tahun.

8. *Net PresentValue* (*NPV*)

*Net PresentValue*merupakan selisih antara nilai investasi (total biaya) saat sekarang dengan nilai penerimaan bersih di masa yang akan datang. Suatu proyek dapat dipilih jika *NPV*> 0. Perhitungan*NPV* pada produk *edible film* adalah Rp. 204.566.636 yang berarti sudah memenuhi kelayakan.

9.*GrossBenefitCostRatio* (*GrossB/C Ratio*)

*GrossBenefitCostRatio*(*GrossB/C*) merupakan perbandingan antara penerimaan kotor dengan biaya kotor yang telah dirupiahkan sekarang. Kriteria ini memberikan pedoman bahwa proyek akan dipilih apabila *GrossB/C*> 1, bila proyek memiliki *Gross* B/C = 1 maka tidak akan dipilih. Nilai *Gross* B/C sebesar 1,3003 berarti proyek ini dapat diterima atau layak untuk dijalankan.

# BAB VIII
# APLIKASI EDIBLE COATING DANFILM DALAMPENYIMPANAN

## A. Karakteristik Ketahanan Masa Simpan Kentang dan Terong dengan Coating Pektin

### 1. NilaipH

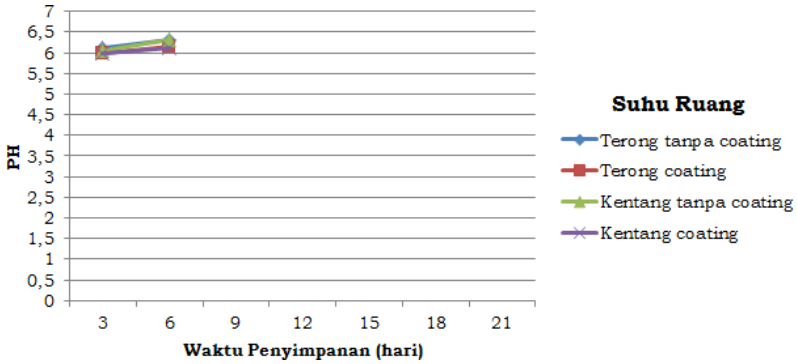
Nilai pH berkaitan dengan asam organik yang terkandung di dalam bahan. Penurunan keasaman ditandai dengan kenaikan nilai pH. Kenaikan nilai pH ini disebabkan oleh penurunan pembentukan asam-asam selama penyimpanan (Alexandra dan Nurlina, 2014). NilaipH terong dan kentangpada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Tabel 8.1 di bawah ini:

Tabel 8.1Nilai pH terong dan kentang pada suhu ruang dan suhu dingin

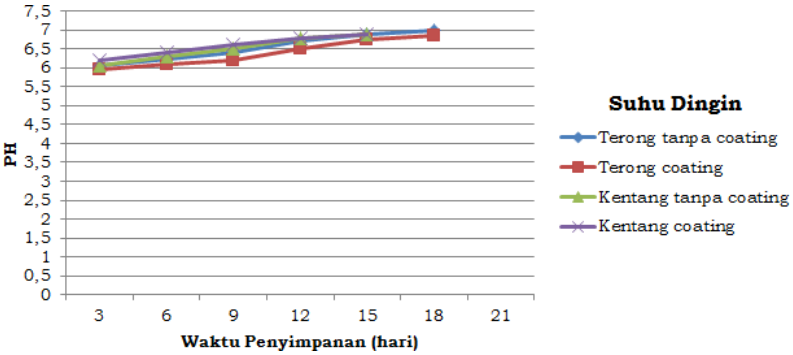
| Bahan | Lama Penyimpanan (Hari) | PH | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Suhu Ruang | | Suhu Dingin | |
| | | Tanpa coating | Coating | Tanpa coating | Coating |
| Terong | 3 | 6,10 | 6,0 | 6,05 | 5,95 |
| | 6 | 6,30 | 6,15 | 6,25 | 6,10 |
| | 9 | - | - | 6,40 | 6,20 |
| | 12 | - | - | 6,70 | 6,50 |
| | 15 | - | - | 6,90 | 6,75 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 18 | - | - | 7,0 | 6,85 |
| | 21 | - | - | - | - |
| Kentang | 3 | 6,0 | 6,05 | 6,05 | 6,20 |
| | 6 | 6,10 | 6,30 | 6,30 | 6,40 |
| | 9 | - | - | 6,50 | 6,60 |
| | 12 | - | - | 6,80 | 6,80 |
| | 15 | - | - | 6,90 | 6,90 |
| | 18 | - | - | - | - |
| | 21 | - | - | - | - |

Grafik nilai derajat keasaman (pH) terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 8.1 dan Gambar 8.2




*Gambar 8.1Grafik pH terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu ruang*




*Gambar 8.2 Grafik pH terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu dingin*

Pada Gambar 8.1 dan Gambar 8.2 dapat dilihat bahwa terong dan kentang yang diberi pelapisan (*coating*) mempunyai nilai pH yang lebih rendah dari pada terong dan kentang tanpa pelapisan (*non-coating*), demikian juga pada terong dan kentang yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin. Pada Gambar 8.1 dan Gambar 8.2 pada suhu ruang maupun suhu dingin dapat dilihat bahwa terong dan kentang mengalami kenaikan pH baik dengan*coating*maupun tanpa *coating*. Namun tanpa *coating*baik pada terong maupun kentang yang disimpan di suhu ruang dan suhu dingin memiliki perubahan nilai pH yang lebih cepat dibandingkan dengan bahan yang di *coating*. Hal ini disebabkan adanya pelapisan (*coating*) mampu menghambat kerja respirasi kenaikan produksi $CO_2$ sehingga asam-asam orgnaik dalam bahan tidak mengalami penguraian secara cepat dalam kondisi aerob. Selain itu, penggunaan pelapisan *coating*yang tersusun dari bahan baku berupa polisakarida yang membentuk lapisan tipis berupa *film* akan memberikan sifat semi *permeable*untuk menjaga equilibrum internal gas yang terlibat dalam respirasi aerobik dan anaerobik, sehingga menghambat kenaikan pH.

## 2. Tekstur

Nilai tekstur terong dan kentang pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Tabel 8.2 di bawah ini :

Tabel 8.2 Nilai tekstur terong dan kentang pada suhu ruang dan suhu dingin

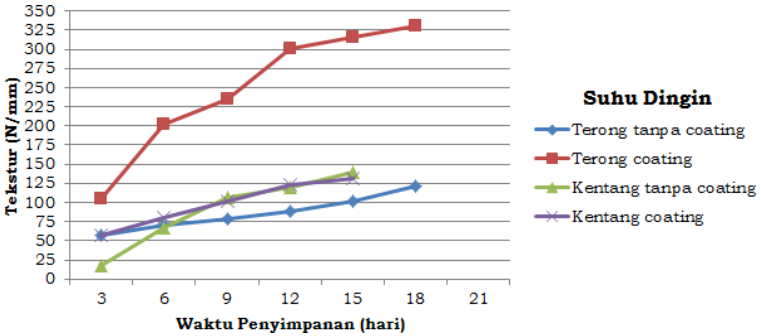
| BAHAN | LAMA PENYIMPANAN (hari) | TEKSTUR (N/mm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Suhu Ruang | | Suhu Dingin | |
| | | Tanpa coating | Coating | Tanpa coating | Coating |
| Terong | 3 | 102,6 | 121,85 | 57,6 | 104,5 |
| | 6 | 120,85 | 131,25 | 70,15 | 201,6 |
| | 9 | - | - | 77,95 | 234,5 |
| | 12 | - | - | 88 | 301,1 |
| | 15 | - | - | 101,1 | 316,1 |
| | 18 | - | - | 120,8 | 329,75 |
| | 21 | - | - | - | - |
| Kentang | 3 | 99,5 | 124 | 18 | 57,5 |
| | 6 | 112,5 | 130 | 66,5 | 80,5 |
| | 9 | - | - | 106,5 | 101,5 |
| | 12 | - | - | 120,5 | 122,5 |
| | 15 | - | - | 139 | 130,5 |
| | 18 | - | - | - | - |
| | 21 | - | - | - | - |

Proses pemasakan buah disertai dengan perubahan kandungan pektin oleh aktivitas enzim yang menyebabkan buah menjadi lunak.

Pelunakan pada buah berhubungan secara langsung dengan kehilangan air dari

buah. Peningkatan pelunakan disebabkan oleh terjadinya penguapan air. Air dari sel yang menguap menyebabkan sel menjadi mengecil, ruang antar sel menjadi menyatu dan zat pektin yang berada pada ruang antar sel akan saling berkaitan. Grafik hasil uji terhadap tekstur terong dan kentang yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 8.3 dan Gambar 8.4dibawahini:

***Gambar 8.3*** *Grafik tekstur terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu ruang*




*Gambar 8.4 Grafik tekstur terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu dingin*

Pada Gambar 8.3 dan Gambar 8.4 menunjukkan bahwa terong dan kentang yang disimpan pada suhu dingin baik dengan *coating*maupun tanpa

*coating*memiliki umur simpan yang lebih lama jika dibandingkan dengan terong dan kentang yang disimpan pada suhu ruang baik dengan coating maupun tanpa coating. Perlakuan suhu dingin menyebabkan kegiatan biokimia di dalam buah dihambat sehingga proses pemasakan buah dapat ditahan. Penyimpanan suhu rendah dapat menghambat laju penurunan mutu buah-buahan karena dapat mengurangi laju penguapan air, memperlambat laju reaksi kimia dan laju pertumbuhan mikroba.

Pada pengamatan hari ke-9 kekerasan pada terong dan kentang yang disimpan pada suhu ruang baik dengan *coating*maupun tanpa *coating*sudah tidak dapat diukur lagi karena terong dan kentang sudah lembek dan busuk, sedangkan terong dan kentang yang disimpan pada suhu dingin baik dengan perlakuan coating maupun tanpa coating masih bisa diukur hingga hari ke-18. Hal ini disebabkan dengan penggunaan suhu dingin maka reaksi-reaksi kimia atau reaksi-reaksi enzimatis dalam buah akan dicegah atau diperlambat. Salah satu reaksi kimia yang dihambat adalah perubahan komposisi kimia terutama senyawa pektin dalam daging buah. Senyawa pektin merupakan salah satu komponen dinding primer maupun lamela tengah pada dinding sel buah. Pada proses pematangan buah zat pektin yang tidak larut (protopektin) berubah menjadi pektin yang larut air, sehingga total pektin terlarut bertambah dan protopektin tak larut akan berkurang. Keadaan ini menyebabkan ketegaran sel buah akan menjadi lunak, dengan perlakuan suhu dingin reaksi perubahan protopektin menjadi pektin dapat diperlambat sehingga buah tidak cepat lembek atau lunak.

### 3. TPC (*Total PlateCount*)

Mikroba merupakan masalah besar bagi bahan makanan. Adanya mikroba yang terkandung di dalam bahan makanan akan menyebabkan kerusakan pada bahan makanan tersebut. Pertumbuhan mikroba terjadi dalam

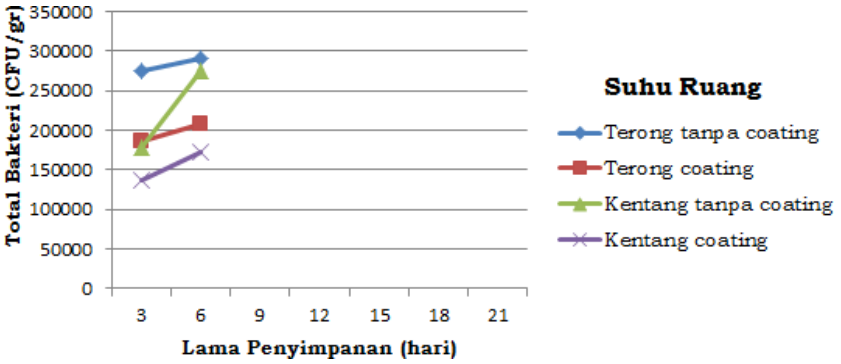
waktu singkat dan pada kondisi tersedianya nutrient (air, protein, lemak, vitamin dan mineral) sebagaisumber energi untuk berkembang biak.Nilai TPC terong dan kentang pada suhu ruang dan suhu dingin dapat diamati pada Tabel 8.3 di bawah ini:

Tabel 8.3 Nilai rata-rata TPC terong dan kentang pada suhu ruang dan suhu dingin

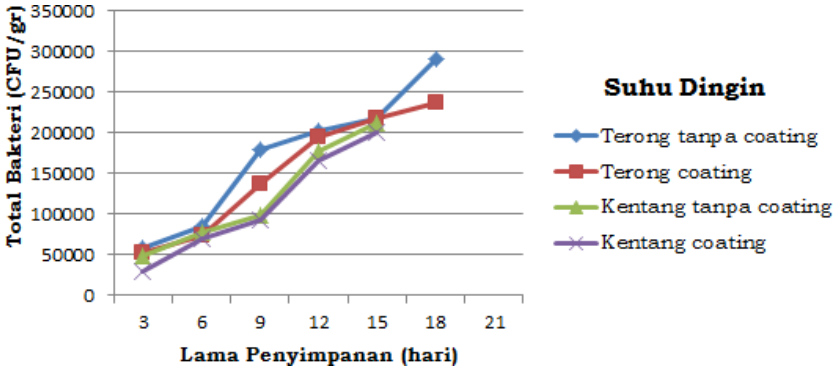
| BAHAN | LAMA PENYIMPANAN (hari) | TPC (CFU/gr) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Suhu Ruang | | Suhu Dingin | |
| | | Tanpa coating | Coating | Tanpa coating | Coating |
| Terong | 3 | $275x10^7$ | $186x10^7$ | $59x10^7$ | $52x10^7$ |
| | 6 | $291x10^7$ | $207x10^7$ | $86x10^7$ | $74x10^7$ |
| | 9 | - | - | $180x10^7$ | $137x10^7$ |
| | 12 | - | - | $202x10^7$ | $195x10^7$ |
| | 15 | - | - | $218x10^7$ | $217x10^7$ ± 7071,06 |
| | 18 | - | - | $291x10^7$ | $236x10^7$ |
| | 21 | - | - | - | - |
| Kentang | 3 | $178x10^7$ | $136x10^7$ | $49x10^7$ | $29x10^7$ |
| | 6 | $275x10^7$ | $172x10^7$ | $78x10^7$ | $69x10^7$ |
| | 9 | - | - | $99x10^7$ | $93x10^7$ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 12 | - | - | $178x10^7$ | $165x10^7$ |
| | 15 | - | - | $211x10^7$ | $201x10^7$ |
| | 18 | - | - | - | - |
| | 21 | - | - | - | - |

Pada Tabel 8.3 dapat dilihat bahwa baik untuk bahan terong yang di*coating*/tanpa *coating*maupun kentang yang di*coating*/tanpa *coating*yang disimpan pada suhu ruang atau suhu dingin mengalami kenaikan total bakteri, akan tetapi terong dan kentang yang disimpan pada suhu dingin masih memiliki cemaran mikroba dalam batas yang diijinkan hingga 15-18 hari penyimpanan. Grafik hasil uji terhadap TPC (*total platecount*) terong dan kentang yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 8.5 dan Gambar 8.6 di bawah ini :




