

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Landasan Teori

Sebagai acuan berfikir secara ilmiah dalam rangka untuk pemecahan permasalahan, pada landasan teori ini di muat beberapa penelitian tentang pembuatan *edibel film*. Selanjutnya secara garis besar akan diuraikan tentang: Definisi dan sejarah *edibel film*, metode sintesis (pektin, pati, dll), bahan tambahan, sifat-sifat dari *edibel film*, dan aplikasi dari *edibel film*.

2.2 Sorgum

2.2.1 Tanaman sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan tanaman pangan penting kelima setelah padi, gandum, jagung, dan *barley*, dan menjadi makanan utama lebih dari 750 juta orang di daerah tropis setengah kering di Afrika, Asia, dan Amerika Latin (FSD 2003, Reddy *et al.* 2007). Sorgum dikenal sebagai tanaman pangan sumber energi, protein, dan mineral bagi penduduk miskin, yang banyak ditemui di daerah semi-arid tropis (daerah tropis yang kering dan jarang hujan) Asia dan Afrika. Sorgum tumbuh di lingkungan yang ekstrim, dimana tanaman ladang lainnya tidak dapat tumbuh dengan baik. Di Indonesia, daerah penghasil sorgum adalah Jawa Tengah (Purwodadi, Pati, Demak, Wonogiri), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul, Kulon Progo), Jawa Timur (Lamongan, Bojonegoro, Tuban, Probolinggo), dan sebagian Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur (Sirappa, 2003).

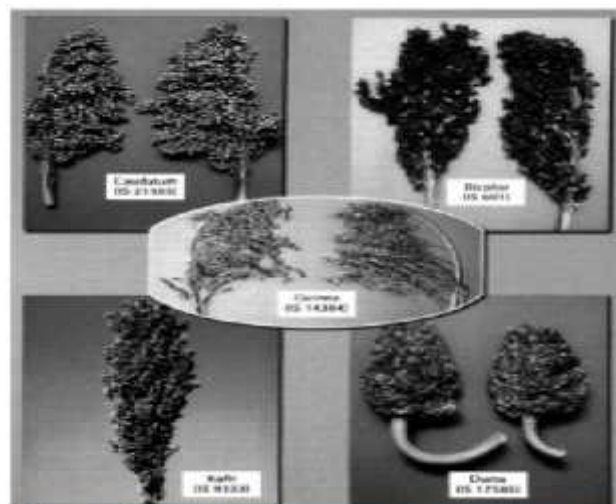
Dari benua Afrika, sorgum kemudian menyebar ke daerah tropis dan subtropis seperti India dan China (De Wet and Harlan 1971). Tanaman sorgum memiliki adaptasi yang luas, toleran terhadap kekeringan sehingga menyebar ke seluruh dunia. Negara penghasil utama sorgum adalah Amerika, Argentina, China, India, Nigeria, dan beberapa negara Afrika Timur, Yaman, dan Australia. Di Indonesia, tanaman sorgum menyebar di beberapa wilayah yang iklimnya cocok untuk pembudidayaannya. Keragaman morfologis sorgum tidak hanya pada tinggi

batang, tetapi juga pada warna biji, warna batang, bentuk malai, umur panen, dan sifat fisiologis yang sebagian menyilang (*party cross pollination*) yang menjadikan sorgum memiliki keragaman yang tinggi.

2.2.2 Klasifikasi Tanaman Sorgum

Proses evolusi dan seleksi alamiah serta campur tangan manusia dalam seleksi tanaman telah menghasilkan lima ras sorgum yang dibedakan berdasarkan karakteristik bentuk biji, bulir serta malai (ICRISAT 2002).

Dari ras *bicolor*, *guinea*, *caudatum*, *kafir*, dan *durra*, ras *bicolor* adalah ras dengan tipe morfologi yang paling primitif dengan susunan bulir yang terbuka pada malai (Gambar 2.1). Ras ini secara morfologi menyerupai padi dan banyak terdapat di Afrika dan Asia.



Gambar 2.1 Bentuk malai dan bulir dari lima ras sorgum: 1. *Bicolor*, 2. *Caudatum*, 3. *Durra*, 4. *Guinea*, 5. *Kafir* (ICRISAT 2000).

Ras *caudatum* mempunyai karakteristik biji yang tertutup seperti kura-kura, dimana pada satu sisi datar, sisi lainnya berbentuk kurva. Bentuk bulir bervariasi dan umumnya tidak simetris (House 1985). Ras ini banyak terdapat di Afrika, khususnya Chad, Sudan, Uganda, dan Nigeria. Ras *durra* bentuk bulirnya bulat pada bagian atas dan bagian dasar menyempit. Ras ini banyak dijumpai di Asia Barat, sebagian India dan Afrika (Harlan and De Wet 1972). Ras ini paling banyak dieksplorasi gennya untuk perbaikan sifat genetik sorgum. Ras *guinea* mempunyai

karakteristik bulir yang tersusun dalam jumlah yang banyak dan terbuka. Biji bulat melebar dengan glume yang relatif lebih sama panjang. Ras ini banyak dijumpai di Afrika Barat dan Malawi. Ras ini banyak dibawa sebagai bekal berlayar pelaut Afrika karena tahan disimpan dalam waktu yang lama. Ras kafir mempunyai karakteristik bulir yang kompak dan berbentuk silinder. Malai memanjang dan agak kompak, tandan cenderung tegak mendekati poros malai. Ras ini merupakan makanan pokok penduduk di negara-negara beragroekologi savanna, seperti Tanzania, Afrika Selatan, dan sejumlah negara lainnya di Afrika (House 1985).

Proses evolusi kelima ras sorgum kemudian menghasilkan 10 kombinasi ras intermediet atau variasi ras, yaitu 1. *guinea-bicolor*, 2. *Caudatum-bicolor*, 3. *kafir-bicolor*, 4. *durra-bicolor*, 5. *guinea-caudatum*, 6. *guinea-kafir*, 7. *guinea-durra*, 8. *kafir-caudatum*, 9. *durra-caudatum*, dan 10. *kafir-durra* (House 1985).

2.2.3 Variasi Spesies Sorgum

Tanaman sorgum memiliki banyak varietas diantaranya yaitu terdapat spesies asli Asia dan Australia, yaitu *Sorghum timorense* (*Down sorghum*) yang merupakan rumput asli pulau Timor dan Australia (Queensland, Kimberley dan Pilbara). *Sorghum timorense* di Pulau Timor dikenal dengan nama rumput kume dan merupakan salah satu sumber pakan utama untuk ternak sapi di NTT. Rumput kume bersifat tanaman tahunan, tumbuh cepat selama musim hujan (November s/d April), cepat menua dan berbunga serta berbiji, mengering sebagai rumput kering (*standing hay*) di lapangan jika tidak dipanen. *Sorghum halepense* mempunyai bermacam-macam nama, diantaranya *Johnson grass* di Amerika Serikat dan Afrika Selatan, Grama di China, *Sorgo de Alepo* di Peru, Aleppo Grass di Afrika Selatan dan Don Carlos di Kuba. Tanaman ini memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap kekeringan. Penampilan tanaman cukup gemuk dengan tinggi mencapai 200 cm. Sistem perakaran muncul di bawah *node* di atas tanah. Tulang daun lurus dan berwarna putih. Bulir berpasangan, yang satu sesil yang lainnya pedikel. *Sorghum propinquum* (Kunth) Hitchc adalah jenis tanaman rhizomatous (perennial) sama dengan *Sorghum halepense*. Spesies ini banyak ditemui di Asia Selatan (India Selatan, Srilangka) sebelah timur Myanmar, dan kepulauan di wilayah Asia Tenggara. *Sorghum bicolor*, kadang-kadang disebut sorgum, durra, jowari atau milo

adalah spesies yang ditanam khusus untuk produksi biji, yang digunakan sebagai bahan pangan, pakan, dan etanol. Spesies ini banyak ditanam di daerah tropis dan subtropis. Tanaman ini merupakan tanaman tahunan dengan tinggi sampai 4 m. Biji berukuran kecil dengan kisaran diameter 3-4 mm. Sorgum manis digunakan untuk produksi etanol, sirup, dan molasses. Menurut Purseglove (1988) terdapat lima jenis sorgum berdasarkan penggunaannya:

1. Sorgum yang ditanam untuk hasil biji (*grain sorghum*)
2. Sorgum untuk pakan ternak, berupa jerami dan silase
3. Sorgum rumput adalah sorgum liar, misalnya rumput sudan
4. Sorgum sapu yang digunakan untuk sapu
5. Sorgum *waxy* memiliki endosperm lilin dan digunakan untuk bahan dasar pati

Sorgum banyak ditanam pada daerah semiarid tropis dan subtropis. Tanaman ini merupakan tanaman hari pendek dan membutuhkan temperatur tinggi untuk dapat tumbuh dan memberi hasil tinggi. Kondisi yang optimum untuk penanaman sorgum adalah daerah dengan suhu 20-30⁰C dengan kelembaban rendah dan curah hujan 400-600 mm (Dicko *et al.* 2006). Sorgum dapat ditanam pada berbagai agroekologi, baik pada tanah masam, tanah salin, tanah alkalin, maupun pada lahan kering (Doggett 1988)

2.2.4 Taksonomi Sorgum

Sorgum mempunyai nama umum yang beragam, yaitu sorgum di Amerika Serikat dan Australia, durrad di Afrika, jowar di India, bachantadi Ethiopia (FAO 2007), dan canteldi Jawa. Catatan sejarah menunjukkan bahwa yang pertama kali melakukan deskripsi tertulis tentang klasifikasi sorgum adalah *Pliny* (House 1985). Namun sangat sedikit catatan tertulis tentang sorgum sampai abad ke 16, meskipun ada juga catatan seperti yang dibuat oleh Crescenzi pada tahun 1305 yang menyebutkan tanaman mirip sorgum. Mathioli (1598) dalam House (1985) memberikan ilustrasi sorgum sebagai *Milium indicum Pliny*. Setelah periode tersebut, penelitian dan publikasi tentang sorgum mengalami peningkatan dan berkontribusi dalam penyusunan sistem taksonomi sorgum jaman modern. Di antara semua catatan sejarah klasifikasi taksonomi sorgum, sistem klasifikasi yang

dibuat oleh Snowden (1936, 1955) adalah yang paling lengkap dan memberikan kontribusi yang sangat besar, bahkan masih dimanfaatkan oleh ahli biologi di dunia saat ini. Snowden mendeskripsikan 31 spesies yang dibudidayakan dan 17 spesies liar. Sistem klasifikasi yang dibuat oleh Snowden kemudian diperbaiki oleh De Wet (1970) yang mendeskripsikan bermacam-macam grup sorgum berikut distribusinya pada tahun 1970-an. Setelah melalui studi sistematika biologi tanaman, De Wet memperbaiki sistem klasifikasi sebelumnya dengan memasukkan lima bagian dari sorgum, yaitu *Stiposorghum*, *Parasorghum*, *Sorghum*, *Heterosorghum* dan *Chaetosorghum*.

Sorgum termasuk kelas *Monocotyledoneae* (tumbuhan biji berkeping satu) dengan subclass: *Liliopsida*; ordo *Poales* yang dicirikan melalui bentuk tanaman terjal dengan siklus hidup semusim, famili *Poaceae* atau *Gramineae*, yaitu tumbuhan jenis rumput-rumputan dengan karakteristik batang berbentuk silinder dengan buku-buku yang jelas, dan genus *Sorghum*. Sorgum merupakan tanaman sereal yang termasuk ke dalam famili *Poaceae* dan *tribe Andropogon* (Doggett 1988).

2.3 Pati Sorgum

2.3.1 Sifat-sifat Pati pada Sorgum

Pati sorgum mengandung amilosa yang cukup tinggi rata-rata 26,9%. Kelemahan pati sorgum alami diantaranya lengket, tidak tahan terhadap gaya geser, tidak tahan terhadap gaya geser, suhu dan cenderung mengalami retrogradasi dan sineresis (kristinah 2014).

Pati sorgum mempunyai kandungan serat pangan 7-9 % daya cerna pati 72-80 % serta daya cerna protein 69-71 % , pati sorgum mempunyai lama daya simpan kurang lebih sampai 1 tahun (BP3,2010)

2.3.2 Kandungan Pati pada Sorgum

Salah satu bahan utama pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati. Pati digunakan karena merupakan bahan yang dapat atau mudah didegradasi oleh alam menjadi senyawa-senyawa yang ramah lingkungan. Di Indonesia terdapat berbagai tanaman penghasil tepung (pati) seperti singkong, beras, kentang, sorgum, pisang dan yang lainnya. Sorgum (*Sorghum Bicolor L Moench*) merupakan salah satu

alternatif sumber pati yang cukup potensial di Indonesia. Kandungan pati dalam sorgum mencapai 80,42% (Suarni, 2004). Kandungan karbohidrat sorgum relatif lebih rendah (70,7%) dibandingkan dengan serealia lain, dan tertinggi terdapat pada beras pecah kulit (76,0%). Kadar pati sorgum berkisar antara 56-73% dengan rata-rata 69,5%. Pati sorgum terdiri atas amilosa (20-30%) dan amilopektin (70-80%), bergantung pada genetik dan lingkungan.

Sorgum memiliki kandungan nutrisi yang baik, bahkan kandungan protein dan nutrisi penting sorgum lebih tinggi dibandingkan dengan beras. Menurut Leder (2004) kandungan karbohidrat biji sorgum relatif sama dengan beras, bahkan kadar protein, kalsium, besi, dan posfor lebih tinggi. Kandungan protein dan mineral yang tinggi ini menunjukkan kelayakan sorgum sebagai bahan pangan, khususnya bagi masyarakat pedesaan di lahan marjinal. Kandungan protein pada sorgum lebih tinggi dari jagung dan hampir sama dengan gandum, namun protein sorgum bebas gluten. Berikut tabel 2.1 merupakan komposisi nutrisi sorgum dibanding serelia lainnya.

Tabel 2.1 Komposisi Nutrisi Sorgum dibanding Serelia lainnya

Komoditas	Total gula (g)	Lemak (g)	Protein (g)	Karbohidrat (g)	Total Serat (g)	Energi (kkal)
Sorgum	2,5	3,4	10,6	72,0	6,7	329
Beras	0,1	0,5	6,8	81,6	2,8	370
Jagung	0,6	4,7	9,4	74,2	7,3	365
Gandum	0,4	1,9	10,6	75,3	12,7	340
Barley	0,8	1,1	9,9	77,7	15,6	352

Sumber : USDA (2015)

2.4 Definisi dan Sejarah *Edibel film*

Edibel film adalah lapisan tipis dan kontinyu terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi komponen makanan (*coating*) atau diletakkan diantara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai barrier terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lipid, cahaya dan zat terlarut), dan atau sebagai *carrier* bahan makanan dan bahan tambahan, serta untuk mempermudah penanganan makanan. *Edibel film* diaplikasikan pada makanan dengan cara

pembungkusan, pencelupan, penyikatan atau penyemprotan. Komponen utama penyusun *edibel film* ada tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lemak, dan komposit. Kelompok hidrokoloid meliputi protein, *derivate sellulosa*, *alginate*, pektin, dan polisakarida lain. Kelompok lemak meliputi *wax*, *asilgliserol*, dan asam lemak; sedangkan kelompok komposit mengandung campuran kelompok hidrokoloid dan lemak. *Edibel film* terbuat dari komponen polisakarida, lipid dan protein. *Edibel film* yang terbuat dari hidrokoloid menjadi *barrier* yang baik terhadap transfer oksigen, karbohidrat dan lipid. Pada umumnya sifat dari *hidrokoloid* sangat baik sehingga potensial untuk dijadikan pengemas. Sifat *film hidrokoloid* umumnya mudah larut dalam air sehingga menguntungkan dalam pemakaiannya. Penggunaan lipid sebagian bahan pembuat *film* secara sendiri sangat terbatas karena sifat yang tidak larut dari *film* yang dihasilkan. Kelompok *hidrokoloid* meliputi protein dan polisakarida.

Bahan hidrokoloid dan lemak atau campuran keduanya dapat digunakan untuk membuat *edibel film*. Hidrokoloid yang dapat digunakan untuk membuat *edibel film* adalah protein (gel, kasein, protein kedelai, protein jagung dan gluten gandum) dan karbohidrat (pati, alginat, pektin, gum arab, dan modifikasi karbohidrat lainnya), sedangkan lipid yang digunakan adalah lilin/*wax*, gliserol dan asam lemak. Kelebihan *edibel film* yang dibuat dari hidrokoloid diantaranya memiliki kemampuan yang baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida; serta lipid memiliki sifat mekanis yang diinginkan dan meningkatkan kesatuan struktural produk. Kelemahannya, *film* dari karbohidrat kurang bagus digunakan untuk mengatur migrasi uap air sementara *film* dari protein sangat dipengaruhi oleh perubahan pH.

Edibel film umumnya dibuat dari salah satu bahan yang memiliki sifat *barrier* atau mekanik yang baik, tetapi tidak untuk keduanya, Oleh karena itu, dalam pembuatan *edibel film* mungkin ditambahkan bahan yang bersifat hidrofob untuk memperbaiki sifat penghambatan (*barrier*) pada *edibel film*.

2.5 Metode Sintesis *Edibel film*

Metode yang sering digunakan untuk membuat *film* yaitu metode *casting*, pada metode ini protein atau polisakarida didispersikan pada campuran air dan *plasticizer*, yang kemudian diaduk. Setelah pengadukan dilakukan pengaturan pH, lalu sesegera mungkin campuran tadi dipanaskan dalam beberapa waktu dan dituangkan pada *casting plate*. Setelah dituangkan kemudian dibiarkan mengering dengan sendirinya pada kondisi lingkungan dan waktu tertentu. *Film* yang telah mengering dilepaskan dari cetakan (*casting plate*) dan kemudian dilakukan pengujian terhadap karakteristik yang dihasilkan. (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006).

Pembuatan *edibel film* berbasis pati pada dasarnya menggunakan prinsip gelatinisasi, dengan adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu yang tinggi, maka akan terjadi gelatinisasi. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat dari lepasnya air, sehingga gel akan membentuk *film* yang stabil (Careda, Henrique, Oliveira, Ferraz, dan Vicentini, 2000). Menurut Sarmento (1997) dikutip Careda et.al. (2000), suhu dimulainya gelatinisasi pati yang digunakan pada suhu 60,5°C hingga 65,8°C, dan pada suhu 61,2°C hingga 66,5°C merupakan rentan suhu pengentalan. Pada suhu pendinginan hingga 50°C akan sedikit menaikkan kekentalan, kecenderungan

untuk terjadi retrogradasi kecil, dan juga kecil kemungkinannya terjadi kristalisasi. Ketebalan *film* dapat diatur dengan memperhatikan rasio luas cetakan dengan larutan *edibel film* yang digunakan. Pembuatan larutan *edibel film* komposit antara bahan bersifat hidrofobik dengan hidrofilik, harus ditambahkan emulsifier agar larutan akan lebih stabil (Santoso dkk., 2004).

Pada penelitian pembentukan *edibel film* dari pektin albedo jeruk bali dan pati garut memiliki keunggulan *film* yang dihasilkan memiliki permukaan *film* yang halus, namun kekurangan *edibel film* yang terbuat dari pektin memiliki karakteristik mekanik yang dihasilkan rendah. Adanya penambahan pati garut dan gliserol diharapkan mampu memperbaiki sifat kelemahan *film* yang dihasilkan. Hasil penelitian melaporkan bahwa *edibel film* dari pati garut dengan *plasticizer*

gliserol memiliki karakteristik fisik mekanik *edibel film* yang terbaik dibandingkan dengan jenis pati umbi lainnya dan *plasticizer* sorbitol. penelitian yang telah dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi peningkatan konsentrasi pektin albedo jeruk bali dan gliserol yang ditambahkan terhadap karakteristik *edibel film* yang dihasilkan dan mengetahui perlakuan terbaik terhadap karakteristik fisik mekanik (ketebalan, warna, kadar air, laju transmisi uap air, kuat tarik, persen perpanjangan, dan kelarutan *edibel film* yang dihasilkan. Metode yang digunakan untuk analisis bahan baku bubuk albedo jeruk bali meliputi analisis kadar air, total pektin, dan warna. Analisis pektin albedo jeruk bali yang dihasilkan meliputi rendemen, kadar abu, warna, berat ekuivalen dan kadar metoksil. Pada bahan pati garut dilakukan analisis meliputi kadar amilosa, warna, kadar air, dan kadar pati. *Edibel film* yang dihasilkan dilakukan analisis meliputi kadar air, warna, transmisi uap air, kelarutan, ketebalan, kuat tarik, dan persen perpanjangan.

2.6 Bahan Tambahan *Edibel film*

2.6.1 Gliserol

Untuk memperbaiki sifat plastik maka ditambahkan jenis tambahan atau aditif. Bahan tambahan ini sengaja ditambahkan dan berupa komponen bukan plastik yang diantaranya berfungsi sebagai *plasticizer*, menyerap UV dan lain-lain. Bahan itu dapat berupa senyawa organik maupun anorganik yang biasanya mempunyai berat molekul rendah. *Plasticizer* merupakan bahan tambahan yang diberikan pada waktu proses agar plastik lebih luwes. Fungsinya untuk memisahkan bagian-bagian dari rantai molekul panjang. *Plasticizer* adalah bahan *non volatile* dengan titik didih tinggi yang apabila ditambahkan ke dalam bahan lain akan merubah sifat fisik atau sifat mekanik dari bahan tersebut. *Plasticizer* ditambahkan untuk mengurangi gaya intermolekul antar partikel penyusun pati yang menyebabkan terbentuknya tekstur *edibel film* yang mudah patah (getas).

Gliserol adalah *plasticizer* terbaik untuk polimer yang dapat larut dalam air diantara beberapa penelitian yang telah dilakukan, didasarkan gliserol banyak digunakan sebagai *plasticizer* (Jangchud dan Chinnan, 1999). Gliserol adalah *plasticizer* dengan titik didih yang tinggi, larut dalam air, polar, *non volatile* dan

dapat bercampur dengan protein. (Galiotta, *et al.*, 1998). Gliserol merupakan molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, sehingga mudah masuk kedalam jaringan *film* lebih banyak sehingga ruang dan kesempatan air teradsorpsi dan memperlambat transfer air dalam *film*, maka *plasticizer* gliserol dapat menahan laju uap air lebih efisien (Hastuti, 2015), sifat - sifat tersebut yang menyebabkan gliserol cocok digunakan sebagai *plasticizer*.

Gliserol adalah senyawa golongan alkohol *polihidrat* dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul (*alcohol trivalen*). Rumus kimia gliserol $C_3H_8O_3$, dengan nama kimia 1,2,3 propanatriol. Berat molekul gliserol adalah 92,1 massa jenis 1,23 g/cm³ dan titik didihnya 209°C. Gliserol memiliki sifat mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air, dan menurunkan Aw. Gliserol merupakan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentu *film* yang bersifat hidrofobik seperti pati. Ia dapat meningkatkan sorpsi molekul polar seperti air. Peran gliserol sebagai *plasticizer* dan konsentrasinya meningkatkan fleksibilitas *film*. Molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer. Selanjutnya menyebabkan peningkatan *elongasi* dan penurunan *tensile strength* seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Penurunan interaksi intermolekul dan peningkatan mobilitas molekul akan memfasilitasi migrasi molekul uap air. *Plasticizer* menurunkan gaya inter molekuler dan meningkatkan mobilitas ikatan polimer sehingga memperbaiki fleksibilitas dan extensibilitas *film*. Ketika gliserol menyatu, terjadi beberapa modifikasi struktural di dalam jaringan pati, matriks *film* menjadi lebih sedikit rapat di bawah tekanan, Bergeraknya rantai polimer dimudahkan meningkatkan fleksibilitas *film*. Tanpa *plasticizer* amilosa dan amilopektin akan membentuk suatu *film* dan suatu struktur yang bifasik dengan satu daerah kaya amilosa dan amilopektin. Interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin mendukung formasi *film*, menjadikan *film* pati jadi rapuh dan kaku. Keberadaan dari *plasticizer* di dalam *film* pati bisa menyela pembentukan double helices dari amilosa dengan cabang amilopektin, lalu mengurangi interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin, sehingga meningkatkan fleksibilitas *film* pati.

Gliserol efektif digunakan sebagai *plasticizer* pada *film* hidrofilik, seperti pektin, pati, gel, dan modifikasi pati, maupun pembuatan *edibel film* berbasis protein. Gliserol merupakan suatu molekul hidrofilik yang relatif kecil dan mudah disisipkan diantara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amida dan protein gluten. Hal ini berakibat pada penurunan interaksi langsung dan kedekatan antar rantai protein. Selain itu, laju transmisi uap air yang melewati *film* gluten yang dilaporkan meningkat seiring dengan peningkatan kadar gliserol dalam *film* