

**OPTIMASI KONSENTRASI TAPIOKA DITINJAU DARI SIFAT FISIS
EDIBLE FILM PEKTIN CINCAU HIJAU
(*Premna Oblingifolia Merr*)**

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh:
RITA

00327/2008

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Optimasi Konsentrasi Tapioka Ditinjau dari Sifat Fisis *Edible Film* Pektin Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia Merr*)
Nama : Rita
NIM : 00327
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 12 Agustus 2014

Disetujui oleh:

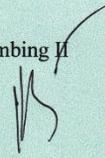
Pembimbing I



Dra. Syakbaniah, M.Si

NIP: 19500914 197903 2 001

Pembimbing II



Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si

NIP:19690120 199303 2 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Rita
NIM : 00327
Program studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

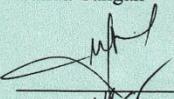
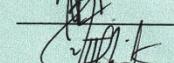
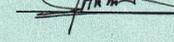
dengan judul

**OPTIMASI KONSENTRASI TAPIOKA DITINJAU dari SIFAT FISIS
EDIBLE FILM PEKTIN CINCAU HIJAU
(*Premna Oblongifolia Merr*)**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 12 Agustus 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dra. Syakbaniah, M.Si	
Sekretaris	: Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si	
Anggota	: Drs. Gusnedi, M.Si	
Anggota	: Dr. Hamdi, M.Si	
Anggota	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 12 Agustus 2014
Yang menyatakan,



RITA
NIM:00327

ABSTRAK

RITA:Optimasi Konsentrasi Tapioka Ditinjau Dari Sifat Fisis *Edible Film* Pektin Cincau Hijau (*Premna Oblingifolia Merr*)

Cincau hijau selama ini dimanfaatkan masyarakat hanya sebagai olahan minuman segar. Namun seiring perkembangan zaman dan teknologi, ternyata cincau hijau memiliki kandungan utamanya pektin yang bisa digunakan sebagai bahan campuran pembuatan plastik ramah lingkungan seperti *edible film*. *Edible film* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan digunakan untuk melapisi makanan, dapat langsung dimakan bersama produk yang dikemasnya, tidak mencemari lingkungan apabila dibuang, memperbaiki sifat organoleptik produk, bisa sebagai antimikroba dan anti oksidan. Tapioka yang mempunyai karakteristik gel yang cukup kuat dan transparan sangat mendukung sebagai bahan pengisi dan perekat. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang pengaruh optimasi konsentrasi tapioka terhadap sifat fisis *edible film* pektin cincau hijau. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kuat tarik, kuat lentur dan permukaan *edible film*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan variabel bebas dari penelitian ini adalah konsentrasi tapioka yaitu 5 gram, 5,25 gram, 5,5 gram, 5,75 gram dan 6 gram. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kuat tarik dan kuat lentur. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah massa pektin cincau hijau, jumlah aquades, gliserol, etanol, berat bubuk daun cincau, waktu dan suhu pengeringan, ukuran ayakan dan ukuran cetakan sampel. Alat yang digunakan dalam pembuatan sampel adalah *beaker glass*, *hot plate stirrer*, *magnetic stirrer*, oven dan plat kaca. *Universal Testing Machine* adalah alat yang digunakan pada pengujian sifat mekanis film.

Hasil penelitian *edible film* dengan optimasi konsentrasi tapioka menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tertinggi dimiliki sampel dengan konsentrasi tapioka 5,75 gram yaitu $736,485 \text{ kgf/m}^2$ dan nilai kuat lentur tertinggi pada sampel dengan konsentrasi tapioka 5,5 gram yaitu $86,97413 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$. Pada analisis SEM, permukaan pada konsentrasi 5,75 gram terlihat rata dibandingkan pada konsentrasi 5,25 gram.

Kata kunci : *pektin cincau hijau, tapioka, edible film, sifat fisis*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi ALLAH SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan nikmat-Nya sebagai sumber kekuatan bagi penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Optimasi Konsentrasi Tapioka Ditinjau dari Sifat Fisis Edible Film Pektin Cincin Hijau (*Premna oblongifolia Merr*)** dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi S1 di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Salawat dan salam untuk qudwah kita, manusia inspirasi sepanjang sejarah manusia, Muhammad SAW.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapatkan arahan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Terimakasih penulis ucapkan kepada;

1. Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si. selaku pembimbing I dan ibu Dr. Hj.Ratnawulan, M.Si selaku pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan tulus ikhlas untuk perbaikan skripsi ini hingga selesai.
2. Bapak Drs. Gusnedi, M.Si, bapak Dr. Hamdi, M.Si dan bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si selaku tim penguji yang telah memberikan masukan-masukan untuk perbaikan skripsi ini.
3. Ibu Dra. Hidayati M.Si selaku penasehat akademis sekaligus ketua Program Studi Fisika yang selalu member motivasi dan membimbing penulis selama studi di Program Studi Fisika.

4. Bapak Drs. Akmam, M.Si selaku ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Bapak dan ibu staf pengajar Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membagi ilmu.
6. Bapak Drs. Iswendi dan bapak Hamid selaku ketua laboran dan analis jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Kedua orang tua dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan membantu memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan studi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu.

Semoga ALLAH SWT memberikan kemudahan atas semua urusan-urusan sebagaimana telah memberikan kemudah kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih ada kekurangannya. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca semua demi kesempurnaannya skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Terimakasih atas segala bantuan yang diberikan.

Padang, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Absatrak	i
Kata pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Lampiran.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang	1
B. Perumusan masalah	5
C. Batasan masalah	5
D. Pertanyaan penelitian	5
E. Tujuan penelitian	6
F. Manfaat penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
A. <i>Edible film</i>	7
1. Defenisi dan aplikasi <i>edible Film</i>	7
2. Komponen Penyusun <i>Edible Film</i>	9
B. Pektin.....	11
1. Stuktur Kimia Pektin.....	11
2. Sumber Pektin.....	12

3. Sifat Fisika Pektin.....	13
4. Aplikasi Pektin.....	13
C. Cincau Hijau (<i>Premna Oblongifolia. Merr</i>)	14
D. Pemplastis	17
1. Tapioka.....	17
2. Gliserol.....	21
E. Sifat Mekanik <i>Edible Film</i>	22
F. Optimasi Konsentrasi tapioka ditinjau dari sifat fisisedible film pektin cincau.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Jenis penelitian	34
B. Waktu dan tempat penelitian.....	34
C. Alat Dan Bahan Penelitian.....	34
D. Sampel Penelitian	42
E. Variabel Penelitian.....	43
F. Prosedur Penelitian.....	44
G. Teknik Pengambilan Data.....	49
H. Teknik analisis Data.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
A. Deskripsi Data Penelitian <i>Edible Film</i> Dari Tapioka Dan Pektin Cincau Hijau.....	51

B. Analisis Data.....	54
C. Pembahasan	56
BAB V PENUTUP.....	60
A. Kesimpulan.....	60
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Perbedaan <i>edible film</i> dan <i>edible coating</i>	8
2. Komponen Penyusun <i>edible film</i>	10
3. Struktur Kimia Pektin.....	11
4. Jenis-jenis tumbuhan cincau.....	16
5. Struktur Amilosa.....	18
6. Ikatan α 1,4 dan α 1,6 glikosida amilopektin.....	20
7. Struktur Kimia Gliserol.....	21
8. Pola karakteristik mekanik.....	22
9. Perkiraan reaksi tepung tapioka dan gliserol	28
10. Perkiraan hasil reaksi tapioka, pektin dan gliserol	29
11. Pengaruh konsentrasi pektin terhadap ketebalan	31
12. Pengaruh konsentrasi pektin terhadap <i>tensile strength</i>	32
13. Pengaruh konsentrasi tapioka terhadap kuat tarik <i>edible film</i>	32
14. Timbangan analitik	34
15. <i>Beaker glass</i>	35
16. Kain saring	35
17. Corong	36
18. Oven	36
19. <i>Thermometer</i>	37
20. Blender	37

