

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KEPITING MENJADI  
KITOSAN SEBAGAI BAHAN PELAPIS ( *COATER* ) PADA BUAH  
STROBERI**



**TESIS**

**Untuk memenuhi persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-2**

**Oleh:**

**HARIANINGSIH      NIM: L4C 008 009**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK KIMIA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2010**

## ABSTRAK

Kitosan adalah salah satu bahan yang bisa digunakan untuk *coating* buah stroberi. Tujuan penelitian ini adalah : mengkaji pengaruh laju pengeringan terhadap kadar air stroberi, kadar gula reduksi selama penyimpanan, pengaruh suhu penyimpanan terhadap penyusutan massa stroberi, jumlah *total plate count* (TPC). Cara percobaan yaitu stroberi dipotong – potong dengan diameter kurang lebih 3 cm dan massa 0,53 gr, potongan stroberi dicelupkan dalam larutan kitosan (1% ,1,5%, 2%, 2,5%) selama satu jam, kemudian dikeringkan pada suhu 30°C. Kadar air stroberi dan kandungan gula reduksi diamati sampai dengan 7 hari dengan suhu penyimpanan 10°C, 30°C dan 45°C. Derajat deasetilasi kitosan yang digunakan untuk *coating* buah stroberi pada percobaan ini sebesar 77,84%, BM  $8,75 \times 10^3$ , kadar air 2,35%, kadar abu 0,46%, kadar nitrogen 7,69%, berwarna kuning kecoklatan, ukuran partikel 5 mesh, dan kadar protein 10,41%. Hasil yang diperoleh Laju pengeringan berkisar antara 786 sampai dengan 2825,16 gr air yang teruapkan /m<sup>2</sup> jam. Perlakuan *coating* menggunakan kitosan dapat memperkecil penyusutan massa stroberi selama penyimpanan, hal ini disebabkan karena adanya *coating* pada permukaan stroberi dapat menahan laju transmisi air agar dapat tertahan sementara untuk tidak keluar dari stroberi. Kadar gula reduksi pada stroberi dengan kitosan 1% (7,36%) ; 1,5% (7,46%) , 2,0% (8,02%), 2,5% (8,11%). Penyusutan massa paling besar terjadi pada suhu 45°C dan terendah pada suhu 10°C. Nilai TPC dari perlakuan memperlihatkan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroba. Pada perlakuan *stroberi* tanpa *coating*, *coating* kitosan 1%, 1,5% dan 2% jumlah mikroba sampai dengan hari ke tujuh tidak dapat dihitung karena jumlah terlalu banyak. Penambahan *coating* kitosan 2,5% menunjukkan adanya peningkatan kemampuan penghambatan terhadap pertumbuhan mikroba. Mikroba antara 4.940 sampai dengan 9.887 log CFU/gr.

## ABSTRACT

Chitosan is a substance which could be used as a coating on strawberry. The aim of this study is to examine the influence of drying rate on water content of strawberry, the reduction sugar content during storage, the influence of storage temperature, and the total plate count (TPC). Concentration of chitosan used in this research is varied from 1%, 1,5%, 2%, 2,5% w/v, storage duration is 7 days, and the storage temperature ranging from 10, 30, and 45°C. Characteristics of chitosan used on coating strawberry in this research are as follows : deacetylation degree 77,84%,  $8,75 \cdot 10^3$  molecular weight, 2,35% water content, 0,46% ash, 7,69% nitrogen, particle size 5 mesh, 10,41% protein, and yellow-brown in appearance.

The results of this study are as follows : the drying rate is ranging from 786 to 2825,16 g water/m<sup>2</sup>hour. Coating strawberry with chitosan will decrease mass losses of those during storage. This is probably due to the effect of coating on strawberry surface which will restrain the migration rate of water temporarily within the fruit. Reduction sugar content of strawberry obtained with 1%, 1,5%, 2,0%, 2,5% chitosan are 7,36%, 7,46%, 8,02%, and 8,11%, respectively. The highest mass losses is obtained on 45°C temperature; while the lowest is obtained on 10°C. Strawberry without *coating*, *coating* chitosan 1%, 1,5% dan 2% until seven days have not unpreciditable microba but with *coating* chitosan 2,5% ranging microba from 4.940 to 9.887 log CFU/gr

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Buah stroberi merupakan salah satu produk hortikultura dengan prospek yang cukup baik. Pada umumnya, stroberi dipasarkan pada suhu ruang. Cara pemasaran ini akan berpengaruh pada kecepatan penurunan kualitas buah dan masa simpannya, serta berpengaruh pada ketersediaan dan pemasaran buah. Setelah dipanen, buah stroberi masih mengalami proses pengangkutan dan penyimpanan sering. Pada proses ini terjadi metabolisme dengan menggunakan cadangan makanan yang terdapat di dalam buah. Berkurangnya cadangan makanan tersebut tidak dapat digantikan karena buah sudah terpisah dari pohonnya, sehingga mempercepat proses hilangnya nilai gizi buah dan mempercepat proses senesen ( Willes, 2000).

. Tingkat kerusakan buah yang lain dipengaruhi oleh difusi gas ke dalam dan luar buah yang terjadi melalui lentisel yang tersebar di permukaan buah, dan secara alami dihambat oleh lapisan lilin yang terdapat di permukaan buah (Kinzel, 1992). Lapisan lilin tersebut dapat berkurang atau hilang akibat pencucian yang dilakukan pada saat penanganan pasca panen.

Salah satu metode yang digunakan untuk menghambat proses metabolisme pada buah adalah dengan cara penyimpanan atmosfer terkendali. Metode ini memerlukan biaya yang tinggi. Metode lain yang lebih praktis adalah dengan meniru mekanisme atmosfer termodifikasi, yaitu dengan penggunaan bahan pelapis (*coating*) (Krochta, 1992). *Edible coating* adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan pencoklatan buah dapat diperlambat. Lapisan yang ditambahkan di permukaan buah ini tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama buah. Kitosan adalah salah satu bahan yang bisa digunakan untuk

*coating* buah, yang merupakan polisakarida berasal dari limbah kulit udang-udangan (*Crustaceae*, kepiting dan Kepiting / *Crab*). Kitosan mempunyai potensi yang cukup baik sebagai pelapis buah-buahan, misalnya pada tomat (Ghaouth dkk., 1991) dan leci (Dong dkk, 2003). Sifat lain kitosan adalah dapat menginduksi enzim *chitinase* pada jaringan tanaman. Enzim ini dapat mendegradasi kitin, yang menjadi penyusun utama dinding sel fungi, sehingga dapat digunakan sebagai fungisida (Ghaouth dkk., 1991).

Beberapa penelitian lain sehubungan dengan pelapisan buah (*coating*) stroberi menggunakan kitosan sudah dilakukan antara lain oleh Sapers, 1992, mengamati bahwa dengan penambahan 200 ppm- 1000ppm kerusakan stroberi dapat dihambat. Kelemahan penelitian ini tidak ada penjelasan mengapa dosis kitosan optimum yang bisa digunakan pada stroberi. Ghaouth (1992) mengamati mikroba yang terdapat pada *coating* stroberi dengan kitosan dengan penambahan karboksimetil kitosan, kelemahan penelitian ini karena penambahan karboksimetil kitosan yang semakin lama semakin mengering akan mempercepat kematangan stroberi bagian dalam, produksi jadi lebih mahal dan tidak aman dikonsumsi tubuh.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Penelitian tentang pelapisan buah (*coating*) stroberi menggunakan kitosan yang sudah dilakukan masih mempunyai kelemahan antara lain belum adanya kepastian dosis optimum kitosan yang bisa digunakan untuk pelapis, mempercepat proses pematangan stroberi, biaya produksi yang masih mahal, dan tidak aman untuk dikonsumsi tubuh. Penelitian kali ini dilakukan untuk memperoleh spesifikasi kitosan yang aman dikonsumsi oleh tubuh dengan biaya yang murah serta membuat stroberi lebih tahan lama..

### **1.3. Tujuan penelitian**

- a. Mengkaji pengaruh konsentrasi terhadap laju pengeringan.
- b. Mengkaji pengaruh konsentrasi kitosan sebagai *coating* terhadap kadar gula reduksi selama masa penyimpanan.
- c. Mengkaji pengaruh suhu penyimpanan terhadap penyusutan massa stroberi.
- d. Mengkaji kandungan *Total Plate Count* (TPC) stroberi selama penyimpanan.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain mengurangi limbah budidaya kepiting dan meningkatkan nilai ekonomis limbah cangkang kepiting. Para petani, distributor dan pedagang stroberi mendapat manfaat antara lain peningkatan pendapatan karena stroberi yang dipanen lebih tahan lama, serta bagi konsumen mendapatkan stroberi dengan kualitas bagus dan harga yang murah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Limbah Cangkang Kepiting**

Sebagai negara maritim, Indonesia mempunyai potensi hasil perikanan laut yang sangat berlimpah, namun potensi ini masih belum bisa dimanfaatkan secara optimal. Menurut data Dirjen perikanan, total potensi ini diperkirakan sebesar 7,2 juta ton/tahun, dan yang bisa dimanfaatkan baru sekitar 40% atau 2,7 juta ton/tahun.

Salah satu potensi ini adalah kepiting yang saat ini merupakan komoditas ekspor unggulan hasil perikanan, khususnya ekport ke Jepang, Uni Eropa dan Amerika Serikat. Menurut data BPS, nilai ekspor kepiting ini pada tahun 1993 mencapai 1,042 milyar dolar US, dan nilai ini selalu meningkat dari tahun ke tahun (2) . Sebagian besar, kepiting ini diekspor dalam bentuk kepiting beku tanpa kepala dan kulit. Produksi kepiting yang diekspor pada tahun 1993 sebanyak 442,724 ton dalam bentuk tanpa kepala dan kulit, sedangkan yang dikonsumsi dalam negeri diperkirakan jauh lebih banyak. Dengan demikian jumlah hasil samping produksi yang berupa kepala, kulit, ekor maupun kaki kepiting yang umumnya 25-50 % dari berat, sangat berlimpah. Hasil samping ini, di Indonesia belum banyak digunakan sehingga hanya menjadi limbah yang mengganggu lingkungan, terutama pengaruh pada bau yang tidak sedap dan pencemaran air (kandungan BOD 5 , COD dan TSS perairan disekitar pabrik cukup tinggi).

Kepiting mengandung persentase kitin paling tinggi (70%) diantara bangsa-bangsa krustasea, insekta, cacing maupun fungi. Kitin yang terkandung inilah yang nantinya dideasetilasi sehingga menjadi kitosan.

## 2.2. Kitosan

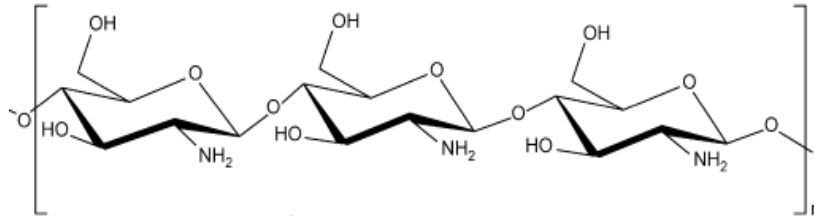
### 2.2.1. Pengertian Kitosan

Kitosan merupakan salah satu polisakarida kationik alami yang diperoleh dari deasetilasi kitin yang banyak terdapat di alam. Kitin dapat diperoleh dari *crustacean* atau berbagai fungi. Kitin merupakan bentuk molekul yang hampir sama dengan selulosa, yaitu suatu bentuk polisakarida yang dibentuk dari molekul-molekul glukosa sederhana yang identik. Ornum (1992) menjelaskan bahwa kitin merupakan polimer linier yang tersusun oleh 2000-3000 monomer n-asetil D-glukosamin dalam ikatan  $\beta(1-4)$  atau 2-asetamida-2-deoksi-D-glukopiranol dengan rumus molekul  $(C_8H_{13}NO_5)_n$ . Kitin mudah mengalami degradasi secara biologis, tidak beracun, tidak larut dalam air, asam anorganik encer, dan asam-asam organik, tetapi larut dalam larutan dimetil asetamida dan litium klorida (Kurita, 1998). Proses produksi kitosan (dari sebelum terbentuknya kitin) meliputi demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Demineralisasi dilakukan dengan menggunakan larutan asam encer yang bertujuan untuk menghilangkan mineral yang terkandung dalam bahan baku. Deproteinasi dilakukan dengan menggunakan larutan basa encer untuk menghilangkan sisa-sisa protein yang masih terdapat dalam bahan baku. Janesh (2003) mengelompokkan kitosan berdasarkan BM dan kelarutannya sebagai berikut :

- Kitosan larut asam dengan BM 800.000 sampai 1.000.000 Dalton
- Kitosan mikrokristalin (larut air) dengan BM sekitar 150.000 Dalton
- Kitosan nanopartikel dengan BM 23.000 Dalton sampai 70.000 Dalton, yang dapat berfungsi sebagai imunomodulator.

Kitosan dapat ditemukan secara alami pada dinding-dinding sel filamen dan yeast karena deasetilasi enzimatis. Kitosan tidak larut di dalam air, alkali pekat, alkohol dan aseton, tetapi larut dalam asam lemah seperti asetat dan formiat. Asam organik seperti asam hidrokloride dan asam netral dapat melarutkan kitosan pada pH tertentu dalam keadaan hangat dan pengadukan lama,

tetapi hanya sampai derajat terbatas. Struktur kimia kitosan dapat kita lihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Struktur Kitosan

Karena kondisi ekstrim yang digunakan pada saat proses deasetilasi kitosan mempunyai rantai yang lebih pendek dibandingkan kitin. Oleh karena itu, jika kitosan dilarutkan dalam asam encer, viskositasnya bervariasi menurut berat molekul dan derajat deasetilasinya.

Kitosan dapat mengalami depolimerisasi selama penyimpanan yang lama dengan suhu tinggi. Depolimerisasi thermal kitosan maksimal terjadi pada suhu 280 °C. Degradasi enzimatis terhadap kitosan dapat dilakukan untuk enzim kitonase.

### 2.2.2 Sifat Fisik dan Kimia Kitosan

Sifat dan penampilan produk kitosan dipengaruhi oleh perbedaan kondisi, seperti jenis pelarut, konsentrasi, waktu, dan suhu proses ekstraksi. Kitosan berwarna putih kecoklatan. Kitosan dapat diperoleh dengan berbagai macam bentuk morfologi diantaranya struktur yang tidak teratur, bentuknya kristalin atau semikristalin. Selain itu dapat juga berbentuk padatan amorf berwarna putih dengan struktur kristal tetap dari bentuk awal chitin murni. Chitin memiliki sifat biologi dan mekanik yang tinggi diantaranya adalah biorenewable, biodegradable, dan biofungsional. Kitosan mempunyai rantai yang lebih pendek daripada rantai kitin. Kelarutan kitosan dalam larutan asam serta viskositas larutannya tergantung dari derajat deasetilasi dan derajat degradasi polimer. Terdapat dua metode untuk

memperoleh kitin , kitosan dan oligomernya dengan berbagai DD, polimerisasi, dan berat molekulnya (BM) yaitu dengan kimia dan enzimatis.

Suatu molekul dikatakan kitin bila mempunyai derajat deasetilasi (DD) sampai 10% dan kandungan nirogennya kurang dari 7%. Dan dikatakan chitosan bila nitrogen yang terkandung pada molekulnya lebih besar dari 7% berat dan DD lebih dari 70% (Muzzarelli,1985).

Kitosan kering tidak mempunyai titik lebur. Bila disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama pada suhu sekitar 100 °F maka sifat keseluruhannya dan viskositasnya akan berubah. Bila kitosan disimpan lama dalam keadaan terbuka maka akan terjadi dekomposisi warna menjadi kekuningan dan viscositasnya berkurang. Suatu produk dapat dikatakan kitosan jika memenuhi beberapa standar seperti tertera pada Table 2.1.

Table 2.1. Standard Kitosan

Deasetilasi	$\geq 70$ % jenis teknis dan $> 95$ % jenis pharماسikal
Kadar abu	Umumnya $< 1$ %
Kadar air	2 – 10 %
Kelarutan	Hanya pada pH $\leq 6$
Kadar nitrogen	7 - 8,4 %
Warna	Putih sampai kuning pucat
Ukuran partikel	5 ASTM Mesh
Viscositas	309 cps
E.Coli	Negatif
Salmonella	Negatif

Sumber : Muzzarelli (1985) dan Austin (1988)

Dua faktor utama yang menjadi ciri dari kitosan adalah viskositas atau berat molekul dan derajat deasetilasi. Oleh sebab itu, pengendalian kedua parameter tersebut dalam proses pengolahannya akan menghasilkan kitosan yang bervariasi dalam penerapannya di berbagai bidang. Misalnya kemampuan kitosan membentuk gel dalam N-methyl morpholine-N-oxide, belakangan ini telah dimanfaatkan untuk formulasi obat. Derajat deasetilasi dapat didefinisikan sebagai rasio 2-amino-2-deoxy-D-glucopiranososa dan 2-acetamido-2-deoxy-D-glukopyranose, dan menunjukkan sejauh mana proses deasetilasi berjalan. Derajat deasetilasi dan berat molekul berperan penting dalam kelarutan kitosan, sedangkan derajat deasetilasi sendiri berkaitan dengan kemampuan kitosan untuk membentuk interaksi isoelektrik dengan molekul lain (Wibowo, 2006). Kitosan dapat berinteraksi dengan bahan-bahan yang bermuatan, seperti protein, polisakarida, anionik, asam lemak, asam empedu dan fosfolipid. Kitosan larut asam dan larut air mempunyai keunikan membentuk gel yang stabil dan mempunyai muatan dwi kutub, yaitu muatan negatif pada gugus karboksilat dan muatan positif pada gugus NH (Kumar, 2000). Menurut Wibowo (2006), kelarutan kitosan dipengaruhi oleh tingkat ionisasinya, dan dalam bentuk terionisasi penuh, kelarutannya dalam air meningkat karena adanya jumlah gugus yang bermuatan.

Pada pH asam, kitosan memiliki gugus amin bebas ( $-NH_2$ ) menjadi + bermuatan positif untuk membentuk gugus amin kationik ( $NH_3^+$ ). Sehingga, dapat diketahui bahwa sifat larutan kitosan akan sangat tergantung pada dua kondisi di atas, yaitu berbentuk amin bebas  $-NH_2$  atau amina bermuatan positif  $+NH_3$ . Kitosan yang dilarutkan dalam asam maka secara proporsional atom hidrogen dari radikal amina primernya akan lepas sebagai proton, sehingga larutan akan bermuatan positif, dan bila ditambahkan molekul lain sebagai pembawa muatan negatif, maka akan terbentuklah polikationat, dan kitosan akan menggumpal. Sebagai contoh, natrium alginat (molekul pembawa bermuatan negatif) dan

larutan-larutan bervalensi dua (sulfat, fosfat atau polianion) dari ion mineral atau protein dapat membentuk senyawa kompleks dengan kitosan.

Sebagai antibakteri, kitosan memiliki sifat mekanisme penghambatan, dimana kitosan akan berikatan dengan protein membran sel, yaitu glutamat yang merupakan komponen membran sel. Selain berikatan dengan protein membraner, kitosan juga berikatan dengan fosfolipid membraner, terutama fosfatidil kolin (PC), sehingga meningkatkan permeabilitas *inner membran* (IM). Naiknya permeabilitas IM akan mempermudah keluarnya cairan sel. Pada *E. coli* misalnya, setelah 60 menit, komponen enzim  $\beta$  galaktosidase akan terlepas. Hal ini menunjukkan bahwa sitoplasma dapat keluar sambil membawa metabolit lainnya, atau dengan kata lain mengalami lisis, yang akan menghambat pembelahan sel (regenerasi). Hal ini akan menyebabkan kematian sel (Simpson, 1997).

### **2.2.3 Manfaat Kitosan**

Kitosan diketahui mempunyai kemampuan untuk membentuk gel, film dan fiber, karena berat molekulnya yang tinggi dan solubilitasnya dalam larutan asam encer (Hirano dkk., 1999). Kitosan telah digunakan secara luas di industri makanan, kosmetik, kesehatan, farmasi dan pertanian serta pada pengolahan air limbah. Di industri makanan, kitosan dapat digunakan sebagai suspensi padat, pengawet, penstabil warna, penstabil makanan, bahan pengisi, pembentuk gel, tambahan makanan hewan dan sebagainya. Aplikasi kitosan dalam bidang pangan dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Aplikasi kitosan dan turunannya dalam industri pangan

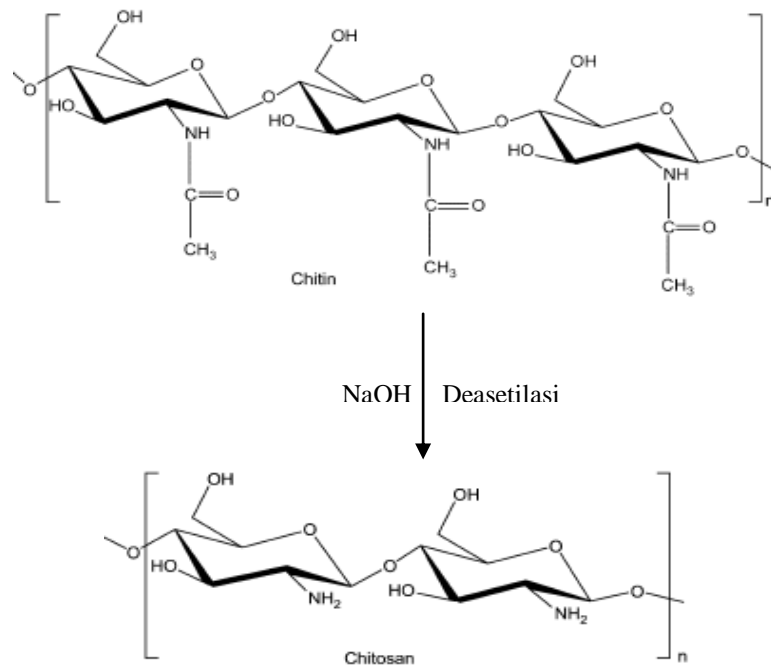
Aplikasi	Contoh
Antimikroba	Bakterisidal, fungisidal, pengukur kontaminasi jamur pada komoditi pertanian.
Edible film	Mengatur perpindahan uap antara makanan dan lingkungan sekitar, menahan pelepasan zat-zat antimikroba, antioksidan, nutrisi, flavor, dan obat, mereduksi tekanan parsial oksigen, pengatur suhu, menahan proses browning enzimatis pada buah.
Bahan aditif	Mempertahankan flavor alami, bahan Pengontrol tekstur, bahan pengemulsi, bahan pengental, stabilizer, dan penstabil warna.
Nutrisi	Sebagai serat diet, penurun kolesterol, persediaan dan tambahan makanan ikan, mereduksi penyerapan lemak, memproduksi protein sel tunggal, bahan anti gastritis (radang lambung), dan sebagai bahan makanan bayi.

(Sumber : Shahidi dkk., 1999)

#### 2.2.4. Ekstraksi Kitosan

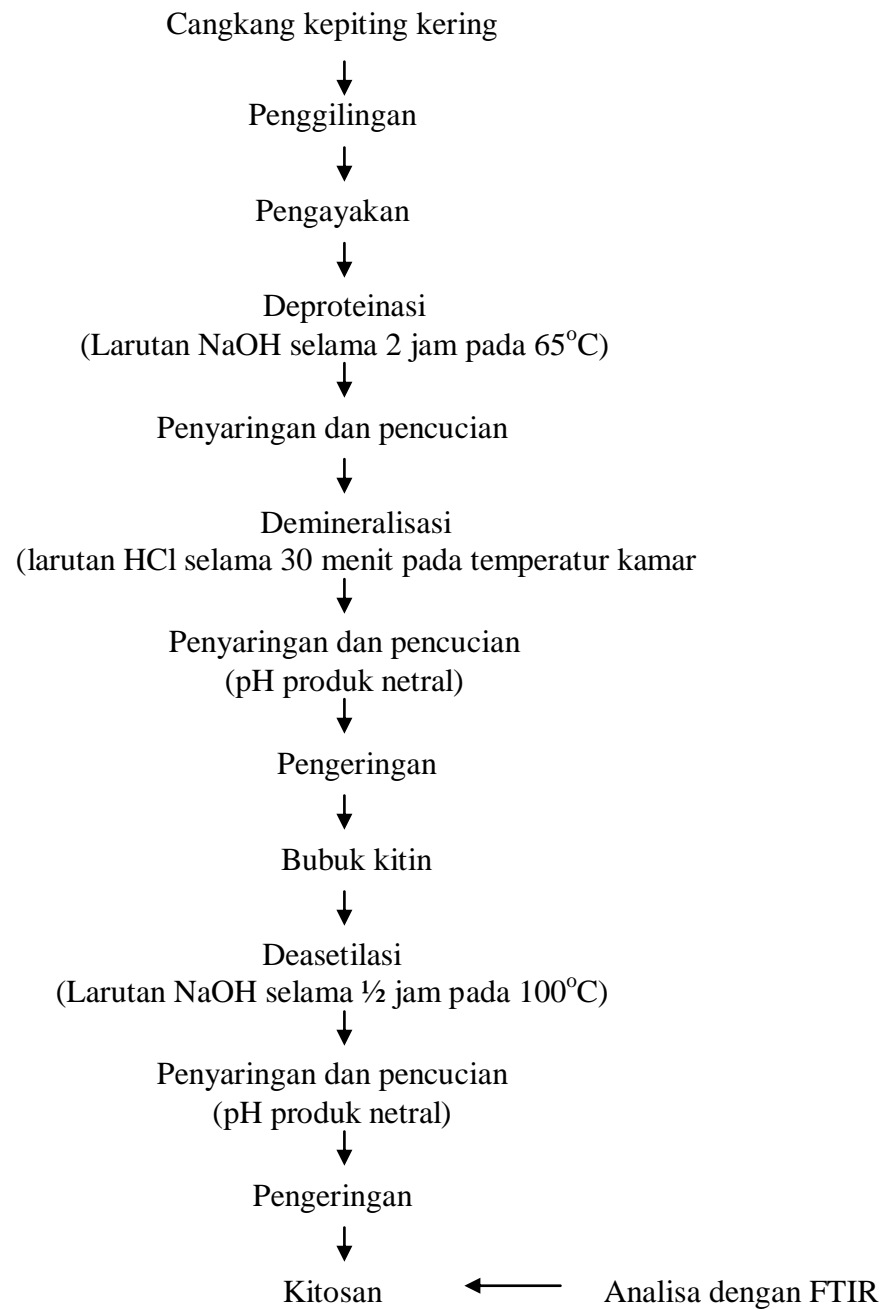
Reaksi pembentukan kitosan dari kitin merupakan reaksi hidrolisa suatu amida oleh suatu basa. Kitin bertindak sebagai amida dan NaOH sebagai basanya. Mula-mula terjadi reaksi adisi, dimana gugus  $\text{OH}^-$  masuk ke dalam gugus  $\text{NHCOCH}_3$  kemudian terjadi eliminasi gugus  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  sehingga dihasilkan suatu amida yaitu kitosan.

Deasetilasi kitin dilakukan dengan menambahkan NaOH (Kolodziesjska 2000). Deasetilasi kitin akan menghilangkan gugus asetil dan menyisakan gugus amino yang bermuatan positif, sehingga kitosan akan bersifat polikationik. Semakin banyak gugus asetil yang hilang dari polimer kitin, interaksi antar ion dan ikatan hidrogen dari kitosan akan semakin kuat (Ornum, 1992). Adanya gugus reaktif amino pada C-2 dan gugus hidroksil pada C-3 dan C-6 pada kitosan sangat berperan dalam berbagai aplikasinya, misalnya sebagai bahan pengawet, penstabil warna, flokulan, membantu proses reverse osmosis dalam penjernihan air, dan sebagai bahan aditif untuk proses agrokimia dan pengawet benih (Shahidi dkk., 1999). Mekanisme ekstraksi kitosan dapat kita lihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Mekanisme ekstraksi kitosan

Berikut ini blok diagram pembuatan kitosan dari cangkang kepiting :



Gambar 2.3. Blok Diagram Proses Pembuatan Kitosan

### 2.3. Stroberi

Stroberi merupakan tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di Chili, Amerika. Salah satu spesies tanaman stroberi yaitu *Fragaria chiloensis* L. menyebar ke berbagai negara Amerika, Eropa dan Asia. Selanjutnya spesies lain, yaitu *F. vesca* L. lebih menyebar luas dibandingkan spesies lainnya. Jenis stroberi ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia.

Stroberi dalam bahasa Belanda *aardbei* adalah sebuah varietas stroberi yang paling banyak dikenal di dunia. Seperti spesies lain dalam genus *Fragaria* (stroberi), buah ini berada dalam keluarga Rosaceae. Stroberi merupakan tanaman herbal asal Chili, Amerika ini memang kaya manfaat. Vitamin C yang tinggi berperan dalam meningkatkan produksi hormon seks dan memperlancar aliran darah menuju organ intim. Kandungan lain seperti antianemik dan reconstituent juga baik untuk menjaga stamina tubuh.

Stroberi kaya akan kandungan fenol, seperti antosianin dan elagitanin. Warna merah menyala pada buah ini berasal dari kandungan antosianin yang juga berperan sebagai antioksidan untuk melindungi struktur sel dalam tubuh serta mencegah kerusakan oksigen pada organ tubuh manusia.

Selain kaya akan kandungan vitamin C, stroberi juga merupakan sumber vitamin B5, B6, K, mangan, asam folat, kalium, *riboflavin*, tembaga, magnesium dan omega-3 asam lemak.

Stroberi (*fragaria vesca*) sangat kaya akan nutrisi, setiap 100 gram mengandung seperti protein 0.8 g, lemak 0.5 g, karbohidrat 8 g dan energi 37 kkal. Sedangkan mineral potensial terkandung kalsium 28 mg, fosfor 27 mg, zat besi 0,8, magnesium 10 mg, potasium 27 mg, selenium 0,7 mg, vitamin A 60 SI, vitamin C 0,03 mg dan asam folat 17,7 mcg asam folat. Beberapa fitokimia mampu menangkal kanker, menurunkan tekanan darah, serta menurunkan risiko diabetes.

Klasifikasi botani tanaman stroberi adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta  
Sub divisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledonae  
Keluarga : Rosaceae  
Genus : *Fragaria*  
Spesies : *Fragaria* spp

Satu cangkir (144 g) stroberi mengandung sekitar 45 kalori (188 kJ) dan merupakan sumber vitamin C dan flavonoid yang baik. Analisa Proksimat stroberi dapat kita lihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Analisa Proksimat Stroberi

Nutrien	Satuan	Per 144 g
Proksimasi		
Air	g	132
Energi	kcal	43
Energi	kJ	181
Protein	g	0.88
Total lipid (lemak)	g	0.53
Karbohidrat, dengan perbedaan	g	10.1
Serat, total	g	3.3
Ash	g	0.62
Mineral		
Kalsium, Ca	mg	20
Besi, Fe	mg	0.55
Magnesium, Mg	mg	14
Fosfor, P	mg	27
Kalium, K	mg	240
Sodium, Na	mg	1.44
Seng, Zn	mg	0.19
Tembaga, Cu	mg	0.07
Mangan, Mn	mg	0.42
Selenium, Se	µg	1.01
Vitamin		
Vitamin C, ascorbic acid	mg	82
Thiamin	mg	0.03
Riboflavin	mg	0.1
Niacin	mg	0.33
Pantothenic acid	mg	0.49

Vitamin B-6	mg	0.09
Folate	µg	25
Vitamin B-12	µg	0
Vitamin A, IU	IU	39
Vitamin A, RE	µg RE	4.3
Vitamin E	mg ATE	0.20

### 2.3.1. Kerusakan pada Buah Stroberi

Kerusakan buah dapat terjadi sejak buah dipanen hingga proses penyimpanan. Beberapa proses kerusakan yang terjadi pada buah antara lain :

#### a. *Browning* (Pencoklatan)

Proses pencoklatan atau *browning* sering terjadi pada buah-buahan, seperti pisang, pir, salak, pala dan apel begitu juga stroberi. Buah stroberi yang memar juga akan mengalami proses pencoklatan. Pada umumnya, proses pencoklatan dapat dibagi menjadi dua, yaitu proses pencoklatan enzimatik dan non enzimatik. Perubahan warna yang utama pada stroberi disebabkan oleh reaksi *browning* (pencoklatan). Reaksi pencoklatan terdiri atas pencoklatan enzimatik dan non enzimatik. Pencoklatan enzimatik disebabkan oleh aktivitas enzim phenolase dan oliphenolase. Pada buah stroberi utuh, sel-selnya masih utuh, dimana substrat yang terdiri atas senyawa-senyawa fenol terpisah dari enzim phenolase sehingga tidak terjadi reaksi *browning*. Apabila sel pecah akibat terjatuh/memar atau terpotong (pengupasan, pengirisan) substrat dan enzim akan bertemu pada keadaan aerob (terdapat oksigen) sehingga terjadi reaksi *browning* enzimatik.

Pembentukan warna coklat dikarenakan terjadinya oksidasi senyawa-senyawa fenol dan polifenol oleh enzim fenolase dan polifenolase membentuk quinon, yang selanjutnya berpolimerisasi membentuk melanin (pigmen berwarna coklat). Untuk terjadinya reaksi *browning* enzimatik diperlukan adanya 4 komponen fenolase dan polifenolase (enzim), senyawa-senyawa fenol dan polifenol (substrat), oksigen dan ion tembaga yang merupakan sisi aktif enzim.

Untuk menghindari terjadinya reaksi browning enzimatik dapat dilakukan dengan mengeliminasi (menghilangkan) salah satu atau beberapa komponen tersebut.

Browning non enzimatik terutama disebabkan reaksi Maillard, yaitu reaksi yang terjadi antara gula pereduksi (melalui sisi keton dan aldehid yang reaktif) dengan asam-amino (melalui gugus amina). Reaksi ini banyak terjadi selama penyimpanan bahan pangan. Reaksi non enzimatik yang lain adalah karamelisasi dan oksidasi asam askorbat.

Reaksi browning dapat dicegah dengan menambahkan senyawa-senyawa anti pencoklatan, antara lain senyawa-senyawa sulfit, asam-asam organik dan dengan *blanching*/blansir.

- a. Sulfit : senyawa-senyawa sulfit misalnya natrium bisulfit, natrium sulfit dan lain-lain mempunyai kemampuan untuk menghambat reaksi *browning* baik enzimatik maupun non enzimatik. Penghambatan terhadap *browning* enzimatik terutama disebabkan karena kemampuannya untuk mereduksi ikatan disulfida pada enzim, sehingga enzim menjadi tidak aktif, sedangkan penghambatan reaksi *browning* non enzimatik dikarenakan kemampuannya untuk bereaksi dengan gugus aktif gula pereduksi, sehingga mencegah reaksi antara gula pereduksi tersebut dengan asam amino.
- b. Penambahan asam-asam organik dapat menghambat *browning* enzimatik terutama disebabkan oleh efek turunnya pH akibat penambahan senyawa tersebut. Enzim fenolase dan polifenolase bekerja optimum pada pH 5 – 7. Disamping menurunkan pH, penambahan asam askorbat yang bersifat pereduksi kuat akan berfungsi sebagai antioksidan. Dengan penambahan asam askorbat, oksigen yang menjadi pemacu reaksi browning enzimatik dapat dieliminasi. Selain menurunkan pH, penambahan asam sitrat juga dapat mengikat tembaga yang merupakan sisi aktif enzim, sehingga aktivitas enzim dapat dihambat (Ebook Pangan, 2006).

### **b. *Loss Mass* (Penyusutan Massa)**

Susut (*losses*) kualitas dan kuantitas dapat terjadi sejak pemanenan hingga saat dikonsumsi. Besarnya susut sangat tergantung pada jenis komoditi dan cara penanganannya selepas panen. Untuk mengurangi susut ini, petani/pedagang harus : (1) mengetahui faktor biologis dan lingkungan yang berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan, (2) menguasai teknik penanganan pasca panen yang dapat menunda kelayuan atau kebusukan dan menjaga kualitas pada tingkatan tertentu yang mungkin dicapai. Pada prinsipnya, untuk mengurangi susut yang terjadi setelah pemanenan dapat dilakukan dengan cara memanipulasi faktor biologis atau lingkungan dimana produk pertanian tersebut disimpan.

Perbedaan faktor biologis komoditi nabati dengan komoditi hewani menyebabkan cara penanganan keduanya juga berbeda. Secara umum faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kedua komoditi pertanian adalah sama, yaitu : suhu, kelembaban udara, komposisi udara (CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), polutan dan cahaya. (Ebook Pangan, 2006)

### **c. Laju Respirasi dan Produksi Etilen yang Tinggi**

Respirasi adalah proses pemecahan komponen organik (zat hidrat arang, lemak dan protein) menjadi produk yang lebih sederhana dan energi. Aktivitas ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan energi sel agar tetap hidup. Berdasarkan polanya, proses respirasi dan produksi etilen selama pendewasaan dan pematangan produk nabati dapat dibedakan menjadi dua, yaitu klimakterik dan non-klimakterik.

Komoditi dengan laju respirasi tinggi akan menunjukkan kecenderungan lebih cepat rusak. Menurunkan laju respirasi sampai batas minimal pemenuhan kebutuhan energi sel tanpa menimbulkan fermentasi akan dapat memperpanjang umur ekonomis produk nabati. Manipulasi faktor ini dapat dilakukan dengan teknik pelapisan (*coating*), penyimpanan pada suhu rendah, atau memodifikasi atmosfer ruang penyimpanan.

Etilen adalah senyawa organik sederhana yang dapat berperan sebagai hormon yang mengatur pertumbuhan, perkembangan, dan kelayuan. Keberadaan etilen akan mempercepat tercapainya tahap kelayuan (*senescence*). Maka, untuk tujuan pengawetan, senyawa ini perlu disingkirkan dari atmosfer ruang penyimpanan dengan cara menyemprotkan enzim penghambat produksi etilen pada produk, atau mengoksidasi etilen dengan  $\text{KMnO}_4$  atau ozon (Ebook Pangan, 2006).

Setelah dipanen, stroberi masih terus melakukan respirasi dan metabolisme, karena itulah komoditi tersebut dianggap masih hidup. Selama proses respirasi dan metabolisme berlangsung, buah akan mengeluarkan  $\text{CO}_2$  dan air serta etilen, serta mengkonsumsi oksigen yang ada disekitarnya.

Komposisi udara di ruang penyimpanan sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat bahan segar yang disimpan. Kandungan oksigen, karbon dioksida dan etilen saling mempengaruhi metabolisme komoditi. Komposisi udara secara umum terdiri dari  $\text{O}_2$ (20%),  $\text{CO}_2$  (0,03%), dan  $\text{N}_2$  (78,8%). Dengan melakukan modifikasi atmosfer di sekitar komoditi tersebut, kita akan mendapatkan beberapa keuntungan pada kondisi komoditi tersebut.

Modifikasi komposisi udara dilakukan dengan menurunkan kadar oksigen dan/atau meningkatkan kandungan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Terkadang masih diperlukan langkah pencegahan agar gas etilen yang diproduksi tidak terkumpul di udara ruang penyimpanan.

Pada umumnya, udara yang semakin menipis kandungan oksigennya serta semakin meningkat kandungan karbondioksida akan mengakibatkan menurunnya laju aktivitas pernapasan dari komoditi segar. Sedangkan etilen adalah hormon tanaman, dimana dengan adanya etilen, bahkan dalam dosis kecil, akan sangat mempengaruhi tahap-tahap metabolisme, termasuk di dalamnya proses awal pematangan, kelayuan dan kematangan serta proses pembentukan senyawa fenolik.

Terakumulasinya gas etilen dalam ruang penyimpanan akan mengakibatkan timbulnya rasa pahit atau pengerasan pada buah, seperti pada

asparagus. Hal ini dikarenakan adanya akumulasi zat fenol dan terjadinya proses pembuatan lignin. Etilen ( $C_2H_4$ ) dapat mengakibatkan terjadinya pengerasan ubi jalar atau pembusukan di bagian dalam buah.

Pada umumnya, modifikasi komposisi udara atau yang juga dikenal sebagai contoh *atmosphere storage* ikut menentukan atau mengatur sistem *noymonal* oleh *ethylenene*. Sintesis etilen dalam jumlah yang cukup untuk merangsang proses pematangan tidak akan terjadi bila kadar oksigen di bawah 7% (Mapson dan Robinson, 1966). Kepekaan komoditi terhadap etilen juga akan menurun pada konsentrasi oksigen yang rendah.

Sebelum ethylene dapat mempengaruhi komoditi, molekul oksigen harus mengikat atau bereaksi dengan etilen. Bila kadar oksigen naik 3%, pengikatan etilen akan turun sebanyak 50%. Karbon dioksida ( $CO_2$ ) tidak secara langsung mempengaruhi sintesa etilen, tetapi lebih bersifat antagonis terhadap etilen. Secara struktural,  $CO_2$  serupa dengan etilen, sehingga akan bersaing memperebutkan tempat yang seharusnya ditempati oleh etilen.

Oksigen dalam udara tidak dapat dihilangkan sama sekali dari atmosphere, karena adanya oksigen masih diperlukan untuk menjaga berlangsungnya metabolisme secara normal. Pada kondisi oksigen di bawah 1 – 3%, banyak komoditi justru mengalami kerusakan. Demikian pula dengan konsentrasi  $CO_2$ . Batas toleransi komoditi terhadap gas-gas tersebut bervariasi. Beberapa komoditi tidak tahan pada konsentrasi  $CO_2$  tinggi. Beberapa komoditi tahan pada konsentrasi  $CO_2$  1%, sedangkan komoditi lain tahan pada kadar 20% atau lebih.

Meskipun konsentrasi  $O_2$  dan  $CO_2$  optimum, masih ada kemungkinan tertimbunnya gas etilen, dan perlu diserap (*scrubbing*) dengan zat-zat kimia tertentu, seperti kalium permanganat atau dengan ultraviolet iradiasi, atau dengan menurunkan tekanan udara sampai 1/10 udara normal.

#### **d. Laju Transpirasi yang Tinggi**

Transpirasi adalah pengeluaran air dari dalam jaringan produk nabati. Laju transpirasi dipengaruhi oleh faktor internal (morfologis / anatomis, rasio permukaan terhadap volume, kerusakan fisik, umur panen) dan faktor eksternal (suhu, RH, pergerakan udara dan tekanan atmosfer). Transpirasi yang berlebihan akan menyebabkan produk mengalami pengurangan berat, penurunan daya tarik (karena layu), nilai tekstur dan nilai gizi. Pengendalian laju transpirasi dilakukan dengan pelapisan, penyimpanan dingin, atau memodifikasi atmosfer (Ebook Pangan, 2006).

#### **e. Sensitivitas Terhadap Suhu**

Pemaparan komoditi pada suhu yang tidak sesuai akan menyebabkan kerusakan fisiologis pada stroberi yang bisa berupa : (1) *freezing injuries*, karena produk disimpan di bawah suhu bekunya; (2) *chilling injuries*, umum pada produk tropis yang disimpan di atas suhu beku dan diantara 5 – 15°C, tergantung sensitivitas komoditi; (3) *heat injuries*, terjadi karena paparan sinar matahari atau panas yang berlebihan. Berdasarkan sensitivitasnya terhadap suhu, dikenal dua golongan produk, yaitu yang bersifat sensitif dan tidak sensitif terhadap pendinginan. Suhu kritis stroberi berkisar antara 36 – 38 °C jika disimpan melebihi suhu tersebut kerusakan yang dapat terjadi berupa pencoklatan di bagian dalam, bagian tengah coklat, lembek dan lepuh

### **2.4. Pelapis buah ( Coater )**

*Coater* merupakan lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang bisa dimakan. Bahan ini digunakan di atas atau di antara produk dengan cara membungkus, merendam, menyikat atau menyemprot, untuk memberikan tahanan yang selektif terhadap transmisi gas dan uap air, serta memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis (Gennadius dan Weller, 1990).

### 2.4.1. Komponen Utama Penyusun *Coater*

Komponen utama penyusun *coater* dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu hidrokoloid, lipid dan komposit (campuran).

#### a. Hidrokoloid

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *coater* adalah protein atau karbohidrat. Film yang dibentuk dari karbohidrat dapat berupa pati, gum (seperti contoh alginat, pektin, dan gum arab), dan pati yang dimodifikasi secara kimia. Pembentukan film berbahan dasar protein antara lain dapat menggunakan gelatin, kasein, protein kedelai, protein whey, gluten gandum, dan protein jagung. Film yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, *coater* yang berasal dari bahan kitosan mampu meningkatkan kualitas dan memperpanjang umur simpan pada buah leci (Dong dkk., 2004). *Coating* kitosan pada irisan buah mangga dapat meningkatkan kualitas dan mencegah keretakan permukaan., *coating* kitosan-minyak esensial berpotensi tinggi dalam mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan produk segar. sehingga sangat baik digunakan untuk memperbaiki struktur film agar tidak mudah hancur (Donhowe dan Fennema, 1994 dalam Krochta 1992).

Polisakarida sebagai bahan dasar *coater* dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara sekitarnya dan memberikan ketebalan atau kekentalan pada larutan edible film. Pemanfaatan dari senyawa yang berantai panjang ini sangat penting karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah, dan bersifat nontoksik (Krochta., 1992). Beberapa jenis protein yang berasal dari protein tanaman dan hewan dapat membentuk film seperti zein jagung, gluten gandum, protein kedelai, protein kacang, keratin, kolagen, gelatin, kasein, dan protein dari whey susu, karena sifat dari protein tersebut yang mudah membentuk film. Albumin telur dapat digunakan sebagai bahan pembentuk film yang baik yang dikombinasikan dengan gluten gandum, dan protein kedelai (Gennadios dan Krochta, 1992 )

#### b. Lipid

*Coater* yang berasal dari lipida sering digunakan sebagai penghambat uap air, atau bahan pelapis untuk meningkatkan kilap pada produk-produk kembang gula. Film yang terbuat dari lemak murni sangat terbatas dikarenakan menghasilkan kekuatan struktur film yang kurang baik (Donhowe dan Fennema, 1994 dalam Krochta, 1992). Karakteristik *coater* yang dibentuk oleh lemak tergantung pada berat molekul dari fase hidrofilik dan fase hidrofobik, rantai cabang, dan polaritas. Lipida yang sering digunakan sebagai *coater* antara lain lilin (wax) seperti parafin dan carnauba, kemudian asam lemak, monogliserida, dan resin. Jenis lilin yang masih digunakan hingga sekarang yaitu carnauba. Alasan mengapa lipida ditambahkan dalam *coater* adalah untuk memberi sifat hidrofobik.

#### c. Komposit

Komposit *coater* terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit *coater* dapat dalam lapisan satu-satu (bilayer), di mana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan film. Gabungan dari hidrokoloid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan. Film gabungan antara lipida dan hidrokoloid ini dapat digunakan untuk melapisi buah-buahan dan sayuran yang telah diolah minimal (Donhowe dan Fennema, 1994 dalam Krochta, 1992).

### 2.4.1. Teknik Pelapisan Buah ( *Coating* )

Menurut Krochta (1992), teknik aplikasi pelapisan pada buah ( *coating* ), yaitu:

- 1) Pencelupan (dipping)

Teknik ini biasanya digunakan pada produk yang memiliki permukaan yang kurang nyata. Setelah pencelupan, kelebihan bahan coating dibiarkan terbuang. Produk kemudian dibiarkan dingin sampai edible coating menempel. Teknik ini telah diaplikasikan pada daging, ikan, produk ternak, buah dan sayuran.

2) Penyemprotan (spraying)

Teknik ini dapat menghasilkan produk dengan lapisan yang lebih tipis dan lebih seragam daripada teknik pencelupan. Teknik ini digunakan untuk produk yang memiliki dua sisi permukaan, misalnya pizza.

3) Pembungkusan (casting)

Teknik ini digunakan untuk membuat lapisan film yang berdiri sendiri, terpisah dari produk. Teknik ini diadopsi dari teknik yang dikembangkan untuk non-coater.

4) Pengolesan (brushing)

Teknik ini dilakukan dengan cara mengoles edible coating pada produk.

Kemampuan coater dalam mengurangi hilangnya air, oksigen, aroma, dan bahan terlarut pada beberapa produk telah banyak diteliti. Sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu metode paling efektif untuk menjaga kualitas makanan. Kemampuan ini dapat lebih ditingkatkan lagi dengan menambahkan antioksidan, antimikroba, pewarna, flavor, fortified nutrient dan rempah (Pena dan Torres, 1991; Han, 2000).

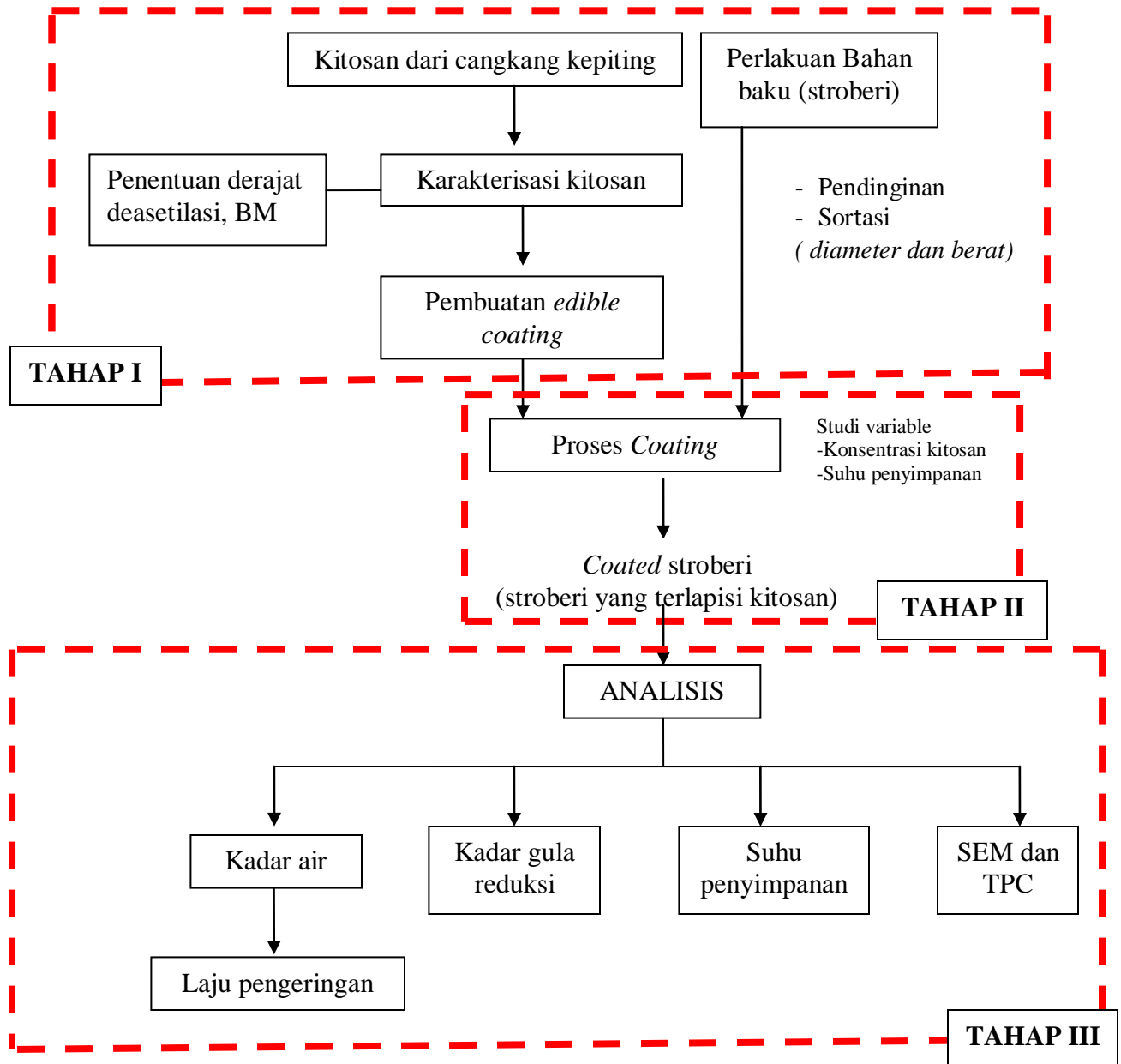
Coater harus mempunyai sifat-sifat yang sama dengan film. Kemasan seperti plastik, yaitu harus memiliki sifat menahan air sehingga dapat mencegah hilangnya kelembaban produk, memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu, mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan warna, pigmen alami dan bergizi, serta menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet dan penambah aroma yang dapat memperbaiki mutu bahan pangan.

Penggunaan coater pada buah segar dapat memperlambat penurunan mutu, karena metode tersebut dapat digunakan sebagai penahan difusi gas oksigen, karbondioksida dan uap air serta komponen flavor, sehingga mampu menciptakan kondisi atmosfer internal yang sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas. Keuntungan penggunaan coater untuk pelapis buah adalah dapat memperpanjang umur simpan produk serta tidak mencemari lingkungan, karena coater ini dapat dimakan bersama produk yang dikemasnya (Brody, 1997).

Beberapa penelitian menyebutkan kemampuan film atau coating kitosan dalam memperpanjang masa simpan dan mengendalikan kerusakan buah dan sayuran dengan lebih baik, yaitu dengan cara menurunkan kecepatan respirasi, menghambat pertumbuhan kapang, dan/atau menghambat pematangan dengan mengurangi produksi etilen dan karbondioksida. Kitosan memiliki kemampuan untuk membentuk film yang sesuai sebagai pengawet makanan dengan menghambat patogen psikotrofik membuktikan bahwa coating kitosan (2% kitosan dalam 5% asam asetat) mampu menghambat penurunan kandungan antosianin dan peningkatan aktivitas polyphenol oksidase pada penyimpanan leci. Ghaouth dkk (1992) juga melaporkan bahwa coating kitosan (1% dan 2 % dalam 0.25 N HCl) mengurangi kecepatan respirasi dan produksi etilen pada tomat. Tomat yang di-coating dengan kitosan akan lebih keras, titrasi keasamannya lebih tinggi, dan lebih sedikit pigmentasi merah jika dibandingkan dengan sampel kontrol, setelah disimpan selama 4 minggu pada suhu 20°C. Penelitian untuk memperbaiki sifat barrier terhadap uap air dan sifat mekanik dari coater kitosan, yaitu dengan menambahkan asam lemak palmitat dan asam lemak laurat dalam pelarut asam asetat. Selain itu, penambahan zat lain seperti kunyit yang diketahui memiliki sifat antimikroba terbukti mampu meningkatkan daya hambat coater kitosan terhadap pertumbuhan mikroba.

**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1. Rancangan Penelitian**



Gambar 3.1. Rancangan Penelitian

Laju pengeringan dianalisa dengan parameter konsentrasi kitosan dan massa stroberi yang ditimbang setiap 10 menit. Pengukuran laju pengeringan dihitung dengan persamaan :

$$N = \left( \frac{grH_2O\ yang\ teruapkan}{Luaspermukaan(m^2) \times jam} \right) \quad N : \text{Laju pengeringan}$$

Tabel 3.1. Run Analisa Laju Pengeringan

Run	Konsentrasi Kitosan (%)	Pengukuran massa (gr) setiap 10 menit ke-							Hasil
		1	2	3	4	5	6	dst	
1	1	√	√	√	√	√	√	√	laju penge- ringan
2	1,5	√	√	√	√	√	√	√	
3	2	√	√	√	√	√	√	√	
4	2,5	√	√	√	√	√	√	√	

Pada penelitian ini, untuk analisa kadar gula reduksi parameter yang digunakan setian run antara lain variabel konsentrasi kitosan dan massa stroberi yang ditimbang setiap harinya. Run tersebut dapat kita lihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Run Analisa Kadar Gula Reduksi

Run	Konsentrasi Kitosan (%)	Pengukuran kadar gula reduksi (gr) Hari ke-							Hasil
		1	2	3	4	5	6	7	
1	1	√	√	√	√	√	√	√	kadar gula reduksi
2	1,5	√	√	√	√	√	√	√	
3	2	√	√	√	√	√	√	√	
4	2,5	√	√	√	√	√	√	√	

Penelitian ini dilakukan pada variabel tetap antara lain, diameter stroberi 3cm, tebal stroberi 3mm, berat stroberi ±0,53 gr, kadar air stroberi sebelum *dicoating* ±

0,77 %, tekanan tetap  $\pm 1010\text{hPa}$ , Relative Humidity  $\pm 75\%$ , Humidity  $\pm 0,020234$  kg/kg, berat stroberi setelah proses *coating* tetap  $\pm 0,53$  gr, proses pencelupan dilakukan selama 1 jam.

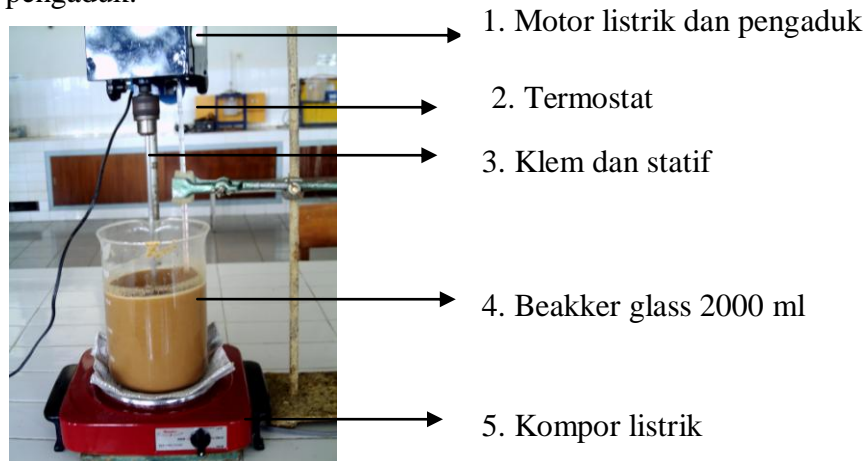
### 3.2. Bahan dan Rangkaian Alat

#### Bahan

Bahan yang digunakan adalah stroberi, kitosan dari cangkang kepiting, asam asetat 1%, NaOH, HCl, aquades, medium kultur mikroba.

#### Rangkaian Alat

Pada penelitian ini rangkaian alat yang digunakan untuk pembuatan kitosan berupa beaker glass 2000 ml, kompor listrik, motor listrik dan pengaduk.



Gambar 3.2 Rangkaian Alat pada proses Pembuatan kitosan

Alat-alat lain yang digunakan timbangan analitik, pisau, spatula, kain saring, gelas ukur, gelas piala, botol semprot, tabung reaksi, cawan petri, pipet, jarum ose, texture analyzer, FT-IR, SEM, viskosimeter, homogeniser, inkubator dan untuk analisa kadar gula reduksi digunakan refraktometer AOAC. 932.12.

### **3.3. Prosedur Penelitian**

#### **3.3.1 Persiapan Bahan**

Tahap persiapan ini merupakan tahap sortasi bahan baku stroberi. Stroberi yang telah dibersihkan diiris tipis-tipis dengan ketebalan  $\pm 3$  mm. Irisan tersebut kemudian dikeringkan dengan oven sampai massanya konstan. Pada tahap karakterisasi kitosan meliputi penentuan derajat deasetilasi, analisis proximat, Berat Molekul. Sifat proximat yang diuji seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar nitrogen, ukuran partikel dan warna.

#### **3.3.2. Pembuatan *Edible Coating***

*Edible coating* dari kitosan 1 % w/v dibuat dengan cara melarutkan 1,84 gram kitosan dalam 100 ml asam asetat 1%, diaduk pada suhu 40°C selama 60 menit. Larutan kemudian disaring dengan menggunakan alat vakum untuk memisahkan bagian-bagian yang tidak larut. Larutan yang tersaring diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Gelembung yang terbentuk bisa dihilangkan dengan alat vakum. Larutan disimpan pada suhu kamar. Perlakuan ini dilakukan juga pada pembuatan *Edible coating* dari kitosan 1,5 % ; 2 % ; 2,5 % w/v.

#### **3.3.3. Proses *Coating* pada stroberi**

Serbuk kitosan dengan konsentrasi 1% ,1,5%, 2%, 2,5%, w/v ditempatkan dalam beaker glass. Stroberi dikupas dan dipotong-potong dengan diameter kurang lebih 3 cm. Sekitar 0,53 g potongan stroberi langsung dicelupkan kedalam larutan kitosan (1%, 1,5%, 2%, 2,5%) yang telah disediakan selama satu jam, kemudian dikeringkan pada suhu 30°C. Setelah itu disimpan sambil diamati kadar air stroberi, penyusutan massa stroberi serta kandungan gula reduksi sampai hari ke tujuh pada suhu kamar. Stroberi dengan *coating* kitosan paling baik diamati juga penyusutan massanya pada suhu penyimpanan 10°C, 30°C dan 45°C.

### 3.4. Analisis Data

#### 3.4.1. Pengukuran kadar air, metode oven (AOAC, 1994).

Cawan kosong dikeringkan dalam oven dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Sejumlah sampel ditimbang dalam cawan. Cawan dimasukkan dalam oven bersuhu 105 °C selama 6 jam. Cawan dan sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang setelah dingin. Cawan dan sampel dimasukkan kembali ke dalam oven, dikeringkan lagi sampai diperoleh berat yang konstan.

#### 3.4.2. Penentuan derajat deasetilasi

Untuk mengetahui derajat deasetilasi kitosan, digunakan uji Fourier Transform Infrared (FTIR). Pengukuran spektra dengan menggunakan sampel kitosan berbentuk serbuk. Pengukuran ini didasarkan pada perbandingan absorbansi panjang gelombang 1320 cm<sup>-1</sup> dan absorbansi pada panjang gelombang 1420 cm<sup>-1</sup>. Derajat deasetilasi kitosan ditentukan dengan cara mencampurkan dua miligram serbuk sampel kitosan dengan 200 mg KBr untuk dijadikan pelet. Pelet dibuat dengan menggunakan hand press Shimadzu dengan tekanan kerja sebesar 8 ton selama 10 menit. Pengukuran spektrum FTIR dilakukan dengan menggunakan Spektrometer FTIR Tensor 37 (Bruker Spectrospin) yang dilengkapi dengan detektor DTGS. Personal komputer yang dilengkapi dengan software OMNIC versi 1.70 digunakan untuk mengontrol kerja spectrometer dalam menghasilkan spektrum pada range 400-4000 cm<sup>-1</sup>. Spektrum dihasilkan dengan kecepatan 30 detik dengan resolusi 4 cm<sup>-1</sup>. Puncak tertinggi diukur dari garis dasar yang dipilih untuk menentukan absorbansi yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Nilai DA\%} = 31.92 \left( \frac{A_{1320}}{A_{1420}} \right) - 12.20 \quad (2)$$

Dimana :

A1320 = Nilai absorbansi pada 1320 cm<sup>-1</sup>

A1420 = Nilai absorbansi pada 1420 cm<sup>-1</sup>

### 3.4.3. Berat Molekul (BM)

Berat molekul kitin dan kitosan diukur berdasarkan viskositas instrinsik ( $\eta$ ). Larutan kitosan dibuat dalam variasi konsentrasi 20-100% dalam pelarut asam asetat aqueous 0,1 M dan sodium klorida 0,2 M lalu dimasukkan ke dalam viskometer. Data yang diperoleh dipetakan pada grafik  $\eta_{sp} / C$  terhadap C. Viskositas instrinsik adalah titik pada grafik yang menunjukkan nilai C=0. Berat molekul ditentukan berdasarkan persamaan Mark-Houwink yaitu:

$$[\eta] = kM^\alpha \quad (3)$$

Keterangan:

$[\eta]$  = viskositas instrinsic

k = konstanta pelarut

$\alpha$  = konstanta

M = berat molekul

### 3.4.4. Uji total bakteri [*Total Plate count* (TPC)]

Kitosan sebanyak 1 gr ditimbang, kemudian secara aseptis contoh dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi pengencer 9 ml. setelah dikocok, diambil dengan pipet steril 1 ml untuk pengenceran berikutnya. Pemupukan dilakukan dengan metode agar tuang (*pour plate*), yaitu sebanyak 1 ml contoh yang telah diencerkan sampai pada tingkat tertentu, diambil dengan pipet steril secara aseptis, dan dipindahkan ke dalam cawan petri. Media PCA cair dengan suhu kira-kira 45°C dituang ke dalam petri. Setelah dingin diinkubasi selama 48 jam. Penetapan total mikroba berdasarkan pada metode standard plate count.

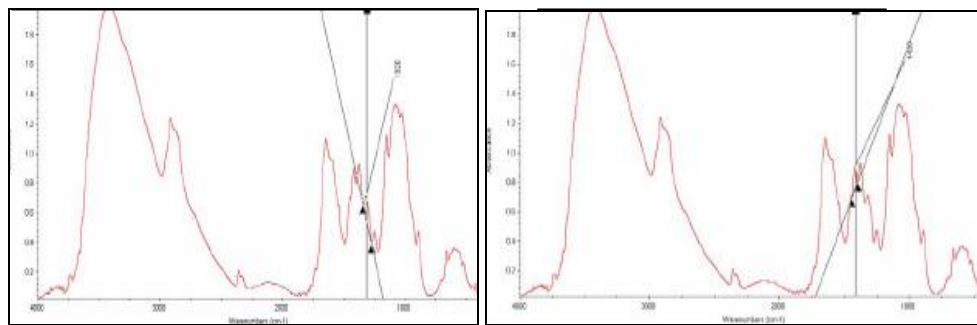
### 3.4.5. Mikrostruktur *edible coating*

Pengamatan terhadap mikrostruktur *edible coating* yang terbentuk pada stroberi diamati dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Prinsip alat ini yaitu pancaran elektron yang diradiasi terhadap spesimen akan menyebabkan adanya elektron yang meloncat dan sebagian yang lain diserap. Jika sampel tidak memiliki konduktivitas elektrik, elektron yang diserap akan memberikan arus pada spesimen. Hal ini menyebabkan terjadinya kesalahan pengamatan. Untuk menghindari kesalahan ini, dilakukan pelapisan metal dalam ruang hampa, pengamatan dengan accelerating voltage rendah, dan pengamatan dalam tingkat kehampaan untuk mencegah spesimen menerima arus. Analisis ini menggunakan alat SEM (JEOL JSM 5310 LV *Scanning Microscope*). Preparasi sampel untuk pengamatan ini dimulai dengan pengeringan sampel dengan *freeze drying* sampai kadar air mencapai 2% atau kurang. Sampel dipotong dengan ukuran 0,5 cm x 0.5 cm. Setelah preparasi, sampel diletakkan pada logam yang dilapisi karbon untuk selanjutnya dilakukan pelapisan emas (Au) 300 Å di dalam *Magnetron Sputtering Device* yang dilengkapi dengan pompa vakum. Pada proses vakum terjadi loncatan logam emas ke arah sampel, sehingga melapisi sampel. Sampel yang telah dilapisi emas diletakkan pada lokasi sampel dalam mikroskop elektron, dan dengan terjadinya tembakan elektron ke arah sampel, maka akan terekam ke dalam monitor dan kemudian dilakukan pemotretan.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Karakterisasi Kitosan sebagai *Coating* pada Stroberi

Derajat deasetilasi (DD) adalah salah satu dari karakteristik kimia yang paling penting, dimana berpengaruh terhadap daya guna kitosan di berbagai aplikasinya. Derajat deasetilasi kitosan berkisar antara 56% sampai 99%. Derajat deasetilasi kitosan yang digunakan pada percobaan ini dihitung dengan analisa FTIR yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Analisa FTIR

Dari analisa FTIR derajat deasetilasi kitosan yang digunakan untuk *coating* buah stroberi pada percobaan ini sebesar 77,84%. Hal ini sesuai dengan standar derajat deasetilasi kitosan yang ada dimana menurut Muzzarelli (1985) bahwa kitin dengan derajat deasetilasi di atas 70% dianggap sebagai kitosan. Sedangkan menurut Kolodziejaska (2000), kitin dengan derajat deasetilasi 75% digolongkan sebagai kitosan.

Kitosan yang dapat digunakan sebagai *coating* juga mempunyai spesifikasi tertentu, analisa proximat kitosan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

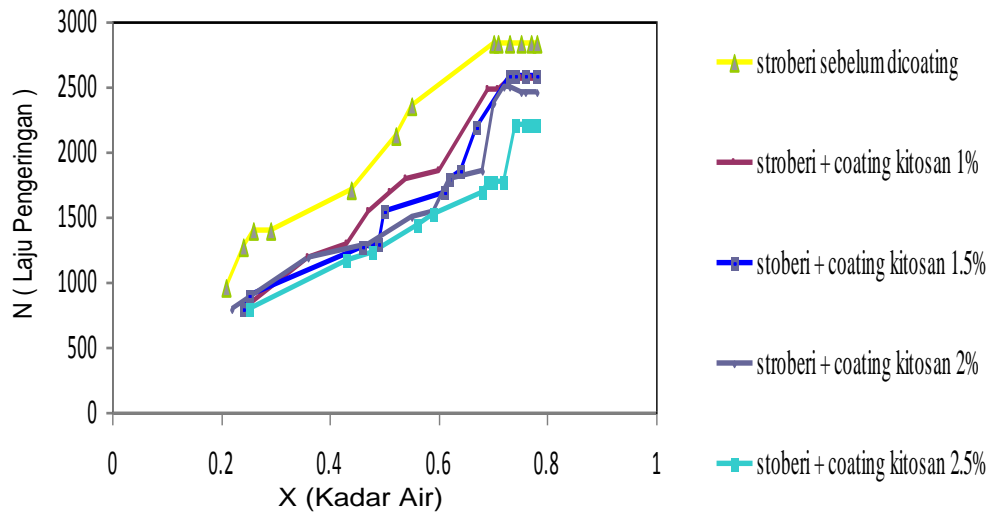
Tabel 4.1. Analisa Proximat Kitosan

<i>Parameter</i>	<i>Sumber</i>	<i>Analisa</i>
Kadar abu	Umumnya < 2 %	0.46%
Kadar air	2 – 10%	2.35%
Kadar nitrogen	7 – 8,4%	7.69%
Warna	Putih - kuning pucat	kuning kecoklatan
Berat Molekul	$8 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$ Da	$8,75 \cdot 10^5$ Da
Ukuran partikel	5 ASTM Mesh	5 mesh
Kadar Protein	>3%	10.41%

Dari analisa proximat, spesifikasi kitosan yang digunakan pada percobaan sesuai dengan standar spesifikasi kitosan menurut Muzzarelli (1985) dan Austin (1988), sehingga dapat disimpulkan kitosan pada percobaan bisa diaplikasikan sebagai *coating* buah stroberi.

#### **4.2. Pengaruh Konsentrasi Kitosan terhadap Laju Pengerinan**

Pada keadaan awal stroberi sangat basah, jika stroberi dikontakkan dengan udara yang relatif kering, maka penguapan akan terjadi pada permukaan. Air yang menguap di permukaan stroberi selalu tergantikan oleh air yang berada di dalam stroberi. Jumlah air di dalam stroberi relatif banyak sehingga permukaan selalu basah oleh air. Stroberi pada keadaan ini mengalami pengeringan konstan. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap laju pengeringan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



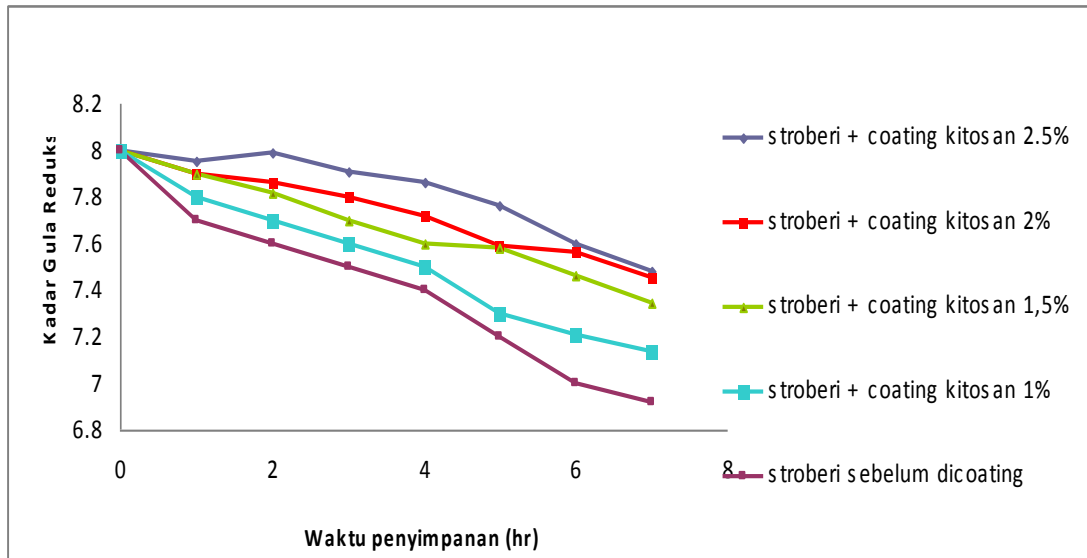
Gambar 4.2. Kurva Laju Pengeringan

Pada Gambar 4.2 laju pengeringan lama kelamaan akan menurun. Laju pengeringan yang dihasilkan dari penelitian berkisar antara 2825,16 sampai dengan 786 gr air yang teruapkan /m<sup>2</sup> jam. Stroberi yang tidak *dicoating* mengalami laju pengeringan paling besar. Stroberi yang *dicoating* dengan konsentrasi kitosan 1 %, 1,5 %, 2 %, tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan akan tetapi untuk stroberi yang *dicoating* 2,5% laju pengeringannya semakin lama semakin menurun.

#### 4.3. Pengaruh Konsentrasi Kitosan terhadap Kandungan Gula Reduksi selama Penyimpanan

Willes (2000) menjelaskan bahwa dalam proses pematangan selama penyimpanan buah, zat pati seluruhnya dihidrolisa menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam respirasi. Pengaruh

konsentrasi kitosan terhadap kandungan gula reduksi selama tujuh hari penyimpanan dapat kita lihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Kurva Hubungan Waktu Penyimpanan vs Kadar Gula Reduksi

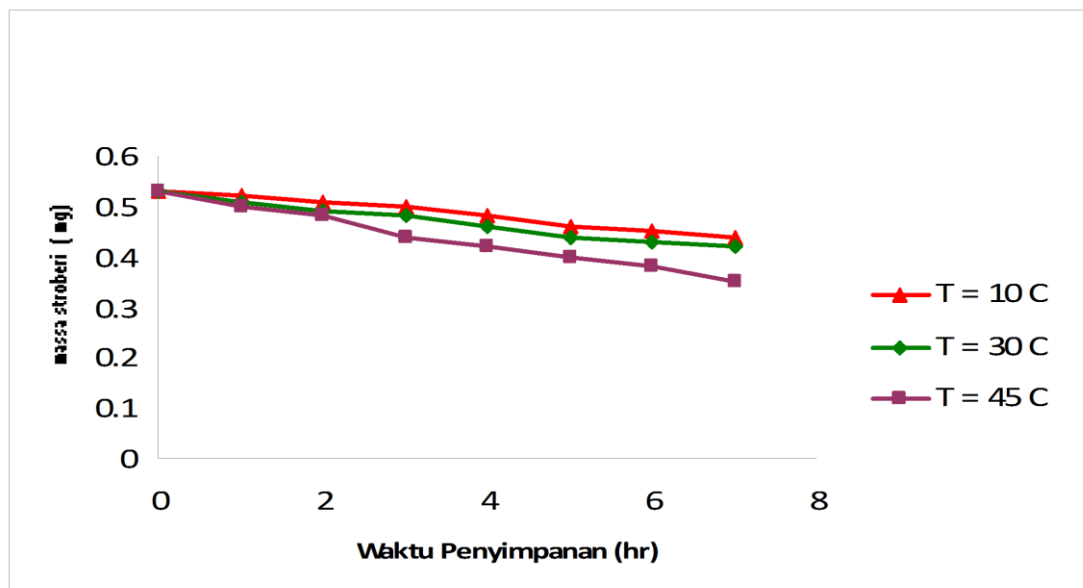
Pada Gambar 4.3 memperlihatkan kadar gula reduksi stroberi pada hari ke tujuh yaitu tanpa *coating* kitosan (6,92%), *coating* kitosan 1% (7,14%) ; 1,5% (7,35%) , 2,0% (7,45%), 2,5% (7,48%).

Pada buah stroberi yang dicelupkan dalam larutan kitosan 1% diperoleh kadar gula reduksi terendah. Hal ini karena pelapisan dengan kitosan 1% sudah mampu menghambat proses respirasi lebih baik karena pori-pori buah sebagian besar tertutup lapisan kitosan, namun belum mampu menutup keseluruhan pori-pori buah secara sempurna sehingga pengaruh yang terlihat hanya sedikit. Sementara total kadar gula reduksi pada buah stroberi yang dicelupkan pada larutan kitosan 2,5% memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada 1% ; 1,5% dan 2,0%. Hal ini karena pada pencelupan buah stroberi dalam larutan kitosan 2,5% mampu menutup hampir semua pori-pori buah stroberi oleh lapisan kitosan sehingga dimungkinkan terjadinya respirasi anaerobik dan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pada proses respirasi tersebut terhambat keluar karena pori-pori buah tertutup lapisan kitosan. Kesimpulan yang dapat diambil

penurunan kadar gula reduksi buah stroberi yang terjadi karena laju respirasi yang merupakan pemecahan gula reduksi menjadi asam piruvat dan selanjutnya menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Dengan demikian, semakin lama penyimpanan maka kadar gula reduksi buah stroberi menurun.

#### 4.4. Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Penyusutan Massa

Pengaruh suhu penyimpanan diamati dengan menggunakan stroberi yang telah *dicoating* kitosan 2,5%, digunakan stroberi ini karena pada pengamatan sebelumnya diperoleh data bahwa *coating* kitosan 2,5% paling baik digunakan sebagai *coating* stroberi. Hasil pengamatan dapat kita lihat pada Tabel 4.4 dimana penyusutan massa stroberi diamati pada suhu penyimpanan 10°C, 30°C dan 45°C selama tujuh hari penyimpanan.



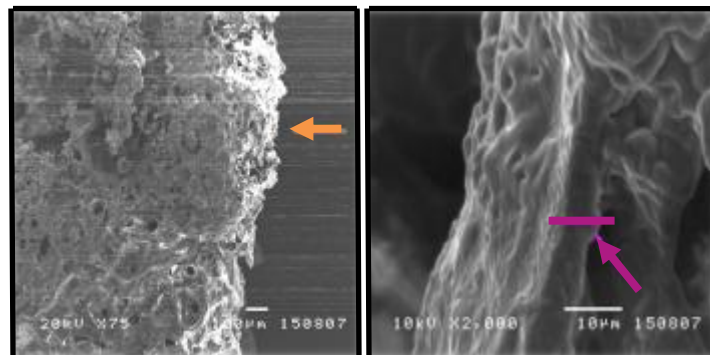
Gambar 4.4. Kurva Pengaruh Suhu Penyimpanan vs Stroberi + *Coating* Kitosan 2,5%

Pada kurva dapat dilihat bahwa penyusutan massa paling besar terjadi pada suhu 45°C (hari pertama massa stroberi 0,53 gr, pada hari ke tujuh massa stroberi 0,35 gr) dan terendah pada suhu 10°C (hari pertama massa stroberi 0,53 gr, pada hari ke tujuh massa stroberi 0,44 gr).

Menurut Ebook Pangan (2006) suhu kritis penyimpanan stroberi pada suhu 36 – 38°C. Kerusakan buah stroberi pada suhu kritis ini berupa pelunakan, benyek dan busuk. Dari pengamatan suhu 10°C dan 30°C masuk ke dalam kategori aman untuk penyimpanan stroberi sedangkan untuk suhu 45°C sudah melewati suhu kritis stroberi.

#### 4.5. Analisa SEM

Pengamatan mikrostruktur terhadap sampel menunjukkan bahwa kitosan membentuk lapisan pada permukaan sampel. Lapisan yang terbentuk memiliki ketebalan 6.9 µm. Dari gambar 4.6 terlihat bahwa struktur stroberi yang *dicoating* kitosan 2,5% lebih padat dibandingkan stroberi tanpa *coating* kitosan.



Gambar 4.6. Analisa SEM

a) Stroberi tanpa *coating*, b) Stroberi dengan *coating* kitosan 2,5%

Kitosan mampu membentuk lapisan pada permukaan Stroberi sedangkan kita ketahui bahwa penyebab utama kerusakan makanan karena adanya pertumbuhan mikroba pada permukaan oleh mikroba pembusuk maupun mikroba penyebab penyakit. Mikroba yang menjadi penyebab rusaknya buah stroberi terutama mikroba yang bersifat aerobik. Sehingga dengan fungsinya sebagai *barrier* terhadap migrasi mikroba yang berhasil mengkontaminasi produk pada bagian permukaan, *coating kitosan* mampu memperpanjang masa simpan buah stroberi.

#### 4.6. Kandungan *Total Plate Count* (TPC)

Selama penyimpanan semua sampel diamati ketahanannya terhadap pertumbuhan mikroba. Dalam hal ini dilakukan analisis *Total Plate Count* (TPC). Hasil analisis TPC dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Total Plate Count ( TPC )

Perlakuan	Jumlah mikroba ( log CFU/g) hari ke-							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Tanpa <i>coating</i>	3.831	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
Coating kitosan 1%	4.521	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
Coating kitosan 1,5%	4.094	9.773	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
Coating kitosan 2%	3.947	5.800	8.299	9.371	9.685	TBUD	TBUD	TBUD
Coating kitosan 2,5%	4.940	5.796	7.993	8.075	8.624	9.174	9.339	9.887

*Ket : TBUD : Tidak dapat dihitung ( jumlah terlalu banyak)*

Nilai TPC dari perlakuan memperlihatkan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroba. Pada perlakuan *coating* kitosan 2% dan *coating* kitosan 2,5% menunjukkan penghambatan yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu pada strawberry tanpa *coating*, *coating* kitosan 1% dan *coating* kitosan 1,5%. Penambahan *coating* kitosan 2,5% menunjukkan adanya peningkatan kemampuan penghambatan terhadap pertumbuhan mikroba.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari percobaan ini adalah :

- Kitosan dari cangkang kepiting dengan derajat deasetilasi 77,84% dapat digunakan sebagai *coating* buah stroberi.
- Stroberi yang tidak *dicoating* mengalami laju pengeringan paling besar (2825,16 gr air yang teruapkan /m<sup>2</sup> jam). Stroberi yang *dicoating* dengan konsentrasi kitosan 1 %, 1,5 %, 2 %, tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan
- Kadar gula reduksi stroberi pada hari ke tujuh yaitu tanpa *coating* kitosan (6,92%), *coating* kitosan 1% (7,14%) ; 1,5% (7,35%) , 2,0% (7,45%), 2,5% (7,48%).
- Penyusutan buah stroberi selama tujuh hari penyimpanan yaitu suhu penyimpanan 10°C (0,53gr menjadi 0,44gr), suhu penyimpanan 30°C (0,53gr menjadi 0,42gr), suhu penyimpanan 45°C (0,53gr menjadi 0,35gr), .
- Pada perlakuan *stroberi* tanpa *coating*, *coating* kitosan 1%, 1,5% dan 2% jumlah mikroba sampai dengan hari ke tujuh tidak dapat dihitung karena jumlah terlalu banyak. Penambahan *coating* kitosan 2,5% jumlah mikroba antara 4.940 sampai dengan 9.887 log CFU/gr .

#### 5.2. Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan oleh pedagang dan konsumen stroberi agar daya simpan lebih tahan lama. Terdapat banyak hal yang bisa dikembangkan dari penelitian ini antara lain pengamatan yang akan datang dapat dilakukan dalam kurun waktu yang lebih lama (> 7 hari)

## **BAB VI**

### **RINGKASAN**

*Edible coating* adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan reaksi pencoklatan buah dapat diperlambat. Kitosan adalah salah satu bahan yang bisa digunakan untuk coating buah. Tujuan penelitian ini adalah : mengkaji pengaruh laju pengeringan terhadap kadar air stroberi, kadar gula reduksi selama penyimpanan, pengaruh suhu penyimpanan, jumlah *total plate count* (TPC). Konsentrasi kitosan yang digunakan adalah 1% ,1,5%, 2%, 2,5%, w/v, waktu penyimpanan sampai dengan 7 hari, suhu penyimpanan 10, 30 dan 45°C. Dari analisa FTIR derajat deasetilasi kitosan yang digunakan untuk *coating* buah stroberi pada percobaan ini sebesar 77,84%, BM 8,75 x 10<sup>5</sup>, kadar air 2,35%, kadar abu 0,46%, kadar nitrogen 7,69%, berwarna kuning kecoklatan, ukuran partikel 5 mesh, dan kadar protein 10,41%.

Pada buah stroberi yang dicelupkan dalam larutan kitosan 1% diperoleh kadar gula reduksi terendah. Penurunan kadar gula reduksi disebabkan karena terjadi kenaikan intensitas kerusakan yang diduga disebabkan oleh aktivitas mikroba. Penyusutan massa buah stroberi yang disimpan pada suhu 45°C paling besar. Hal ini disebabkan karena pada suhu tinggi kitosan dapat menurunkan kecepatan hilangnya uap air dari permukaan buah. Pada perlakuan *coating* kitosan 2% dan *coating* kitosan 2,5% menunjukkan penghambatan yang lebih lama dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu pada stroberi tanpa *coating*, *coating* kitosan 1% dan *coating* kitosan 1,5%. Penambahan *coating* kitosan 2,5% menunjukkan adanya peningkatan kemampuan penghambatan terhadap pertumbuhan mikroba.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2006). Ebook Pangan : Teknologi Pengawetan Bahan Segar.
- Austin, P.R., Brine, C.J., Castle, J.C., Zikalis J.P. (1970). Chitin : New Facets Of Research. *Journal of Food Science*. 54, 247-252.
- Brody, A.L., Marrsh, K.S. (1997). Mechanical and Barrier Properties of Edible Chitosan Film. *Journal of Food Science*. 61, 25-31.
- Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K., Jiang, Y. (2003). Effect of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering*. 64, 355-358.
- Donhowe, Greener, I., Fennema, O.R. (1994). Edible film and coating characteristics, formation, definition and testing methods, in J.M. Krochta, E.A. Baldwin, M. O. Nisperos-Cariedo (eds). *Edible film and coating improve food quality*. , Landcaster, USA : Technomic Publisher Co. Inc.
- Gennadius, A., Weller, C.L. (1990). Edible film and coating from wheat and corn protein. *Journal of Food Technology*. 44, 63-71.
- Ghaout, A.E., Aul, J., Ponampalan, R. (1991). Chitosan Coating Effect on Storability and Quality of Fresh Strawberries. *Journal of Food Science*. vol 56, no 6.
- Hirano, S., Nakahira, T., Nakagawa, M., Kim, S.K. (1999). The preparation and applications of functional fibers from crab shell chitin. *Journal of Biotechnology*. 70, 373-7.

- Janesh, K.A., Alonso, M.J. (2003). Depolymerized chitosan nanoparticles for protein delivery : Preparation and characterization. *Journal of applications of Polimer Science*. 88, 2769-2776.
- Kolodziejska, I., Wojtasz-Pajak, A., Ogonowska, G., Sikorski, Z.E. (2000). Deacetylation of Chitin in two-stage Chemical and Enzymatic Process. *Bulletin of Sea Fisheries Institute*. 2, 15-24.
- Krochta, J.M. (1992). Control of Mass Transfer in Food with Edible Coatings and Films, In : Singh, R.P. & M.A. Wirakartakusumah (Eds) : *Advances in Food Engineering*. CRC Press : Boca Raton, pp. 517-53.
- Kurita, K. (2001). Controlled functionalization of the polysaccharide chitin. *Journal of Polimer Science*. 26, 1921–71.
- Muzzarelli, R.A.A., Rochetti, R. (1985). *Journal of Carbohydrate Polymers*. 5, 461–72.
- Ornum, J.U. (1992). Shrimp Waste Must It Be Wasted?. *Infofish*. 6, 48-51.
- Pena, D.C.R., Torres, J.A. (1991). Sorbic acid and potassium sorbate permeability of an edible methylcellulose-palmitic acid films : water activity and pH effects. *Journal of food science*. 56 (2), 497-499.
- Sapers. (1992). Chitosan Enhance Control of Enzymatic Browning in Apple and Pear Juice. *Journal of Food Science*. vol 57, no 5.
- Shahidi. (1999). Aplication of Chitin and Chitosan. *Trends in Food Science and Technology*. vol 10, no 2.

Simpson, B.K. (1997). Utilization of Chitosan for Preservation of Raw Shrimph. *Food Biotechnology II*. 25-44.

Wibowo, S. (2006). Produksi kitin kitosan secara komersial. *Prosiding seminar nasional Kitin-Kitosan*. DTHP, Institut Pertanian Bogor.

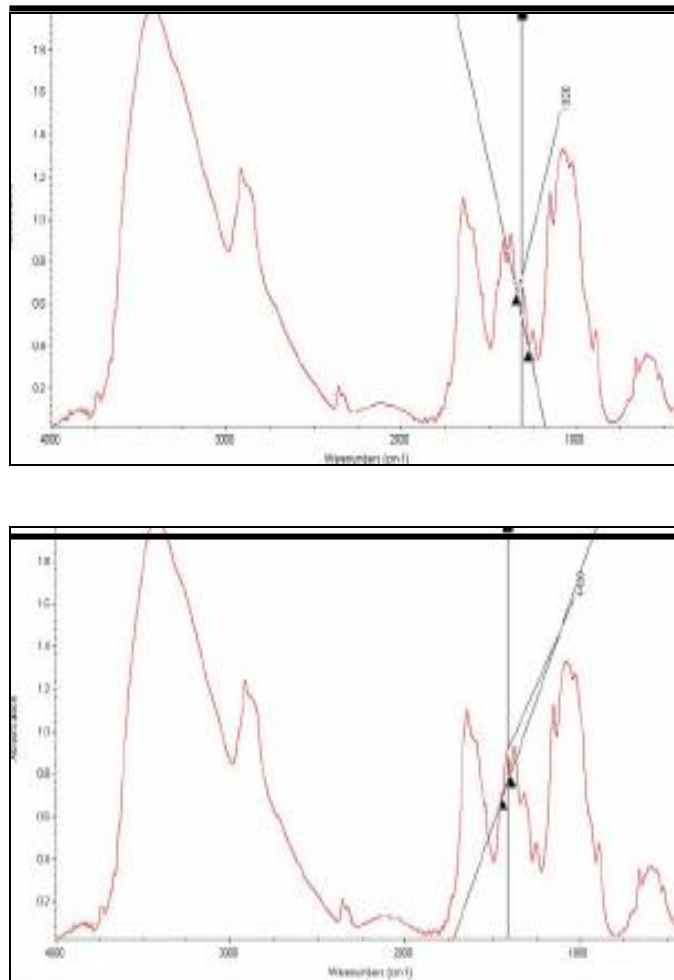
Willes, J. V. (2000). Water Vapor Transmission Rates of Chitosan Film. *Journal of Food Science*. vol 60, no 7.

Lampiran 1

## HASIL PERCOBAAN

### 1. Karakterisasi Kitosan sebagai *Coating* pada Stroberi

#### a. Derajat Deasetilasi



Gambar 1. Analisa FTIR

$$\text{Nilai DA\%} = 31.92 \left( \frac{A_{1320}}{A_{1420}} \right) - 12.20 = 31.92 \left( \frac{0.155}{0.144} \right) - 12.20 = 22.16$$

$$\text{Nilai DD \%} = 100 - \text{DA} = 77.84$$

**b. Analisa Proximat Kitosan**

Tabel 1. Analisa Proximat Kitosan

<i>Parameter</i>	<i>Hasil</i>
Kadar abu	0.46%
Kadar air	2.35%
Kadar nitrogen	7.69%
Warna	kuning kecoklatan
Berat Molekul	8,75 x 10 <sup>5</sup> Da
Ukuran partikel	5 mesh
Kadar Protein	10.41%

**2. Pengaruh Konsentrasi Kitosan terhadap Laju Pengeringan**

Pengukuran laju pengeringan dihitung dengan persamaan :

$$N = \left( \frac{grH_2O \text{ yang teruapkan}}{Luas permukaan (m^2) \times jam} \right)$$

- a. Stroberi sebelum *dicoating* kitosan

Tabel 2. Laju Pengeringan Stroberi sebelum di *coating* Kitosan

Kadar Air	Laju Pengeringan (gr/ m <sup>2</sup> .jam)
0.78	2825.16
0.77	2825.16
0.75	2825.16
0.73	2825.16
0.71	2825.16
0.70	2825.16
0.55	2345.46
0.52	2132.20
0.44	1705.76
0.29	1385.93
0.26	1385.93
0.24	1279.23
0.21	950

b. Stroberi + *coating* kitosan 1%

Tabel 3. Laju Pengeringan Stroberi + *coating* Kitosan 1%

Kadar Air	Laju Pengeringan (gr/ m <sup>2</sup> .jam)
0.78	2565.98
0.77	2565.98
0.75	2565.98
0.73	2565.98
0.71	2488.54
0.69	2488.54
0.60	1864.22
0.54	1789.62
0.51	1693.58
0.47	1547.34
0.43	1295.87
0.36	1117.87
0.24	800

c. Stroberi + *coating* kitosan 1.5 %

Tabel 4. Laju Pengeringan Stroberi + *coating* Kitosan 1,5%

Kadar Air	Laju Pengeringan (gr/ m <sup>2</sup> .jam)
0.78	2577.14
0.76	2577.14
0.74	2577.14
0.73	2577.14
0.67	2189.80
0.64	1864.22
0.62	1693.58
0.61	1789.62
0.50	1547.34
0.49	1295.87
0.46	1278.47
0.25	899
0.24	800

d. Stroberi + *coating* kitosan 2 %

Tabel 5. Laju Pengeringan Stroberi + *coating* Kitosan 2%

Kadar Air	Laju Pengeringan (gr/ m <sup>2</sup> .jam)
0.78	2468.59
0.76	2468.59
0.75	2468.59
0.73	2498.76
0.72	2498.76
0.70	2366.54
0.68	1864.35
0.62	1789.62
0.59	1544.98
0.55	1489.76
0.47	1295.87
0.36	1178.87
0.22	788

e. Stroberi + *coating* kitosan 2.5 %

Tabel 6. Laju Pengeringan Stroberi + *coating* Kitosan 2,5%

Kadar Air	Laju Pengeringan (gr/ m <sup>2</sup> .jam)
0.78	2214.97
0.77	2214.97
0.76	2214.97
0.74	2214.97
0.72	1763.12
0.70	1763.12
0.69	1763.12
0.68	1690.75
0.59	1511.29
0.56	1431.90
0.48	1234.24
0.43	1160.56
0.25	786

**e. Pengaruh Konsentrasi Kitosan terhadap Kandungan Gula Reduksi (%) selama Penyimpanan**

massa cawan + stroberi : 29,63 gr

massa stroberi : 0,53 gr

diameter stroberi : 3 cm jd  $A = 3.14 \times 0.03 \times 0.03 = 0.0028 \text{ m}^2$

Alat : Refraktometer AOAC 932.12

Tempat Penelitian : Laboratorium PT. Windika Utama Expor

Pengukuran kandungan gula reduksi ( %) :]

Tabel 6. Pengukuran Kandungan Gula Reduksi (%) selama tujuh hari

Hari ke-	Tanpa coating kitosan	+ kitosan 1%	+ kitosan 1.5%	+ kitosan 2%	+kitosan 2.5%
0	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
1	7.74	7.84	7.93	7.91	7.95
2	7.69	7.73	7.71	7.89	7.89
3	7.53	7.68	7.79	7.73	7.84
4	7.41	7.59	7.64	7.64	7.79
5	7.27	7.37	7.52	7.55	7.71
6	7.01	7.15	7.39	7.48	7.62
7	6.92	7.14	7.35	7.45	7.48

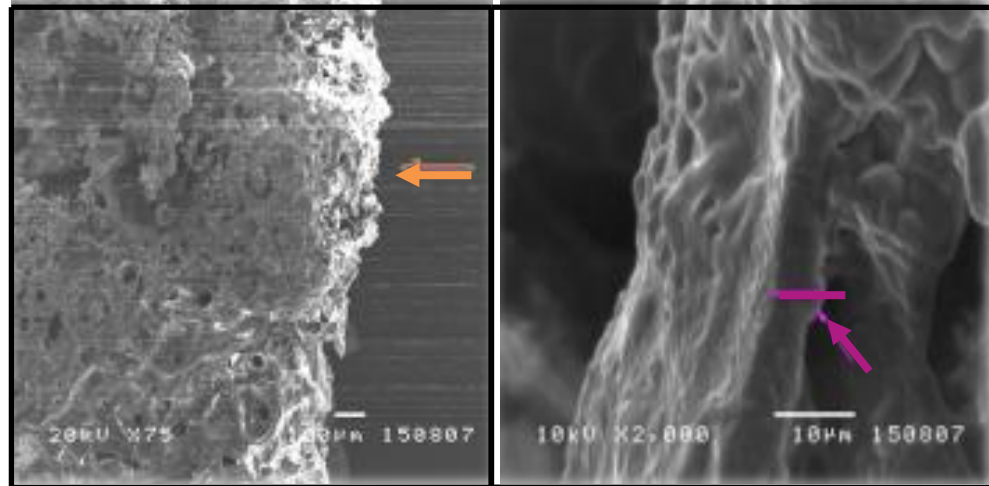
**f. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap penyusutan massa**

Tabel 7. Pengukuran Penyusutan Massa Stroberi ( gr) selama Tujuh Hari

pada Suhu 10, 30 dan 45°C

Hari ke-	Suhu 10°C	Suhu 30°C	Suhu 45°C
0	0.53	0.53	0.53
1	0.52	0.51	0.5
2	0.51	0.49	0.48
3	0.5	0.48	0.44
4	0.48	0.46	0.42
5	0.46	0.44	0.4
6	0.45	0.43	0.38
7	0.44	0.42	0.35

**g. Analisa SEM dan kandungan TPC**



Gambar 2. Analisa SEM ,

a). Stroberi tanpa *coating*, b). Stroberi dengan *coating* kitosan 2,5%

Tabel 7. Analisa *Total Plate Count* ( TPC)

Perlakuan	Jumlah mikroba ( log CFU/g) hari ke-								
	0	1	2	3	4	5	6	7	
Tanpa <i>coating</i>	3.831	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
Coating chitosan 1%	4.521	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
Coating chitosan 1,5%	4.094	9.773	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD	TBUD
Coating chitosan 2%	3.947	5.800	8.299	9.371	9.685	TBUD	TBUD	TBUD	
Coating chitosan 2,5%	4.940	5.796	7.993	8.075	8.624	9.174	9.339	9.887	

*Ket : TBUD : Tidak dapat dihitung ( jumlah terlalu banyak)*