***Gambar 8.5*** *Grafik TPC terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu ruang*




*Gambar 8.6 Grafik TPC terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu dingin*

Pada Gambar8.5 umur simpan terong dan kentang baik yang di *coating*maupun tanpa *coating*yang disimpan pada suhu ruang hanya bertahan selama 6 hari penyimpanan. Pada Gambar 8.6 menerangkan bahwa terong dan kentang baik yang di *coating*maupun tanpa *coating*yang disimpan pada suhu dingin mampu bertahan hingga 15-18 hari penyimpanan. Mampu bertahannya bahan yang disimpan pada suhu dingin hingga 15-18 hari dikarenakan penyimpanan dengan menggunakan suhu rendah dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Suhu yang rendah dapat digunakan untuk menghambat atau menurunkan pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme dalam makanan. Ditambahkan oleh Frazier dan Westhoff (1988) bakteri memiliki suhu optimum atau terbaik untuk tumbuh dan memiliki suhu yang minimum, dimana pada suhu tersebut dapat menurunkan atau menghambat pertumbuhanbakteri.

Jika dilihat dari nilai total bakteri seiring lama penyimpanan pada suhu dingin terus mengalami peningkatan, dilihat pada masa penyimpanan dari 3 sampai 18 hari terjadi peningkatan secara signifikan. Hal ini disebabkan

karena cenderung meningkatnya aktivitas metabolisme dan poliferasi mikroba. Jumlah mikroorganisme yang bertambah dengan semakin lamanya penyimpanan disebabkan terdapat mikroorganisme yang mampu tetap hidup dalam suhu rendah. Soeparno (1998), menyatakan bahwa salah satu pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi oleh suhu. Suhu optimal pertumbuhan bakteri psikrofilik yang dapat hidup pada suhu rendah berada pada kisaran suhu0–10$^{o}$C.

Pada Gambar 8.5 dan Gambar 8.6 menunjukkan bahwa terong dan kentang yang di*coating*dengan pektin memiliki cemaran bakteri yang rendah. Pektin dinyatakan memiliki sifat antibakteri. Pektin memiliki daya hambat terhadap bakteri Helicobacterpylori. SementaraSood (2014) menyatakan bahwa pektin dari apel dan jeruk dapat menghambat pertumbuhan *Staphylococcusaureus, E.coli*dan*Aspergillusniger*.

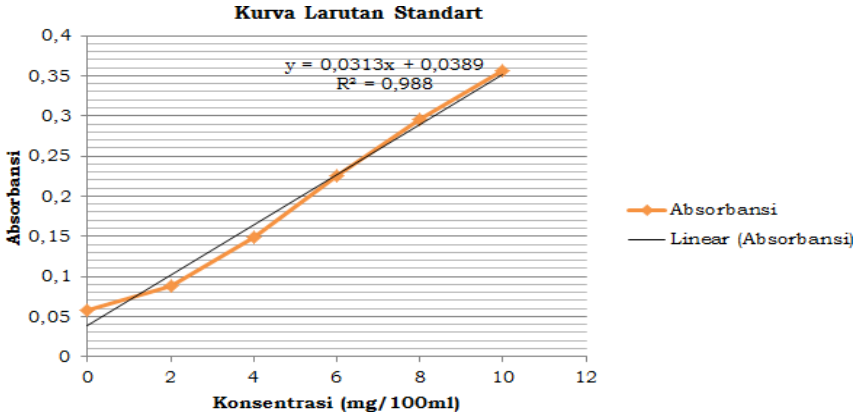
**4. GulaReduksi**

Kadar gula reduksi terong dan kentang pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Tabel 8.4 di bawah ini :

Tabel 8.4 Kadar gula reduksi terong dan kentang pada suhu ruang dan suhu dingin

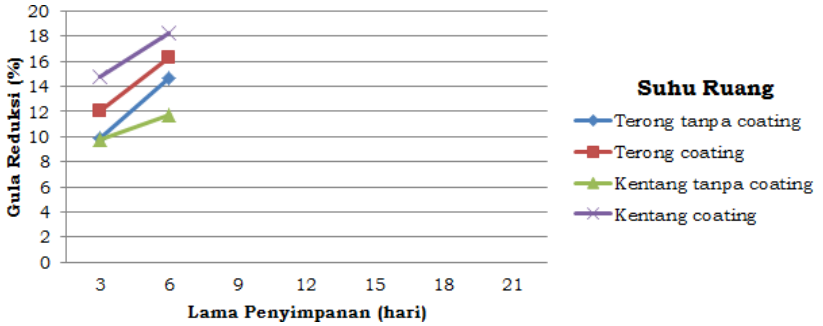
| BAHAN | LAMA PENYIMPANAN (hari) | GULA REDUKSI (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Suhu Ruang | | Suhu Dingin | |
| | | Tanpa coating | Coating | Tanpa coating | Coating |
| Terong | 3 | 9,87 | 12,09 | 0,17 | 1,75 |
| | 6 | 14,68 | 16,26 | 0,81 | 2,47 |
| | 9 | - | - | 1,29 | 3,21 |
| | 12 | - | - | 2,44 | 3,6 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | - | - | 3,06 | 6,83 |
| | 18 | - | - | 4,01 | 7,2 |
| | 21 | - | - | - | - |
| Kentang | 3 | 9,72 | 11,74 | 1,87 | 2,74 |
| | 6 | 11,68 | 18,25 | 2,57 | 3,21 |
| | 9 | - | - | 3,46 | 6,46 |
| | 12 | - | - | 5,16 | 8,14 |
| | 15 | - | - | 6,5 | 9,34 |
| | 18 | - | - | - | - |
| | 21 | - | - | - | - |

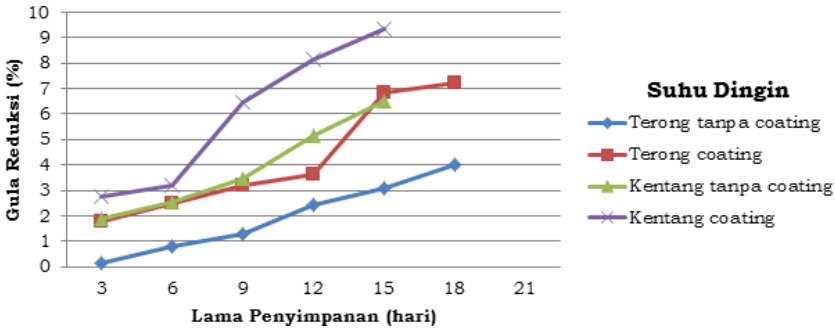



***Gambar 8.7*** *Grafik kurva larutan standart*

a




*Gambar 8.8Kadar gula reduksi terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu ruang*




*Gambar 8.9 Kadar gula reduksi terong dan kentang selama penyimpanan pada suhu dingin*

Pada Gambar 8.8 dan Gambar 8.9 menunjukkan bahwa terong dan kentang yang disimpan pada suhu ruang, baik dengan *coating*maupun tanpa *coating*memiliki kenaikan jumlah gula yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu rendah. Hal ini dikarenakan perlakuan penyimpanan pada suhu rendah dapat menghambat proses respirasi sehingga dapat mempertahankan transformasi atau perombakan pati menjadi gula, sedangkan

a

penyimpanan dalam suhu ruang dapat mendukung proses transformasi gula yang lebih cepat. Selain itu lamanya waktu penyimpanan akan menyebabkan semakin besarnya kadar gula karena terjadinya penurunan kadar senyawa-senyawa fenolik yang menyebabkan berkurangnya rasa sepat dan penurunan asam organik serta kenaikan zat-zat yang memberi rasa dan aroma yang khas pada buah.