21. Ayakan	37
22. <i>Hot plate stirrer</i>	38
23. <i>Magnetic stirrer</i>	38
24. Aluminium foil	39
25. <i>Universal Testing Machine</i>	39
26. <i>Micrometer scrup</i>	40
27. Tepung Tapioka.....	40
28. Daun cincau hijau	41
29. Aquades	41
30. Gliserol	41
31. Ethanol 96%.....	42
32. Tapioka	42
33. Pektin cincau hijau.....	42
34. Tahap pembuatan bubuk daun cincau	44
35. Tahap-tahap pembuatan pektin cincau hijau	46
36. Tahap-tahap pembuatan <i>edible film</i>	48
37. <i>Edible film</i> dengan menggunakan variasi konsentrasi tapioka.....	51
38. Analisis SEM <i>edible film</i> dengan perbesaran 1000x.....	54
39. Optimasi konsentrasi tapioka terhadap kuat tarik <i>edible film</i>	55
40. Optimasi konsentrasi tapioka terhadap kuat lentur <i>edible film</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbedaan sifat fungsional amilosa dan amilopektin.....	20
2. Komposisi bahan pembuat <i>edible film</i>	45
3. Hasil pengujian kuat tarik <i>edible film</i> dengan variasi konsentrasi tapioka.....	55
4. Hasil pengujian kuat lentur <i>edible film</i> dengan variasi konsentrasi tapioka....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan sifat mekanik kuat tarik.....	65
2. Perhitungan sifat mekanik kuat lentur.....	67
3. Foto-foto penelitian.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan zaman dan teknologi memunculkan kemajuan dalam berbagai hal, salah satu perkembangannya adalah terciptanya polimer sintetik atau plastik sebagai bahan pengemas makanan yang saat ini berkembang pesat. Sejalan dengan pemakaian polimer yang terus meningkat mengingat keunggulan dan sifatnya yang praktis digunakan ternyata memunculkan masalah baru bagi lingkungan, yaitu limbah polimer yang tak terdegradasi secara alami oleh lingkungan.

Selain itu juga polimer plastik juga mempunyai kelemahan yaitu sifat yang tidak tahan panas, mudah robek dan yang paling penting adalah dapat mengalami kontaminasi melalui transisi monomernya ke bahan yang dikemas (Prasetyaningrum:2010). Hal seperti demikian jika dibiarkan terus-menerus akan membahayakan kelestarian lingkungan hidup serta membahayakan kesehatan karena mengkonsumsi makan yang terkontaminasi. Masalah yang disebutkan di atas perlu penanggulangan yang tidak menimbulkan masalah baru yaitu proses biodegradasi dengan membuat materi baru yang ramah lingkungan dan mudah terurai dan dapat langsung dimakan.

Oleh karena itu, mulai dikembangkanlah pengemas bahan organik yang memiliki sifat mirip plastik namun bersifat *biodegradable*, dapat langsung dimakan misalnya *edible film* (Prasetyaningrum:2010). Menurut Krochta dan De Mulder-Johnson(1997) dalam Rachmawati (2009) *Edible film* merupakan lapisan tipis yang

terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi komponen makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai *barrier* terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lipid, cahaya, dan zat larut), dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau bahan tambahan, serta untuk mempermudah penanganan makanan. Keuntungan *edible film* selain dapat langsung dimakan bersama produk yang dikemasnya juga mempunyai keuntungan lainnya yaitu, tidak mencemari lingkungan, memperbaiki sifat organoleptik produk yang dikemas, berfungsi sebagai suplemen makanan (sebagai flavor, pewarna, pemanis), sebagai zat anti mikroba dan anti oksidan (Dhanapal.A *et al.*:2012).

Komponen utama penyusun *Edible film* adalah hidrokoloid, lemak dan komposit (Dhanapal:2012). Kelompok yang termasuk dalam hodrokoloid adalah polisakarida pektin. Salah satu tumbuhan yang mengandung polisakarida pektin adalah cincau hijau (*Premna Oblongifolia Merr*). Menurut Murdianto (2005) gel cincau hitam mempunyai sifat yang amat menarik yaitu dapat menghasilkan lapisan tipis, bila kering mempunyai sifat yang amat rekat terhadap cetakan dan tidak mudah robek serta tembus pandang. Berdasarkan sifat tersebut, kemungkinan gel cincau hijau juga memiliki sifat yang sama dengan gel cincau hitam sehingga kemungkinan tanaman cincau hijau juga bisa digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film*.

Untuk bisa menghasilkan *edible film* yang baik, perlu ditambahkan zat pemplastis atau juga disebut *plasticizer* untuk memperbaiki profil film, menjaga keutuhan, menghindari adanya lubang dan keretakan. Penambahan *plasticizer* dapat menjadikan film lebih fleksibel, lebih kuat dan tidak mudah pecah, namun juga

mempengaruhi sifat *barriernya* (Pranoto:2007). Zat pemplastis yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* polisakarida pektin dari cincau hijau adalah tapioka dan gliserol. Gliserol merupakan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentuk film yang bersifat hidrofobik seperti pati, meningkatkan sorpsi molekul polar seperti air (Rachmawati:2009). Tapioka mempunyai karakteristik gel yang cukup kuat dan transparan yang sangat mendukung berbagai komponen bahan pengisi serta perekat (Herawati:2012). Oleh karena itu, *plasticizer* dari tapioka diharapkan mampu menjadikan *edible film* memiliki penampakan yang transparan dan sifat mekanik yang baik.

Penelitian tentang *edible film* ini pernah dilakukan oleh Rachmawati (2009). Rachmawati meneliti tentang karakteristik *edible film* berdasarkan konsentrasi dari pektin cincau hijau, dimana bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* yaitu 4 gram tapioka, pektin cincau hijau (konsentrasi 0%, 10%, 20%, 30%), CaSO_4 0.05% (b/b pektin), aquades dan gliserol 0.87% v/v, dari penelitiannya terbukti bahwa pemberian konsentrasi pektin cincau hijau yang bervariasi memberikan pengaruh terhadap peningkatan ketebalan dan kuat regang putus terhadap *edible film*. Hasil penelitian Rachmawati (2009) mendapatkan nilai kuat regang putus *edible film* antara 0,70 – 2,53 Mpa dan nilai elongasi antara 13,7% - 19,5%. Nugroho (2013) juga telah meneliti tentang *edible film*. *Edible film* dalam penelitian Nugroho (2013) menggunakan bahan dasar dari 3 jenis kulit pisang yaitu pisang raja, pisang ambon dan pisang kapok dengan konsentrasi 20% (b/b tapioka), larutan tapioka 5% (b/v aquades), aquades dan penambahan gliserol 1,8% (v/v). Nugroho menyimpulkan

bahwa pektin beberapa jenis kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan penambah dalam pembuatan *edible film* tapioka dan karakteristik terbaik *edible film* tapioka dengan penambahan pektin dari kulit pisang raja. Nilai kuat regang putus dari hasil penelitian Nugroho (2013) adalah berkisar antara 1,023 – 1,621 Mpa dan nilai elongasi yang dihasilkan adalah 20,82% - 36,56%. Murdianto (2005) juga meneliti sifat fisik dan sifat mekanik *edible film* dengan menggunakan ekstrak daun jenggelan, variasi ekstrak daun jenggelan yang digunakan pada penelitian Murdianto adalah 0,25, 0,50, 0,75, 1,0 dan 1,25 gram dan penambahan 1 gram tepung tapioka, ketebalan yang dihasilkan antara 0,03 – 0,07 mm, kuat regang putus 1,03 – 5,67 MPa dan pemanjangan 0,27% - 2,42%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti yang sudah penulis ungkapkan sebelumnya bahwa masing-masing peneliti sebelumnya menggunakan konsentrasi tapioka sebagai bahan tambahan pembuatan *edible film* yaitu Rachmawati (2009) menggunakan 4 gram tapioka, Murdianto (2005) menggunakan 5 gram tapioka dan Nugroho (2013) menggunakan 1 gram tapioka. Berdasarkan penelitian tersebut penulis tertarik untuk meneliti tentang sifat fisis optimum yang ditimbulkan pada *edible film* dengan menggunakan bahan dasar sama pada penelitian sebelumnya, yaitu pektin cincau hijau, gliserol dan tapioka. Pada penelitian yang dilakukan, konsentrasi pektin yang digunakan adalah 1,2 gram yang pada penelitian sebelumnya merupakan konsentrasi dengan nilai mekanik terbaik. Untuk lebih menfokuskan penulis dalam melakukan penelitian maka penulis

merancang penelitian ini dengan judul: “*Optimasi Konsentrasi Tapioka Ditinjau dari Sifat Fisis Edible Film Pektin Cincau Hijau (Premna Oblingifolia Merr)*”.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu pada konsentrasi tapioka berapakah sifat fisis *edible film* memiliki nilai optimum.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Daun cincau yang digunakan adalah daun cincau hijau yang terdapat di Jalan Gajah 4, Air Tawar Barat, Padang.
- b. Sifat fisis yang diteliti yaitu kuat lentur, kuat tarik dan permukaan *edible film*.
- c. Variasi konsentrasi tapioka adalah 5 gram, 5,25 gram, 5,5 gram, 5,75 gram dan 6 gram.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini, maka perlu dibuat pertanyaan mengenai apa yang akan diteliti. Adapun pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

- a. Pada konsentrasi tapioka berapakah kuat tarik optimum *edible film* pektin cincau hijau?
- b. Pada konsentrasi tapioka berapakah kuat lentur optimum *edible film* pektin cincau hijau?

- c. Bagaimana permukaan *edible film* yang dihasilkan terhadap konsentrasi tapioka?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui pada konsentrasi tapioka berapakah kuat tarik optimum *edible film* pektin cincau hijau.
- b. Untuk mengetahui pada konsentrasi tapioka berapakah kuat lentur optimum *edible film* pektin cincau hijau.
- c. Untuk mengetahui permukaan *edible film* yang dihasilkan terhadap konsentrasi tapioka.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat:

- a. Memberikan informasi bahwa *edible film* dapat dibuat dari bahan organik seperti cincau hijau sehingga dapat langsung dimakan bersama makanan yang dikemasnya dan ramah lingkungan apabila dibuang.
- b. Dapat mengurangi penggunaan kemasan *nondegradable*.
- c. Sebagai bahan acuan bagi peneliti selanjutnya dengan cara modifikasi lainnya.
- d. Bagi penulis, penelitian ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan masa studi S1 dan memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan Fisika, FMIPA UNP.

BAB II

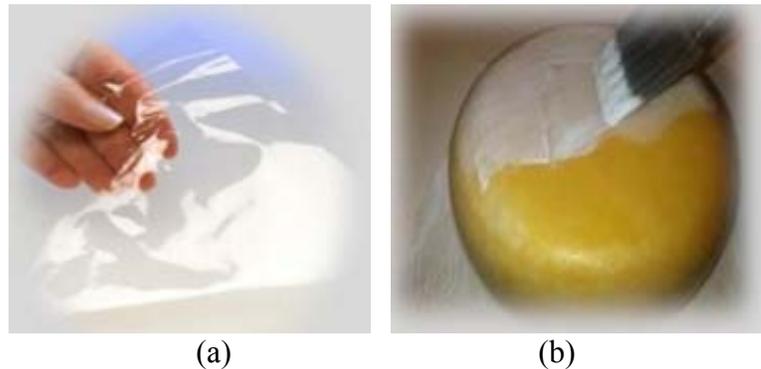
LANDASAN TEORI

A. Edible Film

3. Defenisi dan Aplikasi *Edible Film*

Menurut Krochta dan De Mulder-Johnson (1997) yang dikutip oleh Rachmawati (2009) *Edible film* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi komponen makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai *barrier* terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lipid, cahaya, dan zat larut), dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau bahan tambahan, serta untuk mempermudah penanganan makanan.

Efriza (2007) menyebutkan bahwa kemasan *edible* yang diformulasi atau dibuat ada tiga bentuk, yaitu *edible film*, *edible coating* dan *mikroenkapsulasi*. Hal yang dapat membedakan antara *edible film* dengan *edible coating* adalah dalam bentuk pengaplikasiannya. *Edible coating* langsung dibentuk pada produk yang diaplikasikan dengan cara pencelupan, pembusaan, penyemprotan dan penetes, agar terbentuk *barrier* yang selektif terhadap transmisi gas, uap air dan bahan terlarut serta memberi perlindungan mekanis. Sedangkan *edible film* pembentukannya tidak secara langsung pada produk yang akan dilapisi atau dikemas. *Mikroenkapsulasi* adalah *edible packaging* yang berfungsi sebagai pembawa zat *flavor* berbentuk serbuk. Perbedaan pengaplikasian *edible film* dan *edible coating* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan *edible film* dan *edible coating*
 (a) *edible film* dan (b) *edible coating* yang menggunakan metode *brushing* (sumber: Miguel:2012)

Kelebihan kemasan *edible* selain melindungi pangan, kemasan ini aman dikonsumsi bersama dengan pangan yang dibungkusnya. Contoh pangan yang menggunakan kemasan *edible* diantaranya produk pangan seperti sosis dan pizza disamping itu juga digunakan sebagai pelindung produk buah seperti buah apel, buah peer, anggur dan sebagainya. Penggunaan *edible film* pada buah-buahan, sayuran segar dan juga sosis dapat memperlambat penurunan mutu, karena *edible film* dapat berfungsi sebagai penahan difusi gas oksigen, karbondioksida dan uap air. *Edible film* mampu menjadikan kondisi atmosfer internal sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemasnya.

Menurut Winarno (1983) ada beberapa syarat kemasan, namun syarat kemasan juga bergantung pada jenis makanan atau produk yang akan dikemasnya seperti melindungi makanan dari kontaminasi, melindungi makanan dari air dan lemak, mencegah masuknya bau dan gas, melindungi makanan dari sinar matahari, tahan terhadap tekanan atau benturan dan transparan. Melindungi makanan dari

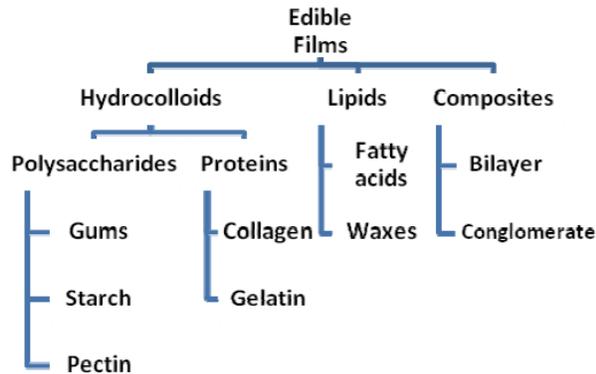
kontaminasi artinya melindunginya dari mikroorganisme dan kotoran serta gigitan serangga atau binatang pengerat lainnya. Melindungi makanan dari air dan lemak artinya bahwa makanan yang dikemasnya tidak boleh menyerap air dari atmosfer dan juga tidak boleh berkurang kadar airnya. Perlindungan dari bau dan gas artinya bau dan gas yang tidak diinginkan tidak masuk melalui wadah tersebut dan jangan sampai merembes keluar melalui wadah. Wadah yang rusak akibat tekanan dan benturan juga akan merusak makan yang didalamnya dalam artian akan merubah bentuk makan yang dikemasnya.

Edible film yang difungsikan sebagai antimikroba atau juga antioksidan, pada saat pembuatannya ditambahkan dengan zat atau bahan yang diberfungsikan sebagai antimikroba atau antioksidan. Antimikroba pada *edible film* bisa digunakan untuk memperkecil pertumbuhan pada permukaan yang terkontaminasi selama tersimpan pada tempat pendinginan. Demikian *edible film* dan *edible coating* juga dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan microbakterial pada produk yang masih segar, dengan demikian akan memperpanjang masa penyimpanan produk (Cagri:2004).

4. Komponen Penyusun *Edible Film*

Dhanapal.A, *et al.*(2012) menyebutkan bahwa komponen utama penyusun *edible film* ada 3 yaitu hidrokoloid, lemak dan komposit. Kelompok yang tergolong hidrokoloid terdiri dari polisakarida (polisakarida terdiri dari gums, pati dan pektin) dan protein (protein terdiri dari kolagen dan gelatin), lemak terdiri dari asam lemak

dan wax, kemudian komposit terdiri dari kumpulan hidrokoloid dan lemak. Lebih jelasnya komponen penyusun *edible film* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komponen Penyusun *edible film* (Dhanapal.A, *et al.* 2012)

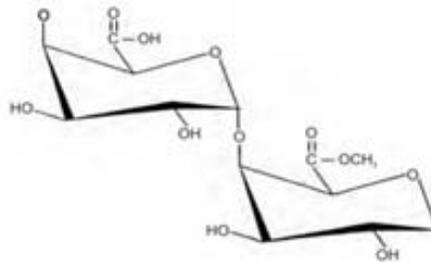
Komponen hidrokoloid mempunyai nilai fungsi dan arti penting berdasarkan nilai fungsionalnya. Dalam industri pangan digunakan sebagai zat aditif karena mampu memberi sifat yang diinginkan seperti kekentalan, penstabil, penjernih, kekenyalan dan sebagainya. Komponen hidrokoloid dalam daun cincau hijau yang mengandung polisakarida dengan komposisi utamanya adalah pektin dapat dianggap dan dijadikan sebagai sumber serat bahan pangan yang baik, selain itu juga dapat dijadikan *edible film*.

Menurut Krochta (1994) yang dikutip oleh Danang.J dan Endang.S (2010) menyebutkan bahwa film yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbon dioksida dan lemak, serta memiliki sifat mekanik yang sangat baik, sehingga sangat baik digunakan untuk memperbaiki struktur film agar tidak mudah hancur.

B. Pektin

5. Struktur Kimia Pektin

Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik. Asam uronik ini mempunyai kelompok gugus metil ester dan gugus lainnya yang apabila direaksikan dengan ammonia akan menghasilkan gugus karboksiamida. Terdapat ratusan bahkan ribuan sakarida dengan bentuk konfigurasi rantai dan berat molekul sekitar lima puluh ribu Dalton. Struktur kimia pektin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kimia Pektin (Srivastava dan Malviya:2011)

Berdasarkan referensi literatur, rantai utama yang merupakan tulang punggung pektin terbuat dari glikosida. Pada rantai utama ini terdapat 25 asam galakturonik yang tersubstitusi dengan ikatan (1,2)-L-Rhamnosa. Pektin jenis ini dinamakan Rhamnogalakturonan I. Kandungan gula yang terdapat pada molekul pektin adalah D-galaktosa, L-arabinosa dan D-xilosa dimana tipe dan proporsinya tergantung dari sumber pektin yang diperoleh. Struktur jenis pektin lainnya adalah Rhamnogalakturonan II yang memiliki struktur lebih kompleks dan tergolong dalam polisakarida tingkat tinggi. Pektin jenis ini memiliki berat molekul 60-300 g/mol,

tergantung pada jenis tumbuhan, kondisi ekstraksi dan umur tumbuhan itu sendiri (Srivastava dan Malviya;2011).

Apabila ditinjau dari strukturnya, pektin merupakan polisakarida linear, seperti polisakarida yang berasal dari tanaman, yaitu bersifat polidispersi dan polimolekuler, serta komposisinya bervariasi bergantung pada sumber dan kondisi ketika diisolasi. Bahkan suatu sampel dari pektin, parameter seperti berat molekul atau kandungan sub-unit partikelnya berbeda-beda dari molekul yang satu dengan molekul lainnya. Meskipun begitu struktur dan komposisi pektin belum dimengerti setelah ditemukan semenjak 200 tahun yang lalu. Setelah dilakukan berbagai studi diketahui bahwa struktur pektin sulit untuk ditentukan karena komposisi sub unitnya dapat berubah ketika proses osilasi (Srivastava dan Malviya:2011).

6. Sumber Pektin

Pektin termasuk hidrokoloid, turunan dari polisakarida yang dapat ditemukan pada buah-buahan dan sayuran. Pektin terdapat pada dinding sel primer tanaman tingkat tinggi yang berfungsi antara lain menentukan sifat mekanik dan karakteristik hidrasi pada dinding sel serta sebagai pelindung terhadap invasi patogen. Struktur pektin sangat bervariasi tergantung pada asalnya, serta tipe dan umur dinding selnya. Pektin pada dinding sel berada dalam bentuk terikat dengan ion logam khususnya ion divalen. Untuk dapat mengekstrak secara efisien, pektin harus dibebaskan dari ion logam salah satunya dengan mengikat ion logam dengan pengkelat logam. Salah satu zat yang efektif dan aman bila dikonsumsi sebagai pengkelat logam adalah asam sitrat (Susilowati:2006).

7. Sifat Fisika Pektin

Apabila ditinjau dari sifat fisiknya pektin bersifat *reversible*, yaitu dapat dilarutkan dalam air, diendapkan, dikeringkan dan dilarutkan kembali tanpa perubahan sifat fisiknya. Penambahan air pada pektin kering akan membentuk gumpalan seperti pasta yang kemudian menjadi larutan. Berat molekul rata-rata preparat pektin sangat bervariasi, berkisar antara 30.000 sampai 300.000, tergantung pada sumber, metode pembuatan dan metode pengukuran. Sedangkan viskositas larutan pektin bergantung pada berat molekul, derajat esterifikasi, pH, temperatur dan konsentrasi elektrolit. Penurunan konsentrasi elektrolit akan menurunkan viskositas. Menurut Chang dan Miyamoto (1992) yang dikutip oleh Budiyanto.A dan Yulianingsih (2008) konsentrasi pektin berpengaruh terhadap pembentukan gel dengan tingkat kekenyalan dan kekuatan tertentu.

8. Aplikasi Pektin

Pektin merupakan pangan fungsional bernilai tinggi yang berguna secara luas dalam pembentukan gel dan bahan penstabil pada sari buah, bahan pembuat jelly, jam dan marmalade. Pektin juga sebagai bahan tekstur dan pengental dalam makanan Daryono (2012). Penggunaan pektin pada saat ini cukup luas karena banyak dibutuhkan dalam industri pangan dan non pangan. Pektin dengan kadar metoksil tinggi digunakan untuk pembuatan selai dan jeli, kembang gula, pengental minuman dan sirup buah-buahan berkalori rendah dan digunakan juga dalam emulsi-emulsi flavor dan saus salad sebagai penstabil. Pektin dengan kadar metoksil rendah biasanya digunakan untuk pembuatan puding, gel buah dalam es krim dan pada

industri kosmetika, plastik, bahan sintesis serta *film nitropectin* Glicksman (1969) dalam Hesti Meilina,dkk (2011).

C. Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia. Merr*)

Tanaman cincau mempunyai nama latin *Premna Oblongifolia. Merr.* Cincau merupakan tanaman Indonesia asli dan dikenal masyarakat luas dengan nama camcao, juju, kepleng (Jawa), camcauh, tahulu (Sunda), krotok, tarawalu, telur, terung kamau (Melayu) Djam'an (2008). Cincau hijau banyak ditemukan di Jawa, Sumatera dan Sulawesi Sugito (2011). Klasifikasi tanaman cincau hijau (*Premna Oblongifolia. Merr*) menurut Backer dan Brink (1968) dalam Jacobus (2003) adalah sebagai berikut:

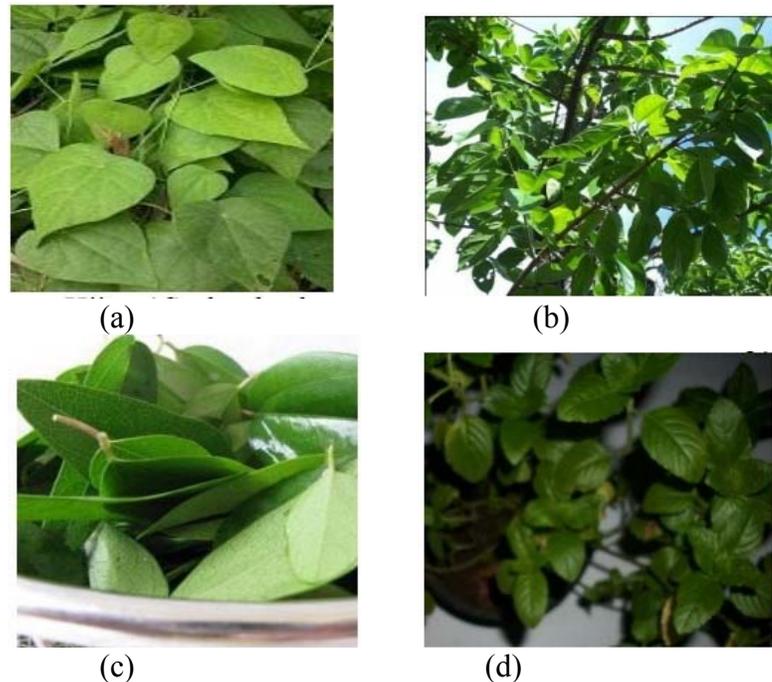
Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyte</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Klas	: <i>Dikotiledone</i>
Ordo	: <i>Lamiales</i>
Famili	: <i>Verbenaceae</i>
Genus	: <i>Premna</i>
Spesies	: <i>Premna Oblongifolia Merr.</i>

Cincau hijau merupakan tanaman berkayu atau tanaman yang dapat merambat pada tanaman lain, tetapi juga dapat tumbuh tegak dan bebas. Tanaman ini dapat mengeluarkan bunga dan buah. Buahnya termasuk buah batu dengan kulit yang tipis. Bakal biji berselaput dan berlendir, berjumlah kurang atau sama dengan empat dan berlubang di dalamnya. Buah tidak berambut (Sumartono :1990).

Daun berbentuk oval, oblong (memanjang) atau obovate (bulat telur) tepi daun tidak bergerigi atau agak bergerigi dan permukaannya tidak berambut

(glabrous), panjang daun antara 8,5 sampai 23 cm dengan lebar daun 3,5 sampai 10 cm. Panjang tangkai daun antara 1,5 sampai 4 cm (Sumartono:1990). Cincau hijau sangat baik hidup pada tanah yang gembur pada pH tanah antara 5,5-6,5 dan ketinggian di bawah ± 800 meter di atas permukaan laut (Djma'an:200). Pengembang biakan cincau hijau dapat dilakukan dengan cara generatif yaitu dengan biji dan bisa pula dengan cara vegetatif yaitu dengan stek batang maupun tunas akar.

Ada dua jenis cincau hijau yang diketahui yaitu cincau hijau rambat (*Cyclea Barbata*) dan cincau hijau pohon (*Premna Oblongifolia Merr*). Perbedaan antara cincau hijau rambat dan cincau hijau pohon adalah cincau hijau pohon (*Premna Oblongifolia Merr*) sering disebut cincau perdu. Jenis cincau ini tidak memanjat atau merambat seperti cincau hijau (*Cyclea Barbata*). Cincau perdu merupakan tanaman perdu yang dapat bercabang banyak dan apabila hidup ditempat yang cukup air maka tanaman ini akan sangat rimbun (Rachmawati:2009). Selain cincau hijau juga ada beberapa jenis cincau yang dikenal oleh masyarakat diantaranya cincau hitam, cincau minyak serta cincau perdu. Bentuk fisik dari keempat cincau ini juga berbeda satu sama lainnya (Djam'an:2008). Pada penelitian ini penulis menggunakan cincau jenis pohon karena cincau jenis pohon mudah untuk penulis temui. Gambar beberapa jenis tumbuhan cincau dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Jenis-jenis tumbuhan cincau(a)Cincau Hijau (*Cyclea Barbata*),(b) Cincau Perdu (*Premna Oblongifolia*),(c) Cincau Minyak (*Stephania Hermandifolia*),(d) Cincau Hitam (*Mesona Palustris*)
(sumber:Utami:2012)

Cincau hijau merupakan tanaman yang sudah dikenal masyarakat untuk membuat isi dari minuman segar. Teksturnya berbentuk jel yang lembut, berwarna hijau dan dingin dijadikan oleh masyarakat sebagai salah satu alternatif sebagai obat panas dalam. Bahkan hasil penelitian Sugito (2011) menyimpulkan bahwa konsumsi cincau hijau dapat menekan volume tumor payudara, dapat meningkatkan sistem imun tubuh, meningkatkan status antioksidan dalam tubuh sehingga dapat mencegah bahkan menekan pertumbuhan tumor.

Sugito (2011) menyebutkan daun cincau hijau mengandung senyawa alkaloid, polifenol, karotenoid dan klorofil. Djam'an (2008) menambahkan kandungan lainnya

yang terdapat dalam daun cincau hijau yaitu flavonoid yang merupakan antioksidan yang potensial untuk menangkap radikal bebas.

D. Pemplastis

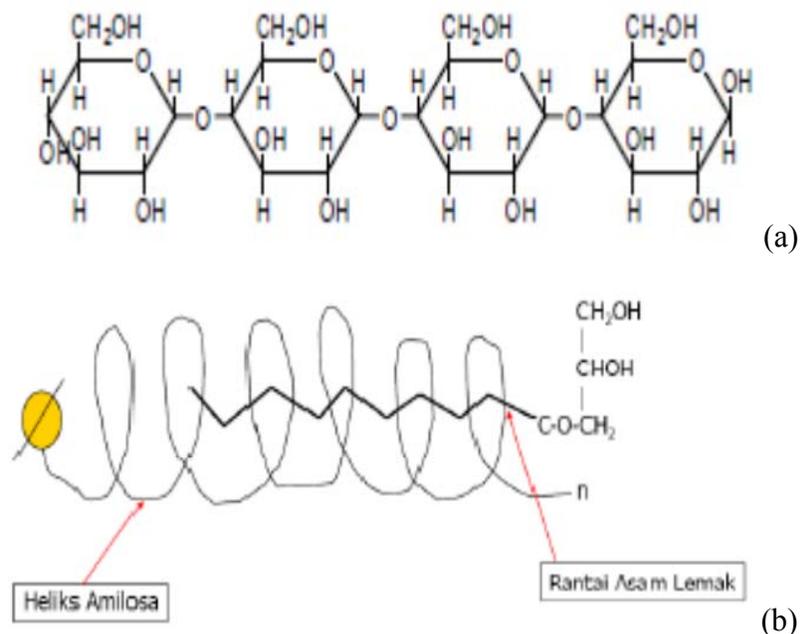
Pemplastis atau *plasticizer* merupakan zat tambahan dalam pembuatan *edible film*. Pemplastis apabila ditambahkan pada material lain maka akan mengubah sifat material tersebut. *Edible film* yang terbuat dari pektin biasanya bersifat rapuh sehingga diperlukan *plasticizer* untuk mengubah sifat fisik dari film (Wirawan, S.K, dkk:2012). Dalam penelitian yang dilakukan, pemplastis yang digunakan adalah tapioka dan gliserol. Berikut akan dibahas satu persatu pemplastis yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Tapioka

Tapioka merupakan pati yang berasal dari ubi kayu dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan bahan non pangan. Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosan yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Kandungan pati tapioka terdiri atas 17% amilosa dan 83% amilopektin. Amilosa dan amilopektin merupakan struktur penting yang membentuk dasar pati, dan sangat mempengaruhi sifat fisiko kimia pati yang di hasilkan. Selain itu, Tapioka mempunyai karakteristik gel yang cukup kuat dan transparan yang sangat mendukung berbagai komponen bahan pengisi serta perekat (Herawati:2012).

a. Amilosa

Amilosa merupakan bagian polimer linear yang terdiri dengan ikatan α -(1 \rightarrow 4) unit glukosa. Walaupun amilosa dikatakan sebagai rantai lurus atau linear namun sebenarnya amilosa berbentuk heliks atau spiral. Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Amilosa (a) struktur amilosa yang membentuk rantai lurus (b) struktur amilosa dan rantai asam lemak yang membantuk rantai heliks (Bastian:2011)

Bagian dalam heliks amilosa mengandung atom hidrogen, oleh karena itu interior dari amilosa memiliki sifat hidrofobik sehingga dapat menjebak senyawa asam bebas, asam lemak gliserida, alkohol dan iodine. Pembentukan formasi amilosa dan senyawa lipid dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu, pH lama kontak antara amilosa dan senyawa yang akan terikat dalam heliks amilosa. Amilosa

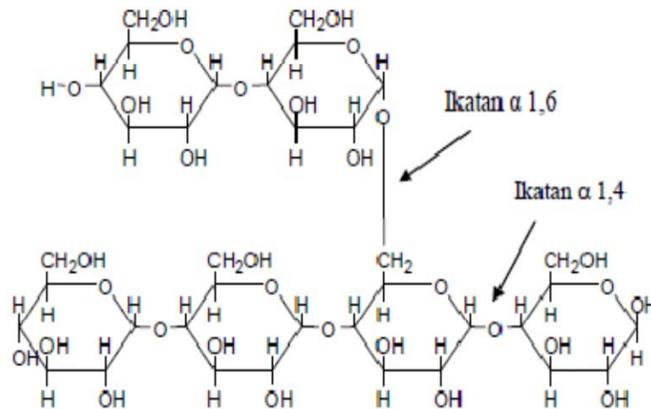
memiliki derajat polimerisasi antara 1500-6000 dengan berat molekul 105 sampai 106 g/mol.

Sifat lain dari amilosa jika dibandingkan dengan amilopektin yaitu sulit membentuk gel dalam air. Hal ini dapat dilihat pada pati yang mempunyai kandungan amilosa yang tinggi seperti pati jagung *high amylosa*, pati gandum dan pati beras (Bastian:2011).

b. Amilopektin

Amilopektin merupakan rantai bercabang yang terdapat pada pati yang dihubungkan oleh ikatan α 1,6 glikosida. Gugus amilopektin tidak semuanya memiliki ikatan α 1,6 glikosida, namun juga terdapat ikatan α 1,4 glikosida, hanya pada percabangannya saja terdapat ikatan α 1,6 glikosida. Diperkirakan hanya sekitar 4-6% ikatan α 1,6 glikosida yang terdapat pada gugus amilopektin. Amilopektin merupakan molekul yang dominan yang terdapat pada sebagian jenis pati yang terdapat di alam. Derajat polimerisasi amilopektin mencapai 300.000 hingga 3.000.000 bahkan ada yang mencapai 10.000.000 hingga 500.000.000 misalnya pada pati kentang.

Pembentukan amilopektin sendiri merupakan pemotongan rantai amilosa yang kemudian terhubung pada ikatan α 1,6 pada salah satu molekul D-glukosa pada rantai amilosa yang terbentuk. Ikatan α 1,4 dan α 1,6 glikosida amilopektin dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Ikatan α 1,4 dan α 1,6 glikosida amilopektin (Bastian:2011)

Karena memiliki rantai bercabang yang cukup banyak, maka sifat retrogradasi dari amilopektin lebih kecil jika dibandingkan dengan amilosa. Karena sifat retrogradasi yang kecil inilah yang menyebabkan amilopektin mampu mempertahankan sifat gel yang terbentuk.

Penyusun pati tapioka adalah amilosa dan amilopektin, meskipun demikian, terdapat perbedaan fungsional antara keduanya. Perbedaan sifat fungsional amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Sifat Fungsional Amilosa dan Amilopektin

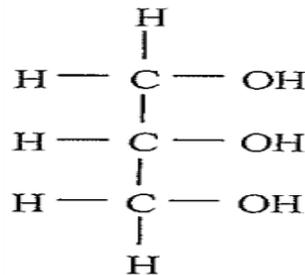
Karakteristik	Amilosa	Amilopektin
Tipe ikatan	α 1,4 linear	α 1,4 dan α 1,6 bercabang
Bobot molekul	10.000	1 juta - 10 juta
Derajat polimerisasi	$\sim 10^3$	$\sim 10^4 - 10^5$
Sifat film yang terbentuk	Kuat	Lemah
Formasi gel	kaku (film)	<i>non gelling</i> - lunak
Pewarnaan dengan iodin	Biru	coklat kemerahan

Sumber: Thomas dan Atwell (1999) dalam Bastian:2011

2. Gliserol

Winarno (1991) mengungkapkan bahwa gliserol merupakan senyawa golongan alkohol polihidrat dengan tiga buah gugus hidroksil dalam satu molekul (alkohol trivalen). Rumus kimia gliserol adalah $C_3H_8O_3$ dengan nama kimia 1,2,3-propanatriol. Berat molekul gliserol 92,10, massa jenis $1,23 \text{ g/cm}^3$ dan titik didih 240°C . Gliserol merupakan agen seterifikasi yang merupakan senyawa alkohol trihidroksil yang tidak beracun, tidak berwarna, tidak berbau, berasa manis dan memiliki viskositas yang tinggi, larut dalam air karena memiliki tiga gugus hidroksil (OH).

Gliserol terdapat di alam sebagai lemak (gliserida), dapat diperoleh dari hidrolisis lemak dapat digunakan sebagai pelarut, anti beku dan *plasticizier*. Gliserol merupakan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentuk film yang bersifat hidrofobik seperti pati, meningkatkan sorpsi molekul polar seperti air. Rumus kimia gliserol dapat dilihat pada Gambar 7.



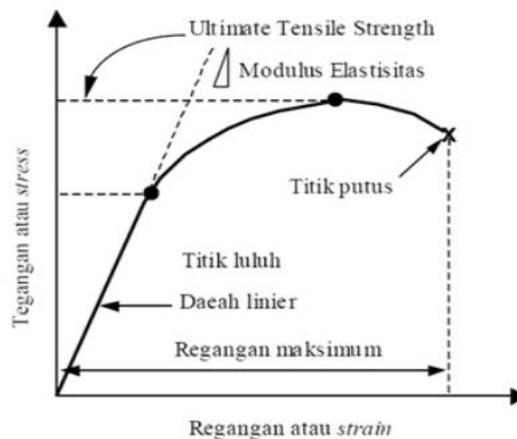
Gambar 7. Struktur Kimia Gliserol (Winarno:1991)

Pada makanan dan minuman, gliserol dihadirkan sebagai *humectants* (senyawa higroskopis), pelarut dan pemanis, pengawet makanan, bahan pembuat

makan rendah kalori, bahan pengental cairan, pengganti gula. Dapat juga dijadikan sebagai anti beku untuk tanaman (Qadariyah,dkk;2009).

E. Sifat Mekanik Edible Film

Karakteristik *edible film* yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sifat mekanik, meliputi uji kuat tarik dan uji kuat lentur. Pengujian sifat mekanik bertujuan untuk mengetahui material terhadap pembebanan dan sebagai penentu kekuatan atau ketahanan suatu benda. Karakteristik mekanik suatu bahan biasanya mengikuti pola grafik *strain-stress*, seperti Gambar 8.



Gambar 8. Pola karakteristik mekanik (Vlack:1995)

Hukum Hooke tentang modulus elastisitas ($E=\sigma/\epsilon$), diterapkan pada daerah linier elastis. Ketika muatan tekanan berlebihan, benda akan kembali ke keadaan aslinya, bila benda diregangkan hingga mendekati batas elastis, hanya sebagian yang akan kembali ke keadaan aslinya dan menjadi bentuk permanen.

Pada Gambar 8 terlihat pola karakteristik mekanik tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*). Dimana pada pola tersebut terdapat daerah linear (daerah elastis) yaitu apabila gaya yang diberikan dihentikan, maka benda yang diberi gaya akan kembali ke bentuk semula dan setelah melewati daerah elastis masuk ke daerah plastis, dimana jika gaya yang diberikan dihentikan pada daerah ini benda akan mengalami penambahan panjang, dan untuk mencapai daerah plastis benda akan melalui titik UTS (*Ultimate Tensile Strength*) yaitu titik perubahan bentuk benda yang disebut juga nilai kekuatan tarik benda. Jika gaya terus diberikan maka akan melalui titik modulus elastis yang besar nilainya, dan setelah dititik ini benda diberikan gaya bendapun akan putus dan hancur.

Sifat mekanis tidak terlepas dari teori elastisitas yang meliputi tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*). Suatu bahan apabila diberi gaya eksternal maka bahan tersebut akan berusaha untuk melawan gaya eksternal tersebut dengan gaya internal dari bahan itu sendiri. Jika bahan diberikan gaya yang tidak melewati batas elastisitas maka bahan tersebut akan kembali ke bentuk semula (Vlack:1995).

1. Tegangan (*Stress*)

Tegangan didefinisikan sebagai perbandingan besar gaya terhadap luas penampang. Jadi besar gaya yang diakibatkan karena adanya gaya atau pembebanan. Secara matematis persamaan tegangan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dimana σ merupakan tegangan (N/m^2), F merupakan gaya yang bekerja (N) dan A merupakan luas penampang benda yang di uji (m^2)

2. Regangan (*Strain*)

Ragangan merupakan perubahan relatif atau bentuk benda yang mengalami tegangan. Semakin besar tegangan pada suatu bahan maka akan semakin besar juga regangannya. Secara matematis persamaan regangan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2)$$

Dimana ε merupakan ragangan, Δl merupakan penambahan panjang (m) dan l merupakan panjang mula (m). Hubungan antara tegangan dan regangan didapatkan rumusan baru yang disebut modulus elastisitas, secara matematis modulus elastisitas dapat ditulis:

$$E = \sigma / \varepsilon$$

Dimana E adalah modulus elastisitas, σ merupakan tegangan (N/m^2) dan ε merupakan regangan.

Adapun sifat mekanik *edible film* yang diuji adalah sebagai berikut:

1. Kuat lentur (*MOR/Modulus Of Rupture*)

Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap suatu titik lentur dan juga untuk mengetahui keelektisan suatu bahan.

Pegujian kuat lentur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$MOR = \frac{3 m p}{2 l t^2} \quad (3)$$

Dimana MOR merupakan kuat lentur (kg/m^2), m merupakan massa maksimum (kg), p merupakan jarak tumpuan (m), l merupakan lebar (m) dan t merupakan tebal rata-rata benda uji (m).

2. Kuat tarik (*Tensiles Strength*)

Kuat tarik (*Tensiles Strength*) didefinisikan sebagai suatu bahan yang ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula. Dimensinya sama dengan tegangan. Kekuatan tarik ditetapkan berdasarkan luas penampang mula, sedang sesungguhnya pada bahan ulet, luas penampang mengecil pada waktu beban maksimum melampaui (Vlack:1995).

Uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk meregang atau memanjang. Untuk menghitung kuat tarik dari *edible film* digunakan rumus:

$$S_t = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Dimana S_t merupakan kuat tarik (N/m^2), F merupakan gaya maksimum yang bekerja pada benda uji, A merupakan luas penampang mula (m^2) (Vlack:1995).

F. Optimasi Konsentrasi Tapioka Ditinjau dari Sifat Fisis *Edible Film* Pektin Cincau Hijau

Pada dasarnya pembentukan film plastik dari pati, merupakan proses gelatinasi molekul pati. Dengan adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu yang tinggi maka akan terjadi gelatinasi. Gelatinasi akan mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen.

Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat lepasnya air sehingga gel akan membentuk film yang stabil (Anita.Z, dkk :2013).

Winarno (1991) menjelaskan proses gelatinisasi pada pati yaitu apabila pati mentah masuk ke dalam air dingin, butir 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 butir pati yang terjadi di dalam air pada suhu antara 55⁰ C sampai 65⁰ C merupakan pembengkakan yang sesungguhnya, dan setelah pembengkakan ini butir pati dapat kembali pada kondisi semula.

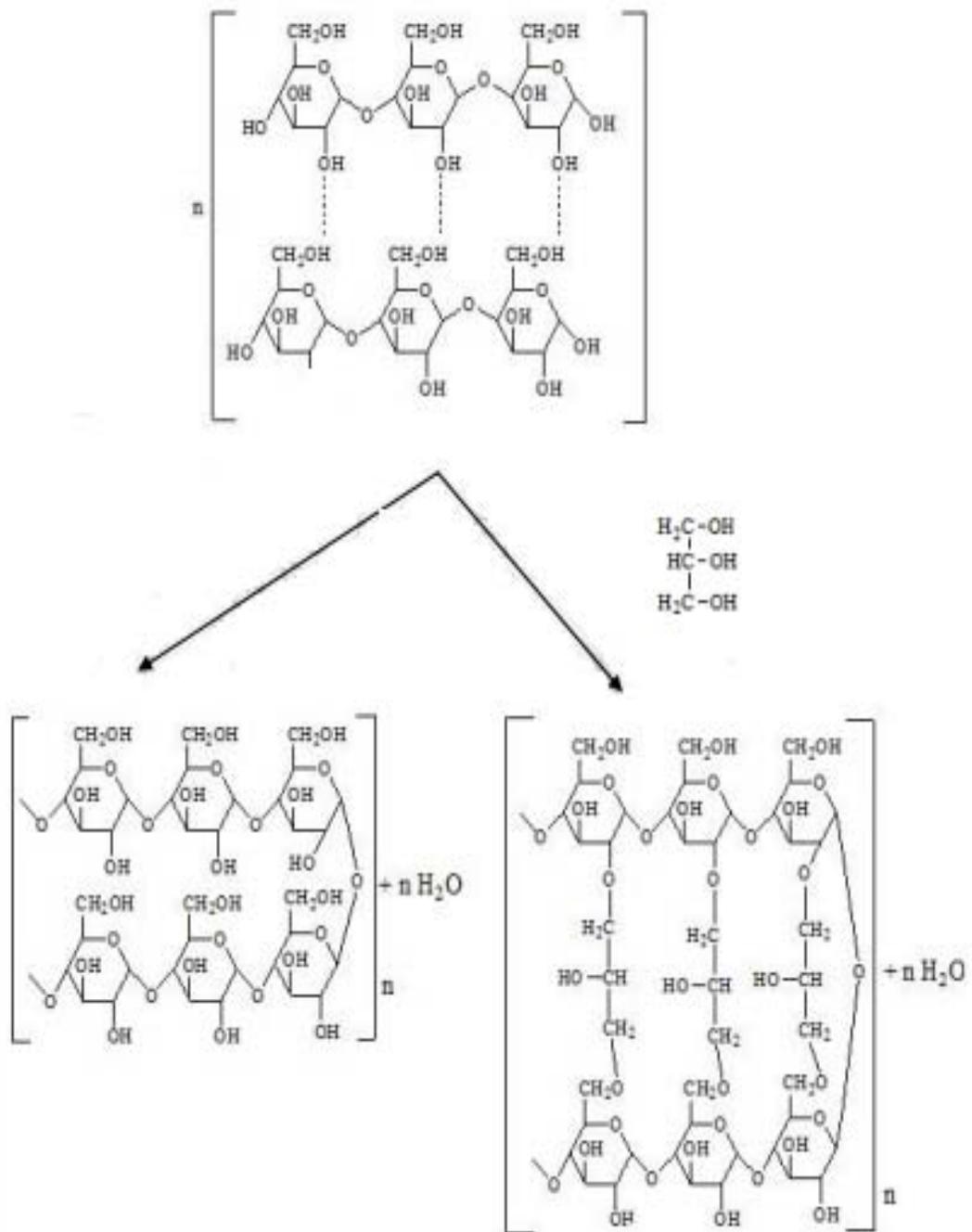
Bila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat daripada daya tarik-menarik antarmolekul pati di dalam butir pati, air dapat masuk kedalam butir-butir pati. Masuknya air ke dalam butir-butir pati dapat menyebabkan membengkaknya butir pati tersebut. Karena jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar, maka kemampuan menyerap air sangat besar. Terjadinya peningkatan viskositas disebabkan air yang dulunya berada di luar butir pati dan bebas bergerak sebelum suspensi dipanaskan, kini sudah berada di dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak dengan bebas lagi.

Beberapa molekul pati, khususnya amilosa yang dapat terdispersi dalam air panas, meningkatkan butir-butir yang membengkak dan masuk kedalam cairan yang ada disekitarnya. Karena itu pasta pati yang telah mengalami gelatinisasi terdiri dari butir-butir yang membengkak tersuspensi dalam air panas dan molekul-molekul amilosa yang terdispersi dalam air. Dalam kondisi panas, pasta masih memiliki

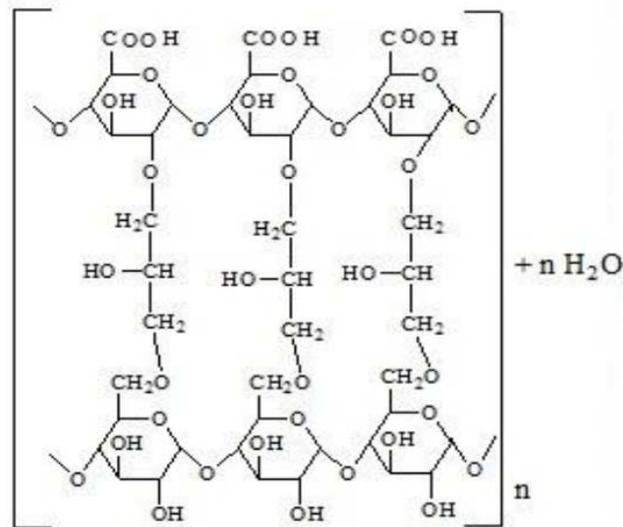
kemampuan untuk mengalir yang fleksibel dan tidak kaku. Bila pasta tersebut kemudian mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir masing-masing luar butir pati. Dengan demikian mereka menggabungkan butir pati yang membengkak itu menjadi semacam jaringan membentuk mikrokristal dan mengendap. Sebagian besar pati yang telah menjadi gel bila disimpan atau didinginkan untuk beberapa hari atau minggu akan membentuk endapan kristal di dasar wadahnya.

Pati yang telah mengalami gelatinisasi dapat dikeringkan, tetapi molekul-molekul tersebut tidak dapat kembali lagi ke sifat-sifatnya sebelum gelatinisasi. Suhu gelatinisasi tergantung juga pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun. Makin tinggi konsentrasi, gel yang terbentuk makin kurang kental dan setelah beberapa waktu viskositas akan turun.

Selain terjadi proses gelatinisasi, pada pembentukan *edible film* juga terjadi reaksi antara komponen-komponen pembentuknya. Berikut merupakan perkiraan reaksi dan hasil reaksi antara komponen pembentuk *edible film* yaitu tapioka, pektin dan gliserol menurut (Yusmarlela:2009).



Gambar 9. Perkiraan reaksi tepung tapioka dan gliserol
(Yusmarlela:2009)



Gambar 10. Perkiraan hasil reaksi tapioka, pektin dan gliserol
(Yusmarlela:2009)

Pada Gambar 9 dan Gambar 10 menjelaskan bahwa dalam reaksi pembentukan *edible film* pektin cincau hijau terdapat ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen adalah sejenis gaya tarik antar molekul yang terjadi antar dua muatan listrik parsial dengan polaritas yang berlawanan. Kekuatan ikatan hidrogen ini dipengaruhi oleh perbedaan elektronegativitas antara atom-atom dalam molekul tersebut. Semakin besar perbedaan elektronegativitas, semakin besar ikatan hidrogen yang terbentuk.

Interaksi hidrogen dalam senyawa tapioka dapat dilihat pada Gambar 9. Dari Gambar 9 dapat diketahui bahwa dalam membentuk *edible film* terdapat ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen ini terjadi ketika sebuah molekul atom O berikatan dengan atom H pada senyawa tapioka. Ikatan hidrogen dalam reaksi biasanya ditandai dengan garis putus-putus. Dari interaksi yang terjadi dapat disimpulkan bahwa tapioka dapat meningkatkan sifat mekanik *edible film* dengan membentuk ikatan

hidrogen antar rantai sehingga *edible film* menjadi lebih rapat dan kaku. Untuk mengurangi kekakuannya ditambahkan gliserol dengan pengurangan interaksi hidrogen sehingga *edible film* yang terbentuk bersifat elastis.

Penjelasan secara fisis pada pembuatan *edible film* dengan menggunakan variasi konsentrasi tapioka dapat dijelaskan dengan menggunakan Persamaan (4). Dimana S_t adalah kuat tarik yang sama dengan kuat tekan (P), jika defenisikan menjadi:

$$S_t = P \quad (5) \quad \text{dimana}$$

$$P = \frac{F}{A} \quad (6)$$

P merupakan kuat tekan yang terjadi antar molekul pati pada proses pembentukan *edible film* akibat dari adanya gaya interaksi (F) antar molekul pati tapioka per satuan luasnya (A). Maka persamaan (5) dapat dioperasikan menjadi:

$$S_t = \frac{F}{A} \quad (7)$$

Gaya interaksi molekul tapioka (F) dipengaruhi oleh masa atau konsentrasi pati yang diberikan, dimana :

$$F = m * a \quad (8)$$

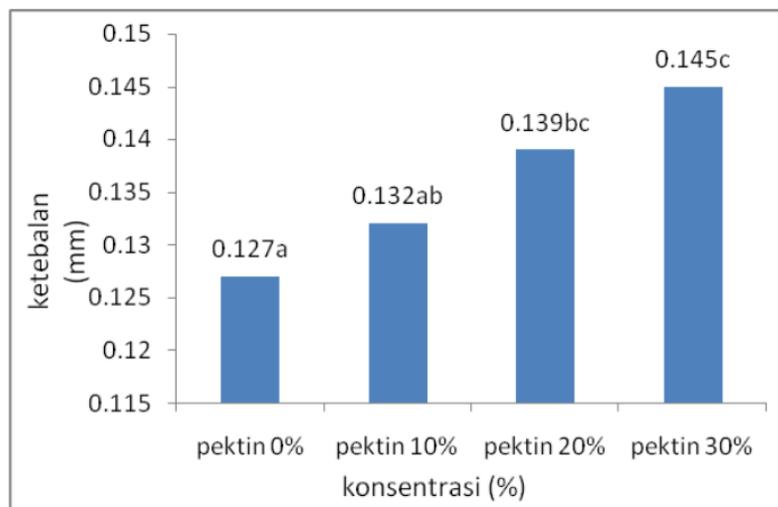
Sehingga dapat dituliskan:

$$S_t = \frac{m * a}{A} \quad (9)$$

Dari Persamaan (9) dapat dijelaskan bahwa semakin besar konsentrasi tapioka yang digunakan (m) maka gaya interaksi molekul tapioka akan semakin besar sehingga kuat tarik *edible film* juga semakin besar. Hal ini akan mempengaruhi sifat

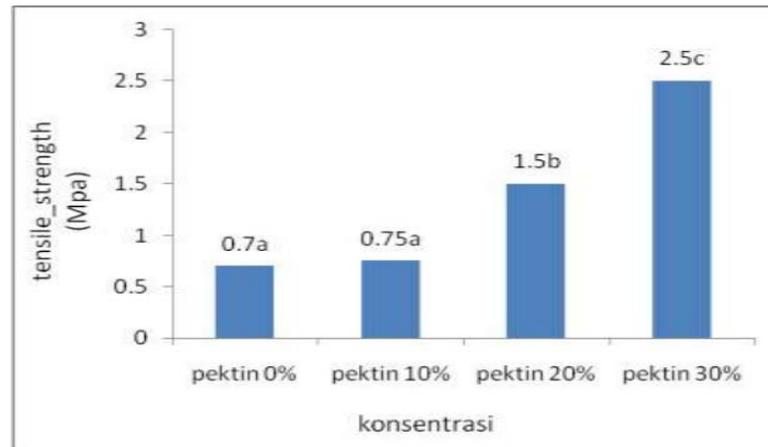
mekanik *edible film* yang dibentuk tapioka. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan gaya interaksi antar molekul semakin kuat.

Penelitian tentang optimasi konsentrasi komponen penyusun *edible film* terhadap sifat fisisnya telah banyak dilakukan. Rachmawati (2009) telah meneliti tentang sifat fisis *edible film* menggunakan pektin, tapioka, gliserol dan CaSO_4 . Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 11.



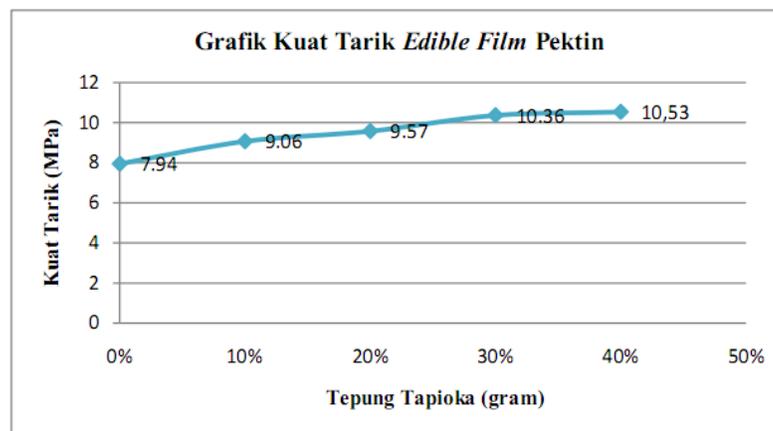
Gambar 11. Pengaruh konsentrasi pektin terhadap ketebalan (Rachmawati:2009)

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin cincau hijau mengakibatkan kenaikan total padatan yang terlarut dalam larutan film, sehingga menyebabkan ketebalan film semakin meningkat. Peningkatan konsentrasi juga berpengaruh pada kuat tarik atau *tensile strength* yang dihasilkan, terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh konsentrasi pektin terhadap *tensile strength* (Rachmawati:2009)

Rofikah (2013) juga telah meneliti tentang pengaruh konsentrasi tapioka terhadap kuat tarik *edible film* pektin dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh konsentrasi tapioka terhadap kuat tarik *edible film* (Rofikah:2013)

Pada Gambar 12 dan Gambar 13 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi pektin (0%, 10%, 20%, 30%) dan variasi tapioka yang ditambahkan (0%, 10%, 20%, 30%, 40%) berpengaruh nyata terhadap kekuatan *tensile strength* atau kuat tarik *edible film* pektin yang dihasilkan. Hal ini disebabkan perbedaan komposisi

edible film dan konsentrasi bahan yang digunakan akan mempengaruhi kuat tarik *edible film* yang dihasilkan, semakin meningkat konsentrasi tapioka yang ditambahkan maka gaya interaksi antar matriks molekul yang terdapat dalam *edible film* semakin kuat, sehingga meningkatkan kekuatan dari *edible film* yang dihasilkan.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai optimasi konsentrasi tapioka terhadap sifat fisis *edible film* pektin cincau hijau yaitu ketebalan, kuat tarik, kuat lentur dan struktur permukaan *edible film* yang menggunakan SEM, variasi konsentrasi tapioka yang digunakan adalah 5 gram, 5,25 gram, 5,5 gram, 5,75 gram dan 6 gram. serta konsentrasi pektin cincau hijau yang digunakan adalah 1,2 gram maka dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa:

1. Adanya pengaruh variasi konsentrasi tapioka terhadap sifat mekanik *edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini, dimana pada massa tapioka 5,75 gram berpengaruh pada kuat tarik *edible film*. Nilai kuat tarik maksimum pada konsentrasi 5,75 gram yaitu $736,485 \text{ kgf/m}^2$.
2. Adanya pengaruh variasi konsentrasi tapioka terhadap sifat mekanik *edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini, dimana massa tapioka 5,5 gram berpengaruh pada kuat lentur *edible film*. nilai kuat lentur maksimum pada berat tapioka 5,5 gram yaitu $86,97413 \text{ kg/m}^2$.
3. Bentuk permukaan yang dihasilkan lebih halus dan merata pada konsentrasi 5,75 gram.

B. SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ternyata penelitian ini masih memiliki kekurangan, untuk itu pada penelitian selanjutnya diharapkan:

1. Pada pembuatan larutan pektin, perlu pelarut yang bisa melarutkan pektin sehingga larutan *edible film* lebih homogen dan *edible film* yang dihasilkan memiliki penampakan dan sifat mekanik yang lebih baik lagi.
2. Perlu dilihat masa simpan *edible film* yang dihasilkan.
3. Menggunakan variasi konsentrasi gliserol atau zat *plasticitizer* lainnya untuk melihat pengaruhnya terhadap sifat mekanik yang dihasilkan