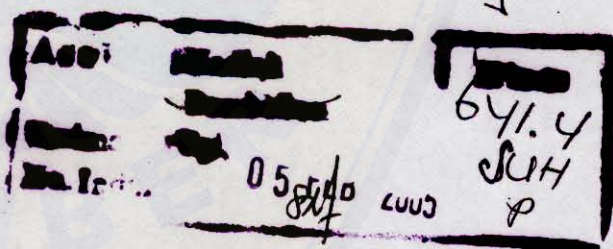


**PENGARUH PENAMBAHAN CMC DAN GLISEROL  
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK  
EDIBLE FILM DARI PATI JAGUNG**

**KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Sarjana Strata Satu (S1)  
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Oleh :

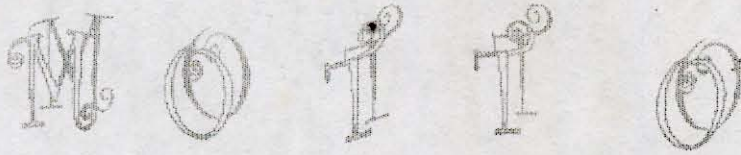


**SUHERMANTO**  
**NIM. 991710101035**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
2004**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Ir. UNUS, MS (DPU)**  
**TRIANA LINDRIATI, ST (DPA I)**  
**Ir. SIH YUWANTI, MP (DPA II)**



*OJO NNGGAWE SUSAAHE WONG LIYO YEN IKU BISO  
DIAYAI DEWE*

(Wong Jowo)

*Kegelapan Bisa Menyembunyikan Pepohonan dan  
Bunga-Bunga dari Pandangan Mata  
Tetapi Kegelapan Tidak Dapat Menyembunyikan Cinta Dari Jiwa*

(Kahlil Gibran)

Every Science Has for Its Ultimate Aim Nothing More  
Than Insight Into Reality, The Understanding of  
The Nature of The World and The Universe

(Faith Renewed)

**PERSEMBAHAN**

**Karya Tulis Ilmiah Ini Kupersembahkan Untuk :**

**ALLAH SWT. dan ROSULLULLOH MUHAMMAD SAW.** yang telah menghadirkan panji ISLAM ke dunia sehingga menjadi cahaya dalam setiap sudut kehidupan manusia

**Ayahanda Seradi dan Ibunda Supinah** yang telah mencurahkan segenap rasa cinta, kasih sayang, perhatian, nasihat serta do'a yang terus mengalir tiada putusnya. Aku takkan pernah sanggup membalas semuanya, hanya karya ini yang mampu aku haturkan

**Mbak Suci + Mas Pur ; Mas Didik + Mbak Ana ; Mbak Sri + Mas Badrun and my dear, Juki.** Kita adalah satu dan tetap akan menjadi satu, semoga kita pantas untuk membuat orang tua kita bangga, tanpa kalian aku bukan apa-apa

**Dosen Pembimbingku yang sangat kuhormati,** segala nasehat dari Bapak dan Ibu yang diberikan kepada penulis takkan mampu terbalas oleh apapun

**Almamaterku yang akan tetap aku junjung tinggi kehormatannya**

Special thank's to :

Yetty Harini Weniwati,  
*tanpa kelembutan dan campur tangan kedua lengan dan kakimu, karya besar ini akan sulit terwujud*

Jepank, Suto, Dono, Roy (*The Best Generation of '99 Class*),  
*kata mbak wim sih kita PANDAWA LIMO, semoga masing-masing cepat dapat Drupadi dan kita buat Lab. kembali menjadi heeeeeeeboh.....*

Ratna Indrianingrum,  
*kebersamaan ini bukan suatu kebetulan*

Skwad Losmen Ayu,  
*Wawan, Yanu, Eko, Mas Syamsul, Doni, Prast, Pak Topic & Mas Sian, kita akan tetap voli, makan, tidur, ngopi, nonton bola, nonton vcd sampe' tidur pun bareng, tapi jangan lupa bayar kos sama listrik lho, tanpa kalian aku bukan apa-apa*

Ogan, Fery, lin, Komar,  
*akhirnya kita bisa wisuda bareng ya... Nani kapan ?*

Luluk, Windy & Deasy,  
*kalian ini bukan hanya sekedar indah, lucu, tapi takkan terganti*

The Second Generation of Edible Film (Kiki, Reni, Sita, Maria),  
*tetap ceria dengan tensile, elongation, WVTR, pengaduk maupun oven, ini baru namanya penelitian, warnai Fakultas Teknologi Pertanian dengan Edible Film, OK!*

Thimex, Suhu, Mimik, Mbak Evy, Mbak Eny, Mbak Tyas, Erick, Eny, Komar, Anto', Andi, Juli,  
*& seluruh masyarakat Kediri di Jember yang tak mungkin disebut satu per satu, mari kita buat Jember serasa Kediri (IMAKA adalah IMAKA)*

Irza, Rika, Fatta, Yusup,  
*semangat kalian telah membarwaku mampu menatap gerbang kehidupan selanjutnya*

Seluruh Civitas Akademika Fakultas Teknologi Pertanian,  
*yang telah menjadikanku bukan sekedar maniasi biasa*

Diterima oleh :

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

Dipertanggungjawabkan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juni 2004

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

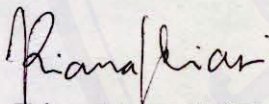
**Tim Penguji :**

Ketua



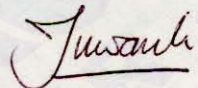
Ir. Unus, MS  
NIP. 130 368 786

Anggota I



Triana Lindriati, ST  
NIP. 132 207 762

Anggota II



Ir. Sih Yuwanti, MP  
NIP. 132 046 360

Mengetahui,  
Dekan, Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS  
NIP. 130 350 763

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul “ **PENGARUH PENAMBAHAN CMC DAN GLISEROL TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK EDIBLE FILM DARI PATI JAGUNG** “.

Karya Ilmiah Tertulis ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan banyak pihak. Oleh karena itu penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

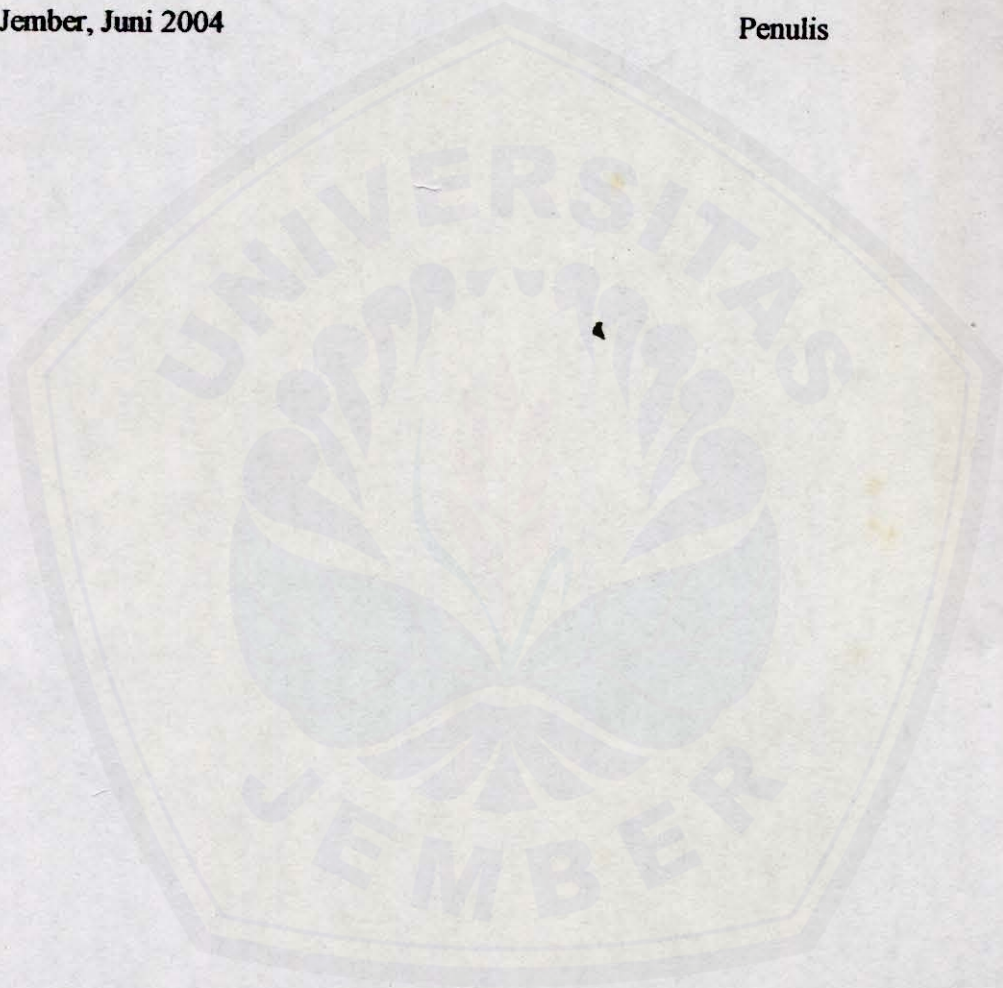
1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
3. Bapak Ir. Unus, MS., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) atas bimbingan dan saran-saran yang berguna bagi terselesainya penulisan ini.
4. Ibu Triana Lindriati, ST., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) atas bimbingan, motivasi dan masukan-masukan sampai terselesainya Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. Mbak Sari dan Mbak Ketut selaku teknisi laboratorium Penngendalian Mutu pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah banyak membantu selama penelitian berlangsung.
6. Mas Mistar dan Mbak Wim selaku teknisi laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
7. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara moril maupun material hingga terselesainya penulisan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Karya Ilmiah Tertulis ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Penulis berharap semoga Karya Ilmiah

Tertulis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dimasa yang akan datang ada pembaca yang bersedia meyempurnakan karya ini dengan melaksanakan kajian-kajian yang lebih mendalam dan luas dalam rangka mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya ilmu teknologi pertanian.

Jember, Juni 2004

Penulis





DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
RINGKASAN .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Edible Film</i> .....	4
2.2 Maizena (Pati Jagung) .....	4
2.3 Bahan Pembantu dalam Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	7
2.3.1 Air .....	7
2.3.2 Gliserol .....	8
2.3.3 CMC ( <i>Carboxy Methyl Cellulose</i> ).....	9
2.4 Perubahan yang Terjadi Selama Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	10
2.5 Hipotesa .....	12

**III. METODOLOGI PENELITIAN.**

3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	13
3.1.1 Bahan.....	13
3.1.2 Alat.....	13
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.3 Metodologi Penelitian.....	13
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.3.2 Rancangan Percobaan.....	14
3.4 Pengamatan.....	16
3.5 Prosedur Analisa.....	16
3.5.1 Kadar Air.....	16
3.5.2 Warna.....	17
3.5.3 Higroskopisitas.....	17
3.5.4 Kekuatan Tarik ( <i>Tensile Strenght</i> ).....	17
3.5.5 Perpanjangan ( <i>Elongation</i> ).....	18
3.5.6 Laju Transmisi Uap Air ( <i>Water Vapor Transmission Rate</i> ).....	18

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Kadar Air.....	19
4.2 Warna.....	21
4.3 Higroskopisitas.....	19
4.4 Kekuatan Tarik ( <i>Tensile Strenght</i> ).....	23
4.5 Perpanjangan ( <i>Elongation</i> ).....	24
4.6 Laju Transmisi Uap Air ( <i>Water Vapor Transmission Rate</i> ).....	28

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kasimpulan.....	30
5.2 Saran.....	30

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Maizena .....	7
2. Sidik Ragam Kadar Air <i>Edible Film</i> .....	18
3. Uji Beda Kadar Air <i>Edible Film</i> pada Berbagai Kombinasi Perlakuan .....	18
4. Sidik Ragam Warna <i>Edible Film</i> .....	20
5. Uji Beda Nilai Warna <i>Edible Film</i> pada Berbagai Konsentrasi CMC .....	20
6. Sidik Ragam Higroskopisitas <i>Edible Film</i> .....	21
7. Uji Beda Higroskopisitas <i>Edible Film</i> pada Berbagai Konsentrasi CMC .....	22
8. Uji Beda Higroskopisitas <i>Edible Film</i> pada Masing-Masing Kombinasi Perlakuan .....	22
9. Sidik Ragam Kekuatan Tarik <i>Edible Film</i> .....	24
10. Uji Beda Kekuatan Tarik <i>Edible Film</i> pada Berbagai Konsentrasi CMC .....	24
11. Uji Beda Kekuatan Tarik <i>Edible Film</i> pada Berbagai Konsentrasi Gliserol .....	25
12. Uji Beda Kekuatan Tarik <i>Edible Film</i> pada Masing-Masing Kombinasi Perlakuan .....	25
13. Sidik Ragam Perpanjangan <i>Edible Film</i> .....	26
14. Uji Beda Perpanjangan <i>Edible Film</i> pada Berbagai Konsentrasi CMC .....	27

15. Uji Beda Perpanjangan *Edible Film* pada Masing-Masing  
Kombinasi Perlakuan ..... 27

16. Sidik Ragam Laju Transmisi Uap Air *Edible Film*..... 29



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Amilosa.....	6
2. Struktur Amilopektin .....	6
3. Struktur <i>Sodium Carboxy Methyl Cellulose</i> (CMC).....	10
4. Diagram Alir Penelitian Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	14
5. Histogram Kadar Air <i>Edible Film</i> pada Berbagai Kombinasi Perlakuan.....	19
6. Histogram Nilai Warna <i>Edible Film</i> pada Berbagai Kombinasi Perlakuan...21	
7. Histogram Higroskopisitas <i>Edible Film</i> pada Berbagai Kombinasi Perlakuan .....	23
8. Histogram Kekuatan Tarik <i>Edible Film</i> pada Berbagai Kombinasi Perlakuan.....	26
9. Histogram Perpanjangan <i>Edible Film</i> pada Berbagai Kombinasi Perlakuan.....	28
10. Histogram Laju Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> Pada Berbagai Kombinasi Perlakuan.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

No Uraian	Halaman
1. Kadar Air <i>Edible Film</i> .....	39
2. Kadar Abu <i>Edible Film</i> .....	40
3. Nilai Warna <i>Edible Film</i> .....	41
4. Higroskopisitas <i>Edible Film</i> .....	42
5. Kekuatan Tarik <i>Edible Film</i> .....	43
6. Perpanjangan <i>Edible Film</i> .....	44
7. Laju Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i> .....	45
8. Uji efektifitas .....	46

Suhermanto, NIM : 991710101035 “ **PENGARUH PENAMBAHAN CMC DAN GLISEROL TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* DARI PATI JAGUNG** “, Jurusan Tekonologi Hasil Pertanian, Fakultas Tekonologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen Pembimbing : Ir. Unus, MS; Triana Lindriati, ST; Ir. Sih Yuwanti, MP

## RINGKASAN

Kemasan merupakan aspek penting dalam industri pengolahan pangan untuk mempertahankan kualitas produk. Kemasan yang sering digunakan dewasa ini adalah plastik. Keunggulan plastik diantaranya fleksible dan harga relatif murah. Tapi plastik juga mempunyai beberapa kelemahan diantaranya dapat mencemari produk dan tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami. Untuk menanggulangi kelemahan-kelemahan dari plastik beberapa produk pangan sekarang banyak menggunakan *edible film* atau *edible coating*. Kemasan ini relatif aman karena terbuat dari bahan-bahan alami, salah satunya adalah pati. Dalam pembuatan *edible film* atau *edible coating*, selain menggunakan pati sebagai bahan utama juga digunakan CMC sebagai bahan pengisi dan gliserol sebagai *plasticizer*,

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi CMC dan konsentrasi gliserol yang sesuai terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*, untuk mengetahui interaksi antara kedua faktor tersebut dan untuk mengetahui kombinasi terbaik dari kedua perlakuan.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) secara faktorial yang terdiri dari 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor A adalah Konsentrasi CMC, yaitu : 0,2 %, 0,25 %, 0,3 %. Faktor B adalah konsentrasi gliserol, yaitu : 0,25 %, 0,5 %, 0,75 %. Sedangkan parameter yang diamati adalah : kadar air, kadar abu, warna, higroskopisitas, kekuatan tarik, perpanjangan, dan kecepatan transmisi uap air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CMC berpengaruh sangat nyata terhadap warna, kadar air, kadar abu, higroskopisitas, kekuatan tarik, elongation sedangkan konsentrasi gliserol berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu dan kekuatan tarik. Interaksi CMC dan gliserol berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, higroskopisitas, kekuatan tarik, perpanjangan.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, teknologi pengemasan juga berkembang dengan pesat. Meskipun kemasan alami masih digunakan, akhir-akhir ini kemasan yang lebih modern telah banyak digunakan secara meluas. Sehari-hari dijumpai berbagai produk, terutama produk pangan menggunakan kemasan yang beragam, baik bahan, bentuk warna maupun fungsi dasarnya. Kemasan yang sering digunakan adalah plastik. Selain plastik, bahan kemasan yang banyak digunakan adalah kertas, aluminium foil, gelas, logam dan kayu.

Diantara bahan-bahan tersebut, plastik merupakan bahan kemasan yang sangat populer dan luas penggunaannya. Bahan kemasan ini memiliki berbagai keunggulan yaitu, fleksibel, transparan, tidak mudah pecah dan harganya relatif murah. Disamping memiliki berbagai kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahan pengemas lain, plastik juga mempunyai kelemahan, yaitu tidak tahan panas dan komponen yang berbahaya bagi kesehatan dapat berpindah sehingga mencemari produk, sehingga mengandung resiko keamanan dan kesehatan konsumen dan plastik termasuk bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami.

Untuk mengurangi jumlah pemakaian plastik, beberapa macam makanan dilapisi dengan suatu lapisan film yang dapat dimakan, yang disebut *edible film* atau *edible coating*. Cara ini memberikan kemudahan bagi konsumen karena bahan pangan dengan *edible coating* dapat langsung dikonsumsi. Lapisan film ini dapat melindungi makanan terhadap penguapan atau reaksi lainnya, mencegah perubahan kualitas pada pangan, mencegah masuknya gas, uap air maupun cairan, sehingga mengurangi susut bahan pangan dan memperpanjang umur simpan (Winarno, 1993; Hastuti, dkk., 1999; Yun 2002).

Pelapisan buah-buahan dengan *edible coating* dapat menurunkan susut pascapanen. Pelapisan film dapat menurunkan susut buah alpokat dari 30% menjadi 15% (Yun, 2002). Dalam dunia perdagangan, hal tersebut tentunya sangat berpengaruh terhadap harga dan daya tarik konsumen.



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, teknologi pengemasan juga berkembang dengan pesat. Meskipun kemasan alami masih digunakan, akhir-akhir ini kemasan yang lebih modern telah banyak digunakan secara meluas. Sehari-hari dijumpai berbagai produk, terutama produk pangan menggunakan kemasan yang beragam, baik bahan, bentuk warna maupun fungsi dasarnya. Kemasan yang sering digunakan adalah plastik. Selain plastik, bahan kemasan yang banyak digunakan adalah kertas, aluminium foil, gelas, logam dan kayu.

Diantara bahan-bahan tersebut, plastik merupakan bahan kemasan yang sangat populer dan luas penggunaannya. Bahan kemasan ini memiliki berbagai keunggulan yaitu, fleksibel, transparan, tidak mudah pecah dan harganya relatif murah. Disamping memiliki berbagai kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahan pengemas lain, plastik juga mempunyai kelemahan, yaitu tidak tahan panas dan komponen yang berbahaya bagi kesehatan dapat berpindah sehingga mencemari produk, sehingga mengandung resiko keamanan dan kesehatan konsumen dan plastik termasuk bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami.

Untuk mengurangi jumlah pemakaian plastik, beberapa macam makanan dilapisi dengan suatu lapisan film yang dapat dimakan, yang disebut *edible film* atau *edible coating*. Cara ini memberikan kemudahan bagi konsumen karena bahan pangan dengan *edible coating* dapat langsung dikonsumsi. Lapisan film ini dapat melindungi makanan terhadap penguapan atau reaksi lainnya, mencegah perubahan kualitas pada pangan, mencegah masuknya gas, uap air maupun cairan, sehingga mengurangi susut bahan pangan dan memperpanjang umur simpan (Winarno, 1993; Hastuti, dkk., 1999; Yun 2002).

Pelapisan buah-buahan dengan *edible coating* dapat menurunkan susut pascapanen. Pelapisan film dapat menurunkan susut buah alpokat dari 30% menjadi 15% (Yun, 2002). Dalam dunia perdagangan, hal tersebut tentunya sangat berpengaruh terhadap harga dan daya tarik konsumen.

*Edible film* atau *edible coating* dapat membantu memenuhi kebutuhan didalam pemasaran makanan yang bergizi, aman, berkualitas tinggi, stabil dan ekonomis, serta dapat mengendalikan transfer masa antar komponen di dalam produk, demikian juga antara produk dan lingkungan. Komponen utama *edible film* pada umumnya merupakan bahan yang aman dikonsumsi seperti: lemak, protein, selulosa, pati dan polisakarida yang lain (Krochta dan Johnston, 1997).

Maizena (pati jagung) merupakan pati yang mudah diperoleh dan banyak dijumpai di Indonesia. Selama ini masyarakat masih memanfaatkan jagung sebagai bahan makanan pengganti beras, sehingga dengan adanya penelitian tentang *edible film* ini akan mampu menaikkan nilai ekonominya. Selain itu, kandungan amilosa dari pati jagung yang tinggi, yaitu sekitar 26 % (Winarno, 1997), diharapkan mampu membentuk film yang kuat dan fleksible.

Pada pembuatan *edible film* diperlukan bahan-bahan tambahan untuk meningkatkan karakter fisik dan mekanisnya. Bahan-bahan tersebut antara lain CMC dan gliserol. CMC berfungsi sebagai bahan pengisi dalam pembentukan matriks. Sedangkan gliserol berfungsi sebagai *plasticizer*, dengan adanya penambahan gliserol akan meningkatkan elastisitasnya dan menurunkan *barrier* propertinya. Sehingga sifat *edible film* selain dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi pati juga dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pengisi (CMC), konsentrasi *plasticizer* (gliserol) dan kondisi proses pembuatan film.

## 1.2 Permasalahan

Untuk meningkatkan karakter fisik dan mekanik *edible film* perlu ditambahkan bahan aditif, antara lain CMC dan gliserol. Namun berapa konsentrasi dari CMC maupun gliserol yang tepat untuk menghasilkan *edible film* dari pati jagung yang baik belum diketahui.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi CMC dan gliserol terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari pati jagung yang dihasilkan.
- b. Mengetahui pengaruh interaksi antara konsentrasi CMC dan gliserol terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari pati jagung yang dihasilkan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat:

- a. Memberikan informasi tentang teknologi pembuatan *edible film* dari pati
- b. Meningkatkan daya guna pati jagung.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Edible Film*

*Edible film* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, diletakkan diantara komponen makanan yang berfungsi sebagai *barier* terhadap transfer massa (misal kelembaban/uap air, oksigen dan gas lain, lipid dan zat terlarut) dan sebagai *carrier* bahan makanan, untuk memperbaiki penanganan pangan serta dapat digunakan untuk mempertahankan kualitas pangan, sekaligus melindunginya dari serangan mikroba (Anonim, 2003; Marseno, dkk., 1999). *Edible film* layak dimakan, namun bila dikehendaki tidak turut dikonsumsi, *edible film* dapat didaur ulang dengan hanya menggunakan peralatan domestik karena dapat dibuat dari biopolimer bahan hasil pertanian (termasuk limbahnya) seperti polisakarida, lemak, dan protein, baik sebagai senyawa tunggal maupun dalam bentuk campuran. Sebagai sumber polisakarida antara lain kulit jeruk (sumber pektin), ubi kayu (pati), dan rumput laut (alginat). Dengan demikian bahan dasar pembuatan *edible film/coating* termasuk dalam kriteria GRAS (*generally recognized as safe*) yang dikeluarkan FDA maupun FAO (Damat, 1999; Marseno, 1999).

Komposit film polisakarida-lipida, pada emulsi atau bentuk yang dilapiskan, mempunyai sifat kombinasi antara ketuhan struktur dan *barier* terhadap oksigen pada film polisakarida dengan sifat *barier* terhadap air pada film lipida (Wu, et al, 2001). *Edible film* dan *edible coating* dapat mencegah perubahan mutu pangan karena melindungi kandungan gizi, warna, dan memelihara agar kehilangan berat tidak tinggi, mencegah masuknya zat-zat beracun, membawa komponen aktif, dan meningkatkan integritas mekanis dari makanan sehingga memperpanjang umur simpan. Hal ini karena *edible film* dapat menghambat reaksi oksidasi karena mempunyai sifat *barier* terhadap uap air, oksigen, minyak, terhadap perpindahan aroma antara komponen pangan yang berdekatan dan/atau pangan dengan lingkungan (Cuppett dalam Wu, et al, 2001; Gontard *et al.*, 1993; Perez-Gago *et al.*, 1999; Perez-Gago dan Krochta, 2001).

Salah satu jenis polisakarida yang telah dikembangkan sebagai bahan *edible* dan *biodegradable film* adalah pati. *Edible film* dari pati memiliki kelemahan antara lain mudah mengalami hidrasi, mengembang dengan cepat dan mudah sobek. Untuk mengatasi kelemahan ini dilakukan modifikasi dengan penambahan asam lemak, hidroksipropil. *Edible film* yang dihasilkan mempunyai sifat fisik, ketahanan kimia dan mekanik sama dengan plastik, namun ketahanan terhadap uap air sangat rendah. Komponen pati yang telah banyak dipakai sebagai *coating* adalah amilosa dan telah terbukti dapat mempertahankan stabilitas kentang maupun almond (Layuk, dkk., 2001; Marseno, dkk., 1999).

Tapioka dan maizena merupakan jenis pati yang mungkin digunakan dalam pembuatan *edible film*. Menurut Hersko dan Nussinovich dalam Wijjarsih, (2001), *edible film* dari tapioka dan maizena memiliki karakteristik: kejernihan tinggi, permukaan halus dan transparan, kehalusan tinggi dan berurutan (berstruktur), sifat melentur tinggi, kekenyalan, kekerasan dan daya tahan lipat tinggi, kekuatan bagian dalam tinggi, daya rentang dan kekuatan lapis tinggi, dan daya larut lapisan tinggi.

Selama bahan dilapisi dengan *edible film* akan terjadi transfer massa melalui film tersebut dengan 3 tahap difusi. Pertama pergerakan dari pelarut ke permukaan film dan terserap ke dalam matriks film. Kedua difusi melalui film dengan melewati lubang-lubang yang terbentuk oleh pergerakan rantai-rantai polimer. Ketiga evaporasi permukaan film dan dispersi ke dalam udara (Layuk, dkk., 2001).

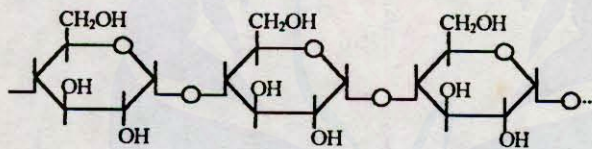
## 2.2 Maizena (Pati Jagung)

Pati merupakan polimer karbohidrat yang dibentuk dari ratusan atau ribuan unit glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik sehingga membentuk rantai yang panjang dalam bentuk granula. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C-nya. Pati terdiri dari 44,4% karbon, 6,2% hidrogen dan 49,4% oksigen (Iryanto dalam Wijjarsih, 2001; Winarno, 1997).

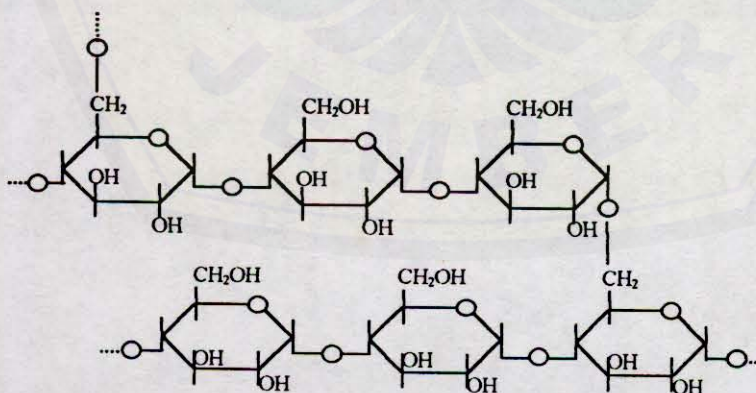
Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Amilosa

mempunyai berat molekul 250.000, strukturnya lurus yang terdiri dari 70-350 unit glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa, rantai lurusnya cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain dan berikatan melalui ikatan hidrogen, sedang amilopektin mempunyai berat molekul 1.000.000 yang terdiri dari 100.000 unit glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4) -D-glukosa dan cabangnya  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa sebanyak 4 -5% dari berat total (Winarno,1997). Gambar amilosa dan amilopektin berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.

Komposisi amilosa dan amilopektin pada pati sangat beragam tergantung sumber patinya, akan tetapi pada umumnya mengandung amilosa sebanyak 22-26% dan amilopektin sebanyak 74-76% (Wistler dalam Wigiharto, 2002). Pati dengan kandungan amilopektin tinggi (99-100%) disebut *waxy starch*. Pati ini bersifat *long texture* (Smit, 1981).



**Gambar 1. Struktur Amilosa (Percival, 1953)**



**Gambar 2. Struktur Amilopektin (Percival, 1953)**

Maizena merupakan bahan dasar pada banyak produksi makanan, yang dapat memberikan susunan atau tekstur dan konsistensi, maupun energi. Pati jagung adalah polimer yang terdiri dari unit anhidroglukopiranos. Maizena

mengandung amilosa sebanyak 26% dan amilopektin sebanyak 74% dengan suhu gelatinisasi berkisar 62-70°C (Zobel dan Stephen dalam Stephen, 1995; Winarno, 1997). Sedangkan maizena dari jenis jagung ketan (*waxy maize*) mempunyai kandungan amilosa 1% dan amilopektin 99% (Smit, 1981). Gel maizena bersifat kuat dan tidak tembus cahaya dikarenakan pemecahan amilosa (Hui, 1991). Adapun komposisi maizena dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi Maizena**

Komponen	Jumlah per 100 g Bdd
Kalori	343 kal
Protein	0,3 g
Karbohidrat	85 g
Kalsium	20 mg
Fosfor	30 mg
Besi	1,5 mg
Air	14 g
Bdd	100 %

Sumber : Anonim (1981)

### 2.3 Bahan Pembantu dalam Pembuatan *Edible Film*

Dalam pembuatan *edible film* diperlukan bahan-bahan pembantu seperti air, gliserol, dan CMC.

#### 2.3.1 Air

Air dalam pengolahan pangan berperan sebagai pelarut dari beberapa komponen, sebagai bahan pereaksi, sebagai media reaksi yang menstabilkan pembentukan biopolimer dan sebagai bahan yang dapat mendispersikan berbagai senyawa yang ada dalam bahan makanan. Air ini merupakan pelarut yang baik bagi larutan ionik dan polar, dan pelarut yang tidak baik bagi larutan non polar. Larutan dalam air dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu ionik dan molekuler (Page, 1989; Purnomo, 1995). Molekul air berpengaruh terhadap sifat film, misalnya sebagai *plasticizer* universal dan pembengkakan (*swelling*) (Chang, et al. 2000; De beaufort dan Voilley, 1994).

### 2.3.2 Gliserol

Gliserol berperan sebagai *plasticizer agent*. Gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada intramolekuler (Anonim, 2003; Le Tien, *et al*, 2001). *Plasticizer* didefinisikan sebagai bahan non volatil, bertitik didih tinggi yang jika ditambahkan pada material lain dapat merubah sifat fisik dari material tersebut. Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler, meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas film, dan menurunkan sifat *barrier* film, menanggulangi kerapuhan yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler, meningkatkan permeabilitas *edible film* terhadap gas, uap air, dan pelarut (Anonim, 2003; Delporte dalam Choi dan Han, 2001; Han dan Krochta, 1999; Krochta dan de Mulder-Johnston, 1997).

*Plasticizer* biasanya merupakan molekul monomerik, ketika bereaksi dengan senyawa polimer yang mempunyai ikatan polar atau ikatan hidrogen, maka posisi *plasticizer* tersebut berada diantara ikatan inter molekul, sehingga menambah jarak diantara rantai yang berdekatan. Dengan demikian mengurangi kekuatan mekanik dan meningkatkan fleksibilitas dari struktur yang *rigid/kaku* (Tadmor dan Gogos, 1979).

*Plasticizer* mampu mengubah karakteristik mekanik. Penambahan *plasticizer* akan mampu meningkatkan perpanjangan dan kekuatan tarik film. Saat mencapai titik kritis penambahan *plasticizer* akan menurunkan perpanjangan dan kekuatan tarik film. Selain kemampuannya untuk mengurangi ikatan hidrogen dan meningkatkan ruang intermolekul tidak hanya menyebabkan peningkatan fleksibilitas film, tetapi juga memberikan rongga yang memungkinkan terjadinya difusi molekul penetran (Slade dan Levine dalam Layuk, 2001). Peningkatan kadar *plasticizer*(gliserol) menghasilkan formasi matrik polimer lebih banyak sehingga menurunkan *tensile strength* dan menaikkan *elongation at break* (Choi dan Han, 2001; Arvanitoyannis dan Billiaders, 1998).

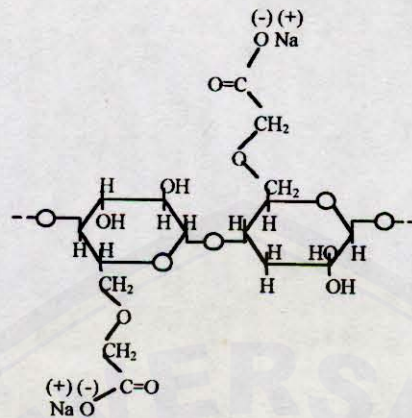


### 2.3.3 CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

CMC adalah suatu turunan selulosa yang mudah larut dalam air dengan derajat kemurnian 99,5% dan merupakan suatu rantai polimer anionik. CMC yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman adalah garam *sodium carboxymethyl cellulose* yang dalam bentuk murninya disebut gum selulosa, dengan derajat substitusi 0,65-0,85.

Kelarutan CMC dipengaruhi oleh konsentrasi, suhu, pH dan adanya garam. CMC yang digunakan sebaiknya dalam konsentrasi rendah karena jika konsentrasi terlalu tinggi CMC tidak lagi terdispersi di dalam larutan melainkan membentuk gumpalan-gumpalan yang mengapung di permukaan yang disebabkan molekul air sudah terikat semua. Semakin tinggi suhu yang digunakan kelarutan CMC semakin besar. Pengaruh pH terhadap kelarutan CMC, yaitu di dalam larutan asam ( $\text{pH} < 3$ ) CMC mengendap dan pH optimal kelarutan adalah pH 5. Penambahan garam juga sangat berpengaruh terhadap kelarutan CMC karena bahan ini sudah dalam bentuk garam sehingga jika dilarutkan dalam suatu pelarut akan terurai menjadi ion-ionnya dan akan mengikat ion CMC yang sudah terurai dan membentuk suatu ikatan lagi yang keberadaannya bersifat menghambat kelarutan CMC (Harper, 1985; Winarno, 1984; Winarno, 1997)

CMC merupakan senyawa kimia yang banyak digunakan untuk menstabilkan suatu sistem dispersi dalam pengolahan suatu makanan atau minuman, memperbaiki ketahanan terhadap air dan meningkatkan daya serap air. CMC dapat mengikat air dan terdispersi dalam larutan sehingga dapat menahan zat-zat yang terdispersi (Anggrahini, 1999). CMC dapat digunakan sebagai pembentuk film, namun memerlukan adanya *plasticizer*. CMC bersifat viskoelastis. Penambahan CMC pada formulasi film terletak pada peranan matrik (Ganz, 1977; Le Tien, et al. 2001). Struktur CMC ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur *Sodium Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) (Ganz, 1997)

#### 2.4 Perubahan-Perubahan yang Terjadi Selama Pembuatan *Edible Film*

Selama pembuatan *edible film* terjadi proses gelatinisasi, retrogradasi, polimerisasi.

Gelatinisasi terjadi pada proses pemanasan. Bila pati dimasukkan ke dalam air dingin, granula patinya akan menyerap air dan membengkak. Namun demikian jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas. Air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai kadar 30%. Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu antara 55° sampai 65°C merupakan pembengkakan yang sesungguhnya, dan setelah pembengkakan ini granula pati dapat kembali pada kondisi semula. Granula pati dapat dibuat membengkak luar biasa, tetapi bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula. Perubahan tersebut disebut gelatinisasi. Suhu pada saat granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi (Winarno, 1997).

Gelatinisasi mula-mula terjadi pada daerah yang *amorf*. Perubahan yang paling mudah diamati selama pemanasan suspensi pati adalah kenaikan kejernihan dan kekentalannya. Terjadinya translusi larutan pati tersebut biasanya diikuti pembengkakan granula. Bila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat daripada daya tarik-menarik antar molekul pati didalam granula akibat dari ikatan hidrogen antar molekul pati menurun selama pemanasan, air dapat masuk

ke dalam butir-butir pati. Hal inilah yang menyebabkan bengkaknya granula tersebut. Pengelembungan awal cepat, diikuti dengan pengelembungan lebih lanjut, apabila suhu terus ditingkatkan dan terdapat cukup air. Kekentalan selanjutnya turun, pada saat kerusakan granula yang terjadi karena pengadukan. Akhirnya keseimbangan tercapai antara granula yang utuh dan pecahan-pecahan granula pati yang tersebar berupa koloid. Tingkat gelatinisasi dipengaruhi oleh pH, kecepatan pemasakan, konsentrasi pati, dan lain-lain. Apabila konsentrasi pati tinggi maka gel yang terbentuk semakin kuat (Haryadi, 1993; Smit, 1981; Winarno, 1997).

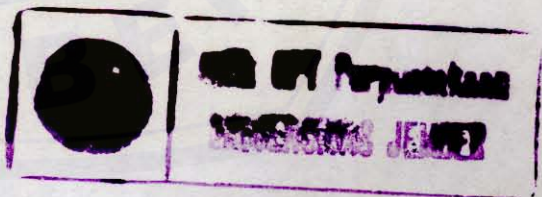
Bila gel pati tersebut kemudian mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula. Melalui ikatan hidrogen intermolekuler dengan demikian mereka menggabungkan butir pati yang membengkak itu menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disebut retrogradasi. Laju retrogradasi dipengaruhi oleh suhu, ukuran, bentuk dan kepekatan molekul-molekul pati dan oleh keberadaan bahan lain. Retrogradasi berakibat pengurangan kelentingan suspensi pati (Haryadi, 1993; Winarno, 1997). Apabila gelatinisasi tinggi, tingkat retrogradasi juga tinggi sehingga gel yang terbentuk semakin kuat (Haryadi, 1995). Retrogradasi ini terjadi pada saat tempering.

Pada waktu pemanasan juga terjadi polimerisasi. Polimerisasi merupakan reaksi pembentukan polimer (Hadi, 2004). Dasar pembentukan polimer berdasarkan kemampuan dari monomer untuk saling berikatan melalui ikatan kovalen dan akan menghasilkan rantai molekul yang linier, bercabang atau tiga dimensi. Pada saat molekul pati saling berikatan, gliserol akan menyusup diantara molekul pati dan berkompetisi dengan hidrogen dalam membentuk ikatan antara pati-pati, pati-gliserol sedangkan CMC menyisip pada rantai polimer sehingga akan mengurangi gaya tarik intermolekuler. Menurut Martino dan Polo dalam Turhan (2001), *plasticizer* akan bergabung dengan sisi polar dari rantai polimer.

Dan pada saat terjadinya polimer, terjadi perubahan-perubahan sifat fisika, kimia dan elektrik (Tadmor dan Gogos, 1997; Turhan, et al., 2001).

## 2.5 Hipotesis

1. Penambahan konsentrasi CMC dan gliserol berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*.
2. Interaksi antara CMC dan gliserol berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*.



### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.1.1 Bahan

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati jagung. Selain itu ditambahkan juga CMC sebagai bahan pengisi, gliserol sebagai *plasticizer*, NaCl digunakan untuk analisa WVTR dan aquades sebagai pelarut.

##### 3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *shaker water bath*, *universal testing machine*, oven, desikator, stoples, cawan/cup, spatula, mikrometer, jangka sorong, timbangan analitik, kurs porselin dan tanur pengabuan, alat-alat gelas, dan colour reader.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan laboratorium Pengendalian Mutu Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2003 – April 2004.

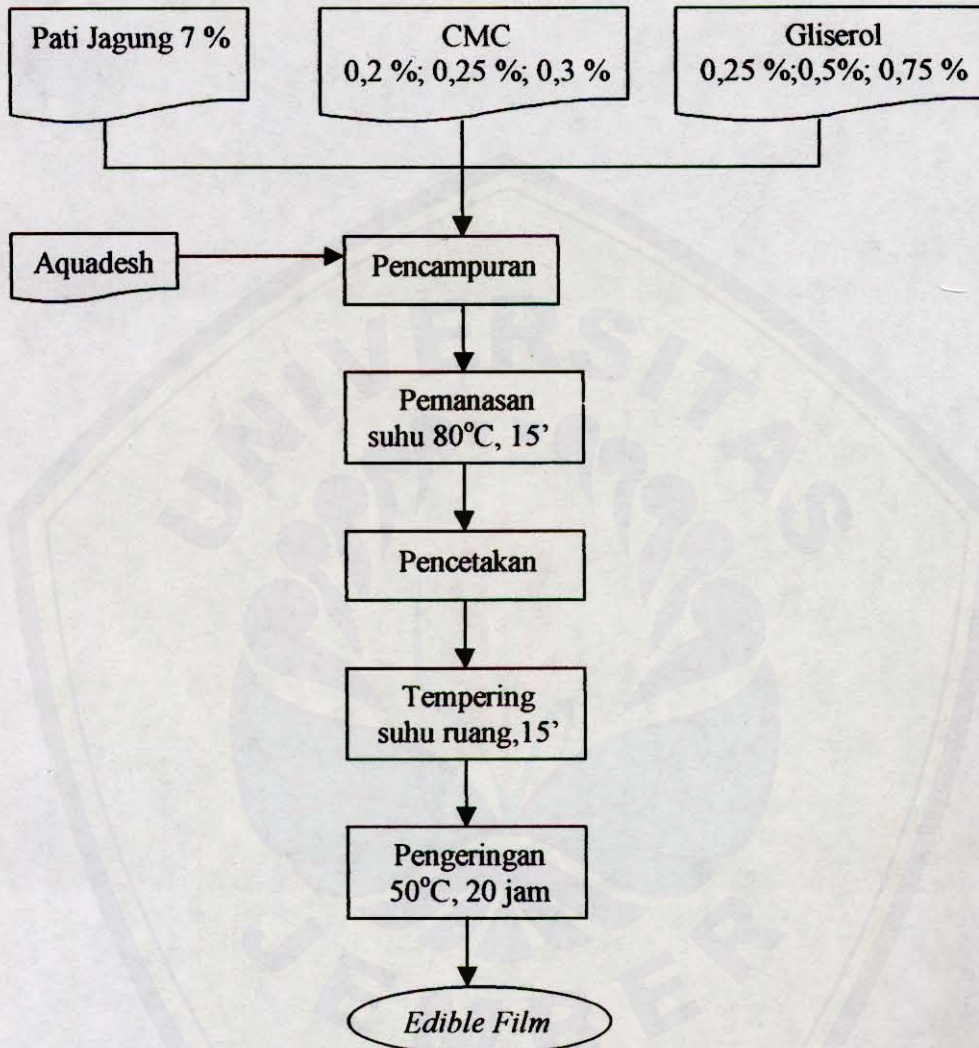
#### 3.3 Metode Penelitian

##### 3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini dibuat *edible film* dengan bahan dasar pati jagung, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.

Larutan pati dengan konsentrasi 7 % disiapkan dengan pelarut aquades. Kemudian ditambahkan CMC sebanyak (0,2 %; 0,25 %; 0,3 %) dan gliserol sebanyak (0,25 %; 0,5 %; 0,75 %) serta diaduk secara manual. Larutan tersebut dipanaskan dengan *water bath* pada suhu 80°C selama 15 menit sambil digoyang reguler dan diaduk secara manual. Kemudian *edible film* dicetak diatas petridish dengan memakai standart berat per satuan luas ( $\text{g/cm}^2$ ) dan didiamkan sekitar 15

menit serta dimasukkan ke dalam oven pada suhu 50°C selama 20 jam. Diagram alir pembuatan dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Pembuatan *Edible Film***

### 3.3.2 Rancangan Percobaan

Digunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dua faktor yakni konsentrasi CMC dan konsentrasi gliserol. Faktor A terdiri dari 3 level dan faktor B terdiri dari 3 level sehingga perlakuan kombinasinya ada 9.

Faktor A = Konsentrasi CMC

A1 = 0,2 %

A2 = 0,25 %

A3 = 0,3 %

Faktor B = Konsentrasi gliserol

B1 = 0,25 %

B2 = 0,5 %

B3 = 0,75 %

Kombinasi dari perlakuan adalah sebagai berikut:

A1B1	A2B1	A3B1
A1B2	A2B2	A3B2
A1B3	A2B3	A3B3

Model matematika yang diajukan dari rancangan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

dimana;

$Y_{ijk}$  = Respon atau nilai pengamatan untuk faktor A level ke-i dan faktor B level ke-j serta ulangan ke-k

$\mu$  = Nilai tungan umum

$\alpha_i$  = Pengaruh level ke-i faktor A

$\beta_j$  = Pengaruh level ke-j faktor B

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Pengaruh interaksi AB pada level ke-i faktor A dan level ke-j faktor B

$R_k$  = Pengaruh kelompok ke-k

$E_{ijk}$  = Galat percobaan level ke-i faktor A dan level ke-j faktor B

(Gasperz, 1994).

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

### 3.4 Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi:

- a. Kadar air (Metode Thermogravimetri, Sudarmadji, dkk., 1986)
- b. Warna (Metode colour reader)
- c. Higroskopisitas (Metode Penimbangan, Hariyadi, 1990)
- d. Kekuatan tarik/*Tensile Strength* (Metode Standart ASTM, Chang, et al. 2000)
- e. Perpanjangan/*Elongation* (Metode Standart ASTM, Chang, et al. 2000)
- f. Kecepatan transfer uap air/*Water vapor transmission rate* (Metode *Gravimetric Dessicant*, ASTM, 1995)

### 3.5 Prosedur Analisis

#### 3.5.1 Kadar Air (Metode Thermogravimetri, Sudarmadji, dkk., 1986)

Penentuan kadar air dengan metode thermogravimetri yaitu mengeringkan botol timbang dalam oven selama 15 menit pada  $T = 105^{\circ}\text{C}$ , kemudian didiamkan dalam desikator dan ditimbang (a g). Setelah itu menimbang sampel sebanyak 1-2 g dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya (b g) dan memasukkannya ke dalam oven selama 3-5 jam pada suhu  $100-105^{\circ}\text{C}$ . Setelah kering lalu diambil dan didiamkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang lagi. Perlakuan dilakukan berulang kali sampai diperoleh berat konstan (c g) dengan selisih penimbangan berturut-turut 0,002 g. Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan.

$$\text{Kadar air (wb)} = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100\%$$

#### 3.5.2 Warna (Metode Colour reader CR-10)

Penentuan warna adalah dititikkan pada tingkat kecerahan dengan menggunakan  $L^*$  dengan 5 kali ulangan tiap sampel.

#### 3.5.3 Higroskopisitas (Metode Penimbangan, Hariyadi, 1990)

Higroskopisitas dapat dilakukan dengan cara menimbang film sebagai berat awal (a gram) kemudian film dibiarkan dalam desikator selama 24 jam dan



ditimbang beratnya sebagai berat akhir( $b$  gram). Berat akhir dikurangi berat awal dan dibagi berat awal kemudian dikalikan 100%, maka dapat diketahui daya serap airnya atau higroskopisitasnya.

$$\text{Higroskopisitas} = \frac{(b-a)}{(a)} \times 100\%$$

#### 3.5.4 Kekuatan tarik/*tensile strength*(Metode Standart ASTM, Chang, *et al.* 2000)

Potongan film dengan ukuran lebar 1 cm dan panjang 2 cm disimpan dahulu didalam desikator berisi silika gel. Kemudian film diukur, dengan menggunakan *Universal Testing Machine*. Kekuatan tarik(Pa) ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum(N) dengan luas area specimen film( $m^2$ ).

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

#### 3.5.5 Perpanjangan /*elongation*(Metode standart ASTM, Chang, *et al.* 2000)

Potongan film dengan ukuran lebar 1 cm dan panjang 2 cm disimpan dahulu didalam desikator berisi silika gel. Kemudian film diukur menggunakan *Universal Testing Machine*. Perpanjangan(%) ditentukan dari perbandingan *extention at break* dari specimen dengan *gauge length* awal dikalikan 100.

#### 3.5.6 Laju Transmisi Uap Air/*Water Vapor Transmission Rate*/WVTR (Metode *Gravimetric Dessicant*, ASTM, 1995)

Cawan yang berisi silika gel dengan berat 10 g ditutup dengan film yang akan diuji. Permukaan antara cawan dengan film dilapisi lilin, lalu permukaan luar film diikat dengan isolasi plastik sehingga cawan tertutup rapat. Cawan tersebut dimasukkan dalam desikator yang diisi dengan NaCl 40% (b/v). Simpan toples tersebut pada suhu 25°C berat cawan ditimbang tiap 24 jam selama 5 hari. Kecepatan perubahan berat film dibagi luas area film merupakan nilai WVTRnya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang *edible film* dari pati jagung dengan variasi konsentrasi CMC dan gliserol dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsentrasi CMC berpengaruh terhadap warna, higroskopisitas, kekuatan tarik, perpanjangan dan tidak berpengaruh pada laju transmisi uap air.
2. Konsentrasi gliserol berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan tidak berpengaruh pada kadar air, warna, higroskopisitas, perpanjangan dan laju transmisi uap air.
3. Terdapat interaksi CMC dan gliserol berpengaruh terhadap kadar air, higroskopisitas, kekuatan tarik, perpanjangan dan berpengaruh nyata terhadap laju transmisi uap air.

### 5.2 Saran

1. Film yang dihasilkan dalam penelitian ini masih bersifat *brittle* dan peka terhadap lingkungan sehingga perlu penelitian untuk aplikasinya.
2. Perlu penelitian lagi mengenai bahan aditif lain untuk meningkatkan sifat fisik dan mekaniknya, misalnya sumber pati lain, protein atau lemak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, S. 1999. "Pengaruh Penambahan CMC dan Kuning Telur terhadap Karakteristik Santan Instan". Dalam D. Darmadji, Suparno, I.S. Utami dan N. Darmawan(Ed). **Prosiding Seminar Nasional Pangan**. Yogyakarta.
- Anonim. 1981. **Daftar Komposisi Bahan Makanan**. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- . 2001. **Ilmu Pengetahuan Bahan**. Jakarta: PT. Indofood Sukses Makmur.
- . 2003. "Edible Film". **Jurnal Teknologi Pangan dan Agroindustri**. Vol. 1. No. 12. p. 183-185.
- Arvanitoyannis, I. And C.G. Biliaderis. 1998. "Physical Properties of Polyol-Plasticized Edible Film Made from Sodium Caseinate and Soluble Starch Blends". **Food Chemistry**. Vol. 62. No. 3. Great Britain: Elsevier Science Ltd. p. 333-342.
- Chang, Y.P., P.B. Cheah, dan C.C. Seow. 2000. "Plasticizing-Antiplasticizing Effect of Water on Physical Properties of Tapioca Starch Films in the Glassy State". **Journal of Food Science**. Vol.65. No.3. p. 445-451.
- Debeaufort, F. and A. Volley. 1994. "Aroma Compound and Water Vapor Permeability of Edible Films and Polymeric Packagings". **Journal Agriculture Food Chemistry**. Vol. 42. No. 12. p. 2871-2875.
- De Man, J.M. 1988. **Kimia Makanan**. Terjemahan Kosasih Padmawinata dari Principles of food Chemistry. Bandung: Penerbit ITB.
- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Terjemahan Muchji Muljohardjo dari The Technology of Food Preservation, Third edition. Jakarta: UI-Press.
- Damat. 1999. " Pengaruh pH dan Konsentrasi Protein terhadap Sifat Fungsional Edible Film". **Jurnal Tropika**. Vol. 7. No. 1. p. 10-19.
- Ganz, A.J. 1977. Cellulose Hydrocolloids. Dalam H.D. Graham(Ed). **Food Colloids**. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc.
- Gasperz, V. 1994. **Metode Perancangan Percobaan**. Bandung: Armico.

- Hadi, S.N. 2004. **Ancaman Polimer Sintetik bagi Kesehatan Manusia** (Bagian I). [http:// www. Chem-is-try.org/sec=. article&ext=68](http://www.Chem-is-try.org/sec=.article&ext=68). 10/05/04
- Haryadi. 1990. **Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati terhadap Pengembangan, Higroskopisitas dan Sifat Indrawi Kerupuk**. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- , 1993. "Dasar-dasar dan Pemanfaatan Ilmu dan Teknologi Pati". **Agritech**. Vol. 13. No.3. p. 37-42.
- Harper, K. 1985. **Texture Modifying Agent**. Toowoombo. Qld.: Croonbrok Press.
- Hastuti, S., Z. Noor dan U. Santoso. 1999. "Kajian Sifat-sifat Fisik dan Mekanis Edible Film dari Tepung Kecipir Rendah Lemak". D. Darmadji, Suparno, I.S. Utami dan N. Darmawan(Ed). **Prosiding Seminar Nasional Pangan**. Yogyakarta.
- Hui, Y.H. 1991. **Encyclopedia of Food Science and Technology**. New York: A. Wiley Inter Science Publicator. John Wiley and Sons. Inc.
- Krochta, J.M. dan De Mulder-Johnston. 1997. "Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities". **Journal of Food Technology**. Vol. 51. No. 2. p. 61-72.
- Layuk, P., D.W. Marseno, Haryadi. 2001. "Karakterisasi Edible Film Komposit Pektin Daging Buah Pala (*Myristica fragrans Houtt*) dan Tapioka". B. Widianarko (Ed). **Himpunan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan**. Semarang: Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia(PATPI) Cabang Semarang. p. 53-61.
- Le Tien, C., C. Vachon, M.A. Mateescu, dan M. Lacrix. 2001. "Milk Protein Coatings Prevent Oxidative Browning of Apples and Potatoes". **Journal of Food Science**. Vol. 66. No. 4. p. 512-516.
- Marseno, D.W., Haryadi, R. Zumiatun. 1999. "Sifat Mekanik Edible Film dari Pati Ketela Pohon (Mechanical Properties of Cassava Starch Edible Films)". F.R. Zakaria, M. Astawan. S. Koswara. M.T. Suhartono (Ed.) **Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan**. Jakarta: Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia(PATPI). p. 436-442.
- , F.S. Pranata, A.R. Wardhono. 2001. "Karakteristik Biodegradable Film dari Tepung Biji Kecipir dan Penerapannya untuk Mencegah Penurunan Berat Buah Anggur. Dalam B. Widianarko (Ed). **Himpunan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan**. Semarang: Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia(PATPI) Cabang Semarang. p. 253-261.

- Meyer, L.H. 1978. **Food Chemistry**. Westpost. Connecticut: The Avi Publishing Company. Inc.
- Page, D.S. 1989. **Prinsip-prinsip Biokimia**. Terjemahan R. Soendoro dari Principles (19). Jakarta: Erlangga.
- Perez-Gago, M.B. dan J.M. Krochta. 2001. "Deturation Time and Temperature Effects on Solubility, Tensile Properties, and Oxygen Permeability of Whey Protein Edible Films". **Journal of Food Science**. Vol.66. No.5. p.705-710.
- Purnomo, H. 1995. **Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan**. Jakarta: UI-Press.
- Smit, T.A. 1981. Food Starches. Dalam K. Harper dan A. Hepworth(Ed.). **Texture Modifying Agent**. Wawes Qld.4343: Department of food studies Quesland Agricultural College.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi, 1986. **Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian**. Yogyakarta: Liberty.
- . 1997. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Yogyakarta: Liberty.
- Tadmor, Z. dan C.G. Gogos. 1979. **Principles of Polymer Processing**. Singapore: John and Sons Inc.
- Turhan, K.N., F. Sahbaz., A Gunner, 2001. A Spectrometric Study of Hydrogen Bonding in Methylcellulose-based Edible Films Plasticized by Polyethylene Glycol. **Journal of Food Science**. Vol. 6. No. 1. p : 59-62
- Widodo, W.D. 2002. **Memperpanjang Umur Produktif Cabai: 60 kali Petik**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wigiharto, K. 2002. **Pembuatan Kerupuk Ikan Lemuru(Sardinella Sp.) dengan Variasi Jumlah Penambahan Ikan dan Lama Pengukusan**. Karya Ilmiah Tertulis(Tidak Dipublikasikan). Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Wijiarsih, T.S. 2001. **Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pati sebagai Pelapis terhadap Sifat-sifat Jamur Tiram Putih (Dleurotus sp.) Segar pada Penyimpanan Dingin**. Karya Ilmiah Tertulis(Tidak Dipublikasikan). Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Winarno, F.G. 1993. **Pangan: Gizi, Teknologi, dan Konsumen**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- , 1997. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- , S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1984. **Pengantar Teknologi Pangan**. Jakarta: PT. Gramedia.
- Wu, Y., C.L. Weller, F. Hamouz, S. Cuppett, dan M. Schmepf. 2001. "Moisture Loss and Lipid Oxidation for Pre Cooked Ground-Beef Patties Packaged in Edible Starch-Alginate-Based Composite Films". **Journal of Food Science**. Vol. 66. No. 3. p. 486-493.
- Yun. 2002. **Cara Cerdas Mengolah Hasil Panen**. <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0209/01/1004.htm>. 24/01/03.
- Zobel, H.F. dan A.M. Staphen. 1995. "Starch: Structure, Analysis, and Application". Dalam A.M. Stephen(Ed). **Food Polysaccharides and Their Applications**. New York: Marcel Dekker. Inc.

Lampiran 1.

Parameter : Kadar Air (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	9,090	9,120	9,110	27,320	9,107
A1B2	9,110	9,180	9,130	27,420	9,140
A1B3	9,350	9,310	9,120	27,780	9,260
A2B1	8,870	9,190	9,140	27,200	9,067
A2B2	9,130	9,210	9,230	27,570	9,190
A2B3	9,040	9,040	9,120	27,200	9,067
A3B1	9,150	9,250	9,090	27,490	9,163
A3B2	9,080	9,230	9,090	27,400	9,133
A3B3	8,880	8,830	8,970	26,680	8,893
<b>Jumlah</b>	<b>81,700</b>	<b>82,360</b>	<b>82,000</b>	<b>246,060</b>	
<b>Rata-rata</b>	<b>9,078</b>	<b>9,151</b>	<b>9,111</b>		<b>9,113</b>

Tabel 2 Arah A dan B : Kadar Air (%)

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	B1	B2	B3		
A1	9,107	9,140	9,107	27,353	3,039
A2	9,067	9,190	9,067	27,323	3,036
A3	9,163	9,133	8,893	27,190	3,021
<b>Jumlah</b>	<b>27,337</b>	<b>27,463</b>	<b>27,067</b>		
<b>Rata-rata</b>	<b>3,037</b>	<b>3,051</b>	<b>3,007</b>		

Lampiran 2.

Parameter : Warna

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	70,460	69,740	70,500	210,700	70,233
A1B2	70,460	70,470	70,440	211,370	70,457
A1B3	70,460	71,060	70,810	212,330	70,777
A2B1	70,460	69,410	69,970	209,840	69,947
A2B2	70,460	69,930	70,600	210,990	70,330
A2B3	70,460	72,530	72,600	215,590	71,863
A3B1	70,460	72,370	72,540	215,370	71,790
A3B2	70,460	72,510	72,270	215,240	71,747
A3B3	70,460	72,490	72,140	215,090	71,697
<b>Jumlah</b>	<b>634,140</b>	<b>640,510</b>	<b>641,870</b>	<b>1916,520</b>	
<b>Rata-rata</b>	<b>70,460</b>	<b>71,168</b>	<b>71,319</b>		<b>70,982</b>

Tabel 2 Arah A dan B : Warna

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	B1	B2	B3		
A1	70,233	70,457	70,777	211,467	23,496
A2	69,947	70,330	71,863	212,140	23,571
A3	71,790	71,747	71,697	215,233	23,915
<b>Jumlah</b>	<b>211,970</b>	<b>212,533</b>	<b>214,337</b>		
<b>Rata-rata</b>	<b>23,552</b>	<b>23,615</b>	<b>23,815</b>		



## Lampiran 3.

Parameter : Higroskopisitas (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	3,780	3,680	2,720	10,180	3,393
A1B2	3,100	2,640	2,240	7,980	2,660
A1B3	2,130	1,460	1,780	5,370	1,790
A2B1	2,420	1,690	1,790	5,900	1,967
A2B2	1,960	2,710	1,800	6,470	2,157
A2B3	1,810	2,460	1,260	5,530	1,843
A3B1	2,330	2,140	2,070	6,540	2,180
A3B2	2,060	2,110	2,030	6,200	2,067
A3B3	4,200	4,480	4,200	12,880	4,293
<b>Jumlah</b>	<b>23,790</b>	<b>23,370</b>	<b>19,890</b>	<b>67,050</b>	
<b>Rata-rata</b>	<b>2,643</b>	<b>2,597</b>	<b>2,210</b>		<b>2,483</b>

Tabel 2 Arah A dan B : Higroskopisitas (%)

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	B1	B2	B3		
A1	3,393	2,660	1,790	7,843	0,871
A2	1,967	2,157	1,843	5,967	0,663
A3	2,180	2,067	4,293	8,540	0,949
<b>Jumlah</b>	<b>7,540</b>	<b>6,883</b>	<b>7,927</b>		
<b>Rata-rata</b>	<b>0,838</b>	<b>0,765</b>	<b>0,881</b>		

Lampiran 4.

Parameter : Kekuatan Tarik

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0,028550	0,0281400	0,0277300	0,0844200	0,0281400
A1B2	0,024950	0,0238000	0,0265800	0,0753300	0,02511000
A1B3	0,022975	0,0213300	0,0232500	0,0675550	0,02251833
A2B1	0,055450	0,0558300	0,0479300	0,1592100	0,05307000
A2B2	0,050675	0,0499300	0,0430800	0,1436850	0,04789500
A2B3	0,038280	0,0256500	0,0389500	0,1028800	0,03429333
A3B1	0,052600	0,0510500	0,0519500	0,1556000	0,05186667
A3B2	0,063000	0,0631350	0,0602800	0,1864150	0,06213833
A3B3	0,034775	0,0168000	0,0352800	0,0868550	0,02895167
Jumlah	0,371255	0,3356650	0,3550300	<b>1,0619500</b>	
Rata-rata	0,041250	0,0372961	0,0394477		<b>0,03933148</b>

Tabel 2 Arah A dan B : Tensile Streght

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	B1	B2	B3		
A1	0,028140	0,0251100	0,0225183	0,0757683	0,00841870
A2	0,053070	0,0478950	0,0342933	0,1352583	0,01502870
A3	0,051866	0,0621383	0,0289516	0,1429566	0,01588407
Jumlah	0,133076	0,1351433	0,0857633		
Rata-rata	0,014786	0,0150159	0,0095292		

## Lampiran 5.

Parameter : Perpanjangan

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	28,500	29,050	26,250	83,800	27,933
A1B2	33,900	27,250	31,400	92,550	30,850
A1B3	37,900	41,150	38,300	117,350	39,117
A2B1	46,400	44,700	44,550	135,650	45,217
A2B2	43,150	45,550	43,400	132,100	44,033
A2B3	40,200	37,150	37,900	115,250	38,417
A3B1	46,650	48,450	46,200	141,300	47,100
A3B2	46,850	51,650	50,000	148,500	49,500
A3B3	44,000	49,400	49,400	142,800	47,600
<b>Jumlah</b>	<b>367,550</b>	<b>374,350</b>	<b>367,400</b>	<b>1109,300</b>	
<b>Rata-rata</b>	<b>40,839</b>	<b>41,594</b>	<b>40,822</b>		<b>41,085</b>

Tabel 2 Arah A dan B : Elongation

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	B1	B2	B3		
A1	27,933	30,850	39,117	97,900	32,633
A2	45,217	44,033	38,417	127,667	42,556
A3	47,100	49,500	47,600	144,200	48,067
<b>Jumlah</b>	<b>120,250</b>	<b>124,383</b>	<b>125,133</b>		
<b>Rata-rata</b>	<b>40,083</b>	<b>41,461</b>	<b>41,711</b>		

## Lampiran 6.

Parameter : WVTR

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1B1	0,00174	0,00081	0,00148	0,00403	0,00134
A1B2	0,00186	0,0016	0,0015	0,00498	0,00166
A1B3	0,00206	0,00153	0,00189	0,00549	0,00183
A2B1	0,0016	0,00159	0,00147	0,00467	0,00156
A2B2	0,00156	0,00178	0,00179	0,00514	0,00171
A2B3	0,00156	0,00122	0,00187	0,00466	0,00155
A3B1	0,00309	0,00172	0,00184	0,00667	0,00222
A3B2	0,002	0,00149	0,00152	0,00502	0,00167
A3B3	0,00192	0,00131	0,00136	0,0046	0,00153
Jumlah	0,01739	0,01305	0,01472	0,04526	
Rata-rata	0,00193	0,00145	0,00164		0,00167

Tabel 2 Arah A dan B : WVTR

Faktor Tunggal A	Faktor Tunggal B			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1	0,001343	0,00166	0,00183	0,004833	0,001611
A2	0,001557	0,001713	0,001553	0,004823	0,001608
A3	0,002223	0,001673	0,001533	0,00543	0,00181
Jumlah	0,005123	0,005047	0,004917		
Rata-rata	0,001708	0,001682	0,001639		