## B. Masa Simpan Fillet Ikan Patin dan Tahu Menggunakan CoatingKitosan

### 1. NilaipH

Nilai pH merupakan salah satu iundikator yang digunakan untuk menentukan tingkat kesegaran suatu bahan. Nilai pH ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Tabel
8.5 di bawah ini.

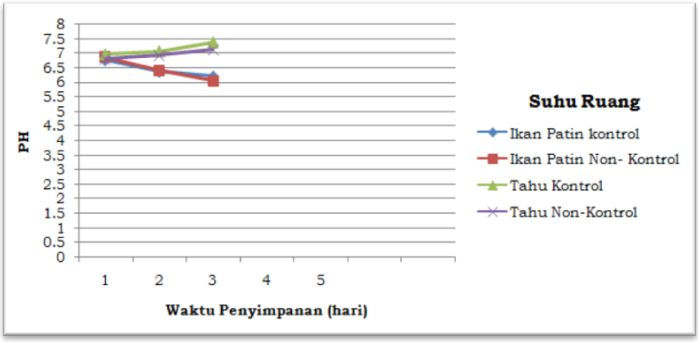
Tabel 8.5 Nilai pH ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin.

| Perlakuan | LamaPenyimpanan (Hari) | PH | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | IkanPatin | | Tahu | |
| | | Kontrol | Non-Kontrol | Kontrol | Non-Kontrol |
| Suhu Ruang | 1 | 6.75 | 6.85 | 6.95 | 6.8 |
| | 2 | 6.35 | 6.4 | 7.05 | 6.9 |
| | 3 | 6.20 | 6.05 | 7.35 | 7.1 |
| | 4 | - | - | - | - |
| | 5 | - | - | - | - |
| Suhu Dingin | 3 | 6.75 | 6 .65 | 6.15 | 6.2 |

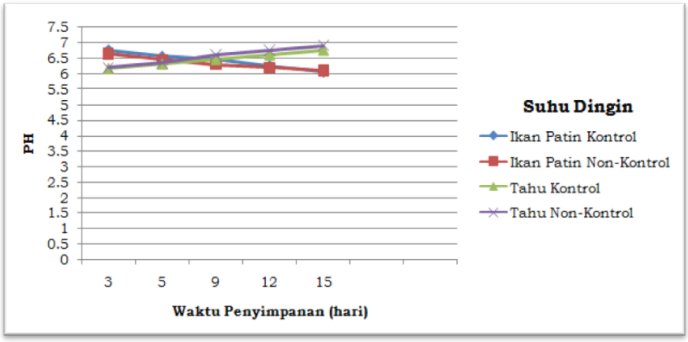
a

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 6.55 | 6.45 | | 6.35 |
| 6 | | | 6.3 | |
| | 6.45 | | 6.45 | |
| 9 | | 6.3 | | 6.6 |
| | 6.25 | | | 6.75 |
| 12 | | 6.2 | 6.6 | |
| | 6.05 | 6.1 | 6.75 | |
| 15 | | | | 6.9 |

Grafik nilai derajat keasaman (pH) ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 8.10 dan Gambar 8.11




*Gambar 8.10Grafik pH Ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu ruang*




*Gambar 8.11Grafik pH ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu dingin*

a

Pada Gambar 8.10dapat dilihat bahwa ikan patin yang dilapisi (*coating*) dengan larutan kitosan maupun tidak dilapisi (*coating*) dengan larutan kitosan yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu dingin mengalami penurunan nilai pH. Hal ini dikarenakan perlakuan dengan kitosan mampu menghambat aktivitas bakteri sehingga penguraian protein oleh bakteri menjadi terhambat sehingga peningkatan kandungan nitrogen non protein yang dapat menyebabkan akumulasi basa juga ikut terhambat. Menurut Hadiwiyoto (1993), bahwa bakteri lebih suka hidup pada kondisi netral sampai sedikit basa. Selain itu hal ini disebabkan kitosan yang digunakan dalam penelitian ini bersifat larut pada asam, yaitu asam asetat sebagai media pelarutnya. Menurut Alamsyah (2006) adanya gugus amino bebas pada kitosan menyebabkan sifat kelarutannya spesifik pada asam dan tidak larut pada pH netral.

Pada Gambar 8.11 dapat dilihat bahwa tahu yang dilapisi (*coating*) dengan larutan kitosan maupun tidak dilapisi (*coating*) dengan larutan kitosan yang disimpan dalam suhu ruang maupun suhu dingin mengalami kenaikan nilai pH. Hal ini dikarenakan semakin lama penyimpanan maka akan meningkatkan jumlah mikroorganisme, sehingga dapat menyebabkan terjadinya degradasi protein yang menghasilkan $NH_3$ yang bersifat basa sehingga pH pada tahu semakin meningkat.

**2. Tekstur**

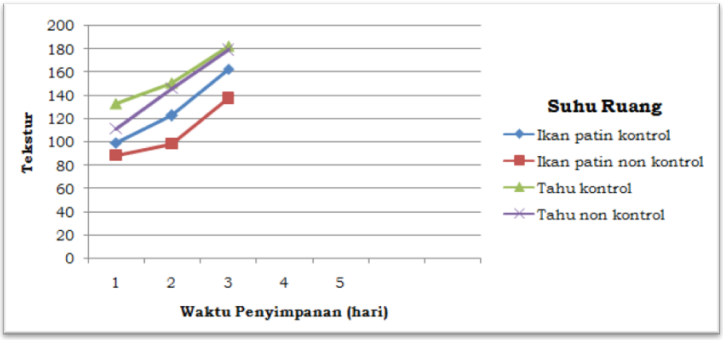
Nilai tekstur ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Tabel 8.6 di bawah ini.

Tabel 8.6 Nilai tekstur ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin.

a

| Perlakuan | Lama Penyimpanan (Hari) | Tekstur | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | IkanPatin | | Tahu | |
| | | Kontrol | Non-Kontrol | Kontrol | Non-Kontrol |
| Suhu Ruang | 1 | 99.5 | 88.3 | 133 | 111.5 |
| | 2 | 122.5 | 98.1 | 151 | 146 |
| | 3 | 163.5 | 137.5 | 182.5 | 179 |
| | 4 | - | - | - | - |
| | 5 | - | - | - | - |
| Suhu Dingin | 3 | 78 | 72.5 | 98 | 79 |
| | 6 | 89.5 | 88.5 | 114 | 89 |
| | 9 | 106 | 99.5 | 131 | 110 |
| | 12 | 162.5 | 122.5 | 181.5 | 122.5 |
| | 15 | 189 | 150 | 200.5 | 163.5 |

Grafik nilai tekstur ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 8.12 dan Gambar8.13



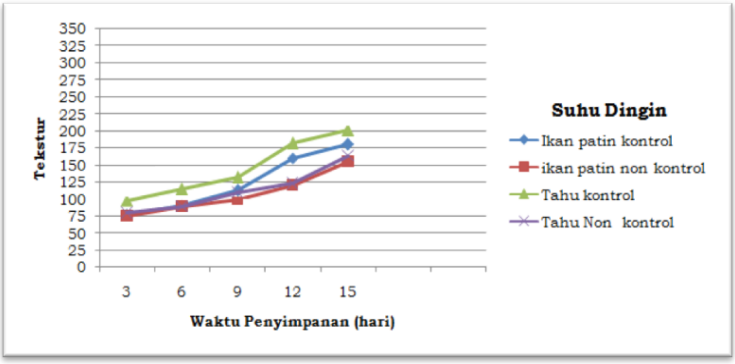

*Gambar 8.12Grafik Tekstur Ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu ruang*

a

a

Pada Gambar 8.12 dan Gambar 8.13 dapat dilihat bahwa ikan patin dan tahu yang dilapisi (*coating)* dengan larutan kitosan maupun tidak dilapisi (*coating*) dengan larutan kitosan yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu dingin semakin lama semakin meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Hal ini disebabkan banyaknya kandungan air menjadi media yang baik untuk pertumbuhan bakteri. Tahu tanpa *coating*kitosanmudah mengalami proses pelunakan yang disebabkan oleh aktivitas mikroba bakteri asam laktat yang menyebabkan tekstur tahu menjadi lunak, tidak kompak dan berlendir. Proses pelunakan tahu ini memperlihatkan bahwa tahu sudah mengalami kerusakan. Pada filet ikan patin menurut Ridwan, dkk. (2015), derajat keasaman daging yang rendah dapat menyebabkan beberapa enzim yang aktif pada kondisi asam (pH rendah) bekerja menguraikan jaringan otot daging secara enzimatis sehingga proses autolisis dapat berlangsung kemudian diikuti dengan kerja mikroba pada substrat daging untuk mempercepat pembusukan. Proses pembusukan yang terjadi pada ikan menyebabkan tekstur ikan tidak kompak dan menjadi lunak. Hal tersebut dikarenakan adanya proses autolisis yang menyebabkantimbulnya perubahan pada daging ikan, misalnya tekstur daging akan menjadi lunak dan mudah lepas dari tulangnya (Suptijah dkk., 2008)

a




***Gambar 8.13*** *Grafik Tekstur Ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu dingin*

### 3. TPC (*Total PlateCount*)

Hasil analisis rata-rata total bakteri pada fillet ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Tabel 8.7Di bawahini.Jumlah bakteri pada fillet ikan patin dan tahu yang di *coating*selama penyimpanan memiliki total bakteri yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan fillet ikan patin dan tahu yang tidak *di coating*, hal ini juga berlaku pada penyimpanan suhu ruang maupun suhu dingin. Hal ini membuktikan bahwa kitosan mempunyai kemampuan sebagai antibakteri dalam menghambat pertumbuhan mikroba. Lapisan tipis (*ediblecoating*) kitosan yang menutupi seluruh permukaan ikan dan tahu akan menghambat masuknya $O_2$dan air melalui permukaan tubuh ikan dan tahu yang mampu mengakibatkan mikroba menjadi sulit untuk berkembang. Nilai TPCfillet ikan patin dan tahu yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 8.14 dan Gambar 8.15di bawah ini :

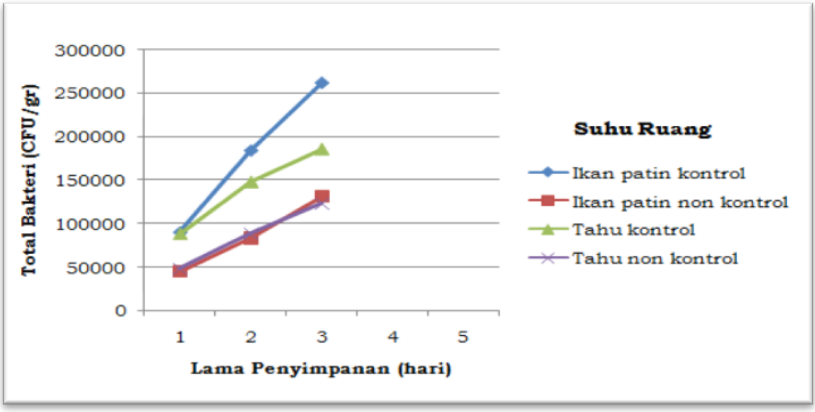
a

Tabel 8.7 Nilai TPC fillet ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin.

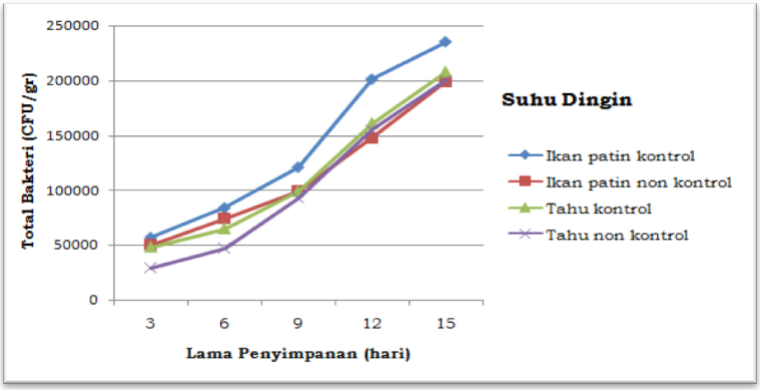
| Perlakuan | Lama Penyimpanan (Hari) | TPC | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Ikan Patin | | Tahu | |
| | | Kontrol | Non-Kontrol | Kontrol | Non-Kontrol |
| Suhu Ruang | 1 | $90x10^6$ | $45 x10^6$ | $88 x 10^6$ | $49 x 10^6$ |
| | 2 | $184 x10^6$ | $83 x 10^6$ | $148 x 10^6$ | $89 x 10^6$ |
| | 3 | $262 x10^6$ | $131 x 10^6$ | $186 x 10^6$ | $123 x 10^6$ |
| | 4 | - | - | - | - |
| | 5 | - | - | - | - |
| Suhu Dingin | 3 | $57 x 10^6$ | $50 x 10^6$ | $48 x 10^6$ | $29 x10^6$ |
| | 6 | $84 x10^6$ | $74 x 10^6$ | $65 x10^6$ | $47 x10^6$ |
| | 9 | $121x10^6$ | $99 x 10^6$ | $99 x10^6$ | $93x10^6$ |
| | 12 | $201 x 10^6$ | $148 x 10^6$ | $161 x 10^6$ | $155 x10^6$ |
| | 15 | $235 x 10^6$ | $199 x 10^6$ | $208 x10^6$ | $200 x10^6$ |

a

a




*Gambar 8.14Grafik TPC Ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu ruang*




*Gambar 8.15Grafik TPC Ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu Dingin*

a

a

Pada Gambar 8.14 dan Gambar 8.15 dapat dilihat bahwa fillet ikan patin dan tahu lebih bertahan lama pada suhu dingin, baik yang di *coating*maupun tanpa *coating*. Hal ini dikarenakan bakteri masih mampu bertahan pada suhu dingin. Mekanisme kerja secara umum adalah dengan merusak struktur- struktur utama dari sel mikroba. Muatan positif dari gugus $NH^{3+}$ pada kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif pada permukaan sel bakteri (Helander*dkk*2001). Adanya kerusakan pada dinding sel bakteri mengakibatkan pelemahan kekuatan dinding sel, bentuk dinding sel menjadi abnormal, dan pori-pori sel membesar, sehingga sel bakteri tidak mampu mengatur pertukaran zat-zat dari luar ke dalam sel dan membran sel menjadi rusak sehingga aktifitas bakteri menjadi terhambat dan bakteri akan mengalami kematian.

**4. KadarAir**

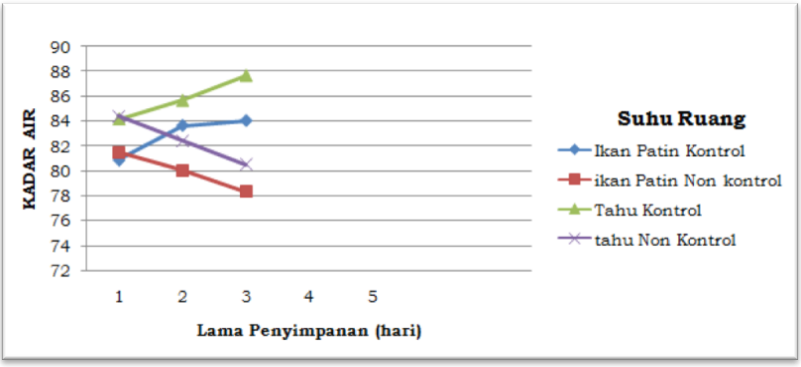
Kadar air pada fillet ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Tabel 8.8di bawah ini :

Tabel 8.8 Kadar air fillet ikan patin dan tahu pada suhu ruang dan suhu dingin.

a

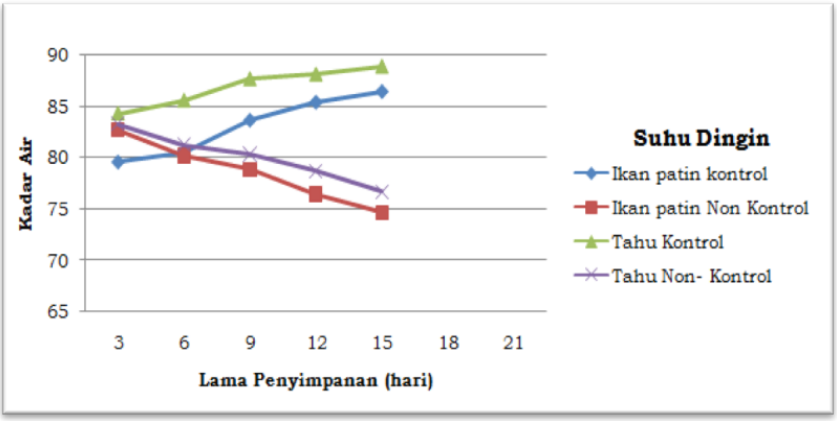
| Perlakuan | Lama Penyimpanan (Dingin) | KadarAir | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | IkanPatin | | Tahu | |
| | | Kontrol | Non-Kontrol | Kontrol | Non-Kontrol |
| Suhu Ruang | 1 | 80.87 | 81.49 | 84.16 | 84.39 |
| | 2 | 83.66 | 80.05 | 85.66 | 82.44 |
| | 3 | 84.05 | 78.32 | 8.66 | 80.50 |
| | 4 | | | | |
| | 5 | | | | |
| Suhu Dingin | 3 | 79.55 | 82.66 | 84.27 | 83.22 |
| | 6 | 80.38 | 80.17 | 85.56 | 81.22 |
| | 9 | 83.60 | 78.83 | 87.66 | 80.33 |
| | 12 | 85.34 | 76.38 | 88.11 | 78.66 |
| | 15 | 86.38 | 74.61 | 88.89 | 76.69 |

Grafik nilai kadar air ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu ruang dan suhu dingin dapat dilihat pada Gambar 8.16 dan Gambar 8.17




*Gambar 8.16 Grafik Kadar Air Ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu ruang*

a




*Gambar 8.17 Grafik Kadar Air Ikan patin dan tahu selama penyimpanan pada suhu dingin*

Pada Gambar 8.16 dan 8.17dapat dilihat bahwa ikan patin dan tahu yang dilapisi (*coating)* dengan larutan kitosan yang disimpan pada suhu ruang maupun suhu dingin mengalami penurunan terhadap nilai kadar air, akan tetapi ikan patin dan tahu yang tidak dilapisi dengan larutan kitosan mengalami kenaikan terhadap nilai kadar air. Hal ini dikarenakan kitosan mempunyai kemampuan untuk mengadsorbsi air sehingga mempengaruhi penurunan kadar air. Kadar air merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap daya tahan bahan olahan, semakin rendah kadar air maka semakin lambat pertumbuhan mikroorganisme dan bahan pangan dapat tahan lama. Semakin tinggi kadar air maka semakin cepat pula mikroorganisme berkembangbiak, sehingga proses pembusukan semakin cepat.

a

a

## DAFTAR PUSTAKA


Ahmad, M. and Khan, I. 1987.*Effect ofwaxingandcellophane lining onchemicalqualityindicesofcitrusfruit. Plant*Foods Human Nutrition 37: 47-57

Akili, M.S., U. Ahmad, dan N.E. Suyatma. 2012. Karakteristik *Edible Film* dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. Jurnal Keteknikan Pertanian. 26(1):39-46.

Amaliya, R.R. dan W.D.R. Putri. 2014. *Karakterisasi Edible Film dari Pati Jagung dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih sebagai Antibakteri.* Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.2 No.3 p.43-53

Anonim. 2003. IPPA (*International PectinProducersAssociation*). *PectinCommercialProduction*. http://www.google.com/IPPA.info.html. tanggal akses 02 Februari 2016

Astuti, Arin Widya. 2011. Pembuatan Edible Film SemirefineCarrageenan (Kajian Konsentrasi Tepung ARC dan Sorbitol)

Bourtoom,T. 2008. ReviewArticleEdiblefilmsandcoatings: characteristicandproperties. International Food ResearchJournal 15 (3):237-248(2008).

Banker, G.S. 1966. Film coating, theoryandpractice. *J. Pharm. Sci*. 55 , 81

Cohen, E., Shalom, Y. andRosenberger, I. 1990.*Posthar vestethanolbuildup andoff-flavor in 'Murcott' tangerinefruits. Journalof American SocietyofHorticulturalandScience*. 115 (5):775–778.

Colla,E;P.J.ASobral; and F.C.M Menegalli. 2006. EffectOfCompositeEdibleCoatingFromAmaranthusCruentusFlourAndStearicAcid On RefrigeratedStrawberry (FragariaAnanassa) Quality. 36:249-254 (2006).

Cuppet, S.L. 1994. Ediblecoatings as carriersoffoodadditives, fungicidesandnaturalsantagonists. In: Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo M (Eds.) EdibleCoatingsandFilmstoImprove Food Quality. Technomic Pub. Co., Lancaster, PA, pp. 121 – 137

Cuq, B., N. Gonthard, J.L. Cuq, and S. Guilbert. 1996. *FunctionalPropertiesofMyofibrillar Protein-BasedBiopacking as Affectedby Film Thickenes*. Journalof Food Science. 61(3)

Dangaran, K., Peggy M., Tomasula, andPhoebeQi. *EdibleFilmsandCoatingsfor Food Applications.* Ebook. Chapter 2: 30

Davies, D. H., Elson, C. M. andHayes, E. R. 1989. N,O-


a

a

carboxymethylchitosan, a newwatersolublechitinderivative. In Skjak-Braek, G., Anthosen, T. AndSandford, P. (Eds.). *ChitinandChitosan: Source, Chemistry, Biochemistry, PhysicalProperties, andApplication*, p. 467-472. New York: ElsevierAppliedScience.

Debeaufort, F., Martin-Polo, M. andVoilley, A. 1993.*Polarity homogeneityandstructureaffectwatervaporpermeabilityof model ediblefilms. Journalof Food Science.* 58:426-434.

Debeaufort, F. and A. Voilley. 2009. *EdibleFilmsandCoatingsfor Food Applications.* Ebook. Chapter 5: 138–149.

Diredja, D., 1996. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Sodium Karboksimetilselulosa terhadap Karakteristik Edible film dari Protein Bungkil Kedelai.* Fateta: IPB

Donhowe, I. G. and O.R. Fennema. 1993. *The effectsofplasticizersoncrystallinity, permeability, andmechanicalpropertiesofmethylcellulosefilms*. *Journalof Food ProcessingandPreservation*. 17:247-257

Donhowe, I.G. and O.R. Fennema. 1993b. The effectsofplasticizersoncrystallinity, permeabilityandmechanicalpropertiesofmethylcellulosefilms. *J. Food ProcessPreserv*. 17: 247 – 258

Donhowe, I.G. and O.R. Fennema. 1994. Ediblefilmsandcoatings: characteristics, formation, definitionsand testing methods. In: Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo M (Eds.) EdibleCoatingsandFilmstoImprove Food Quality, Technomic Pub. Co, Lancaster, PA, pp. 1 –21

El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. andBoulet,M. 1991a. *Chitosancoatingeffectonstabilityoffreshstrawberries*. Journalof Food Science 57:1618-1620.

El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. andBoulet, M.1991b. *Use ofchitosancoatingtoreducewaterlossandmaintainqualityofcucumberandb ellpepperfruits*. Journalof Food Processingand Preservation15: 359-368.

Elson, C. M. andHayes, E. R. 1985. Development ofthedifferentiallypermeablefruitcoatingNutri-Save® forthemodifiedatmospherestorageoffruit. Proceedingsofthe 4th National ControlledAtmosphereResearchConference: ControlledAtmosphereforStorageand Transport ofPerishableAgriculturalCommodities, p. 248-262. Raleigh,North

a

a

Carolina.

Fellow. P. 2003. Food Processing Technology. New York: WhoodheadPublishingLimited

Fishman, M.L., D.R. Coffin., J.J. Unruh, and T. Ly. 1996. Pectin/Starch/GlycerolFilms: BlendsorComposites?. Pure Appl. Chem. A33(5):639-654.

Galietta, G., Di Gioia, L., Guilbert, S., andCuq, B., 1998. *MechanicalandThermomechanicalPropertiesofFilmsBasedonWheyProteins as AffectedbyPlasticizerandCrosslinkingAgents*. J. DairySci, Vol 81: 3123-3130.

Garcia, M.A., M.N. Martino and N.E. Zaritzky. 2000. *Lipid Addition To ImproveBarrierPropertiesOfEdible Film Starch-Based Film andCoatings.* J.FoodScience. 65 (6):941-947.

Gennadios, A. and C.L. Weller. 1992. *Tensilestrengthincreaseofwheat gluten films.* ASAE paper no. 92- 6517. In International Winter MeetingAmericanSocietyofAgriculturalEngineers, December 15-18, 1992. Nashvill, TN.

Ghasemzadeh,Raheleh;AhmadKarbassi; dan Hamid Bahador Ghoddousi.2008. ApplicationOfEdibleCoating For ImprovementOfQualityAndShelf- Life OfRaisins.WorldAppliedSciencesJournal 3(1):82-87,2008.

Gontard, N., S. Guilbert, and J. L. Cuq. 1992. *Ediblewheat gluten film: Influenceofthe main processvariableon film propertiesusingresponsesurfacemethodology*. *Journalof Food Science*. 57: 190-195.

Gontard, N., S. Guilber, and J.L. Cuq. 1993. Water andglycerol as plasticizersaffecmechanicalandwatervapourbarrierpropertiesofanediblewheat gluten film. J. Food Sci. 58, 1: 206 – 211

Guerrero, P. 2010. *MechanicalandThermalPropertiesof Soy Protein Film ProcessbyCastingandCompression*. Journalof Food Engineering, Vol. 16, No. 6,pg. 145-151.

Guillen, M.C.G., B. Gimenez., M. E. L. Caballeroand M.P. Montero. 2011. *Functionalandbioactivepropertiesofcollagenand gelatin fromalternativesources. Food Hydrocolloids.* 25: 1813-1827.

Hagenmaier, R. D. andBaker, R. A. 1993. *Reduction in gasexchangeofcitrusfruitbywaxcoatings. JournalofAgriculturaland Food Chemistry*. 41 (2): 283-287.

Han, Jung H.2005. Innovations in Packaging. Food Scienceand Technology, International Series

a

a

Haryono., D.S. Pertiwi., D.I. Susanto dan D. Ismawati. 2014. Pengambilan Pektin Dari Ampas Wortel Dengan Ekstraksi Menggunakan Pelarut HCl Encer. Jurnal Teknik Kimia. Institut Teknologi Nasional. 4(15):1-5

Hawa, L.T., I. Thohari, dan L.E. Radiati. 2013. *Pengaruh pemanfaatan jenis dan konsentrasi lipid terhadap sifat fisik edible film komposit whey-porang*. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan 23 (1): 35–43. Fakultas Peternakan UB, http://jiip.ub.ac.id/

Hernandez, E. 1994. *Ediblecoatingfromlipidsandresins.* In Krochta, J. M., Balwin, E. A. andNiperos-Carriedo, M. O. (Eds.). *EdibleCoatingsandFilmstoImprove Food Quality*, p. 279-303. Lancaster. Basel:TechnomicPublishing.

Hidaka, S. and S.Y. Liu. 2003. *Effects of gelatins oncalciumphosphateprecipitation: a possible application fordistinguis hingbovine bone gelatin fromporcineskin gelatin. Journalof Food CompositionandAnalysis*. 16:477-483.

Huri, Daman dan Fithri Choirun Nisa. 2014. *Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film*". *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2 No 4.

Irianto, Eko Harianto;Muhammad Darmawan; dan Endang Mindarwati.2006. Pembuatan Edible Film Dari Komposit Karaginan, Tepung Tapioka Dan Lilin Lebah (Beeswax). Jurnal pascapanen dan bioteknologi kelautan dan perikanan Vol 1 No.2, Desember2006.

JIS(Japanesse Industrial Standard) 2 1707. 1975. JapaneseStandardsAssociation.

Juliyarsi, I., Melia S., dan Sukma, A. 2011. *The QualityofEdible Film byUsingGlicerol as Plasticizer*. Pakistan JournalofNutrition 10 (9): 884-887.

Kamper, S. L. and O.N. Fennema. 1984. *Water vaporpermeabilityofanediblefattyacid, bilayerfilms. Journalof Food Science*. 49: 1482-1485.

Kaplan, D. L., Mayer, J. M., Ball, D., McCassie, J., Allen,A. L. andStenhouse, P. 1993. *Fundamental ofbiodegradablepolymer*. In Ching, C., Kaplan D.,andThomasE.(eds.).*BiodegradablePolymersandPackaging*,p.1-42. Lancaster: TechnomicPublishing.

Ke, D. and Kader, A. A. 1990. *Toleranceof 'Valencia'orangestocontrolledatmospheres as determinedbyphysiologicalresponsesandqualityattributes.Journalof American SocietyofHorticulturalandScience*. 115(5): 770–783.

a

Kester, J. J. and O.R. Fennema. 1986. Ediblefilmsandcoatings: A review. Food Technology 40 (12): 47-59.

Krochta, J.M., E.A. Baldwin dan M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *EdibleCoatingand Film toImprove Food Quality*. TechnomicPiblishing Company. NewYork

Krochta, J. M. and C.D. Mulder-Johnston. 1997. *Edibleandbiodegradablepolymerfilms:* challengesandopportunities. Food Technology 51(2): 61-74

Krull, L. H. andInglett, G. E. 1971. *Industrial usesof gluten. CerealScienceToday.* 16(8): 232-261.

Lindriati, T., Y.Praptiningsih, dan D.F.Wijayanti. 2014. Karakteristik Fisis Gel *Edible Film* yang Dibuat dengan Variasi pH dan Rasio Kasein dan Tapioka. *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 15 No.1 : 51-58

Lalopua,Vonda M.N.2004. Pembuatan Edible Film Kalsium Alginat dari Sargassumsp. Jurnal Teknologi Hasil Perikanan. Vol.3, No.1, Januari 2004:35-40.

Maruddin, F., A. Ako, Hajrawati, dan M. Taufik. 2016. Pengaruh Kombinasi Whey dan Kasein sebagai Bahan Dasar Pembuatan *Edible Film* terhadap Karakteristik *Edible Film*. Seminar Nasional Peternakan 2, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar.

McHugh, T. H and J. M. Krochta, 1994. *PermeabilityPropertiesofEdible Film*, dalam Krochta, J.M.,E.A. Baldwinand M.O. Nisperos – Carriedo (Eds), *EdibleCoatingand Film toImprove Food Quality*, TechnomicPulb. Co. Inc, Lancester,Basel.

Meriatna. 2008. *Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Crom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*.

Murni, Sri Wahyu, dkk. 2013. *Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (ZeaMaysL.) dan Kitosan*. Jurnal Pengembangan Teknologi Kimia Untuk PengelohanSumber Daya AlamIndonesia.

Murdinah, M. Darmawan, dan D. Fransiska. 2007. Karakteristik *Edible Film* dari Komposit Alginat, Gluten, dan Lilin Lebah (Beeswax). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* Vol. 2 No. 1

Muzzarelli, R. A. A. 1996. *Chitosan-baseddietaryfoods.CarbohydratePolymer*29:309-316.

Nemet, N.T., V.M. Soso dan V.L. Lazic. 2010. *EffectofGlycerolcontentandpHvalueof film-*

a

*formingsolutiononthefunctionalpropertiesof protein-basededible film.* APTEFF 41:57-67.

Oses, J., I. Fernandez-Pan., M. Mendozaand J.I. Mate. 2009. *StabilityoftheMechanicalPropertiesofEdibleFilmsBasedonWhey Protein IsolateDuringStorageatDifferentRelativeHumidity*. Food Hydrocolloids. 23:125-131.

Panyam, D.and A. Kilara. 1996. Enhancingthefunctionalityoffoodproteinsbyenzymaticmodification. Trends in Food SciTech 7: 120 –125

Pavlath, A.E. and W. Orts. 2009. *EdibleFilmsandCoatingsfor Food Applications.* Ebook. Chapter 1: 2

Perina, I., Satiruiani., F.E. Soetaredjo, H. Hindarso. 2007. Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. Widya Teknik. 6 (1):1-10

Rizqi, A.N., B. Susilo dan R. Yulianingsih. 2015. Pengaruh Pre-Treatment Bahan Baku dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Pektin Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca*). Jurnal Bioproses Komoditas Tropis. 1(3):58-67

Rodríguez. M., O. Javier, S. Khalid and Mate Juan I. 2006. *CombinedEffectofPlasticizerandSurfactantsonthePhysicalPropertiesof Starch BasedEdibleFilms.* Food Research International 39 : 840-846.

Rofikah., W. Pratjojo, dan W. Sumarni. 2014. Pemanfaatan Pektin Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiacaLinn*) untuk Pembuatan *Edible Film*. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Negeri Semarang. Indonesian Journalof Chemical Science. 3(1):17-21.

Rukmana, R. Dan Oesman, Yuyun Y. 2000. *Kacang Tunggak*. Yogyakarta : Kanisius.

Sandford, P. A. 1989. Chitosan: commercialusesandpotentialapplication. In Skjak-Braek, G., Anthosen, T. andSandford, P. (Eds.). *ChitinandChitosan:Source, Chemistry, Biochemistry, PhysicalProperties,andApplication*, p. 51-69. New York: ElsevierAppliedScience.

Silvia, dkk. 2014. *Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan Sebagai Pengawet Ikan Kembung dan Ikan Lele*. Jurnal Teknik Kimia USU, Volume 3, No. 4.

Suarni, I.U., Firmansyah, dan M. Aqil. 2013. *Keragaman Mutu Pati Beberapa*

a

a

*Varietas Jagung*. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol. 32 No. 1 2013

Sutanto, N. 1998. *Pembentukan Film Edible dari campuran CMC, MC, Lilin Lebah, dan Protein Bungkil Kedelai dengan Polietilen Glikol sebagai Plastisiser*. ITB : Bogor.

Syarief, R., Sentausa, S., Isyana, St. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Pusat Antar Pangan dan Gizi. Bogor.

Skurtys;O. Acevedo; Cpedreschi; F.Enrione;J.Osorio; dan F.Aguilera. 2011. Food HydrocolloidEdibleFilmsandCoatings. Universidadde Santiago deChile.

Swaisgood, H.E. 1993. Reviewandupdateofcaseinchemistry. *J Dairy*Sci 76: 3054–3061

Swaisgood, H.E. 1996. Characteristicsofmilk. In: Fennema O. (ed) Food chemistry. Marcel Dekker, New York, NY, p 1067

Swastawati, Fronthea;ImaWijayanti;dan Eko Susanto.2008. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Menjadi EdibleCoating Untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan. Universitas Diponegoro. Volume 4 No.4, Desember 2008.

Whistler, R. L. and Daniel, J. R. 1985. Carbohydrate. In Fennema, O. R. (Ed.). Food Chemistry, p. 69. New York: Marcel Dekker.

Xu, X.Y., Kim, K.M., Hanna, M.A. andNag, D. 2005. Chitosan-starchcomposite film: preparationandcharacterization. Industrial CropsandProductsan International Journal 21:185-192

Yulianti. R dan E. Ginting. 2012. *Perbedaan karakteristik fisik edible film dari umbi-umbian yang dibuat dengan penambahan plasticizer.* Balai penelitian tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 31( 2): 131-136.

a

a

## DAFTAR INDEX


Amilosa, 10, 12
Analgesik, 8
*Antitumoregenic*, 8
Asam malat, 4
Asam Pektat, 3
Asam Pektinat, 3
Bakteri, 15, 16, 20, 22, 24, 25, 27
Biodegradable, 1, 8, 10, 30
*Biokompatibel*, 8
*Coating*, 1, 3, 6, 9, 13, 15, 16, 18, 10, 11, 12, 14, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, See
Demineralisasi, 8
Deproteinasi, 8
*Edible film*, 1, 3, 6, 16, 17, 18, 19, 28, 30
Ekstraksi, 5, 11, 31
Gelatin, 15
*Gellingagent*, 3, 4
Gliserol, 12, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 30
Gluten Gandum, 16
Gula Reduksi, 16
Hidrokoloid, 1, 6, 3
Kadar Air, 25, 26
Kasein, 17, 30, 31
Kekuatan Renggang Putus, 6
Ketahanan Dalam Air, 6
Kitin, 6
Kitosan, 6, 7, 8, 9, 1, 2, 18, 31, 32
komposit, 1, 6, 18, 19, 29
Laju Transmisi Uap Air, 6
Marmalade, 4
Nilai pH, 10, 18
Organoleptik, 1
Pati, 10, 11, 12, 18, 20, 23, 25, 27, 32
Pektin, 3, 4, 6, 10, 16, 31


a

*Plasticizer*, 10, 18, 2, 5, 8, 29, 30, 31
Plastik kemasan, 1
Polimer, 3, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 18, 2, 5, 6
Polisakarida ya, 3
Protein Jagung, 16
Protein Kedelai, 16
*ShellacResins*, 13
Sifat mekanik, 5
Tekstur, 12, 20, 21
*Total PlateCount*, 14, 22
Water Resistance, 6
Wax Alami, 13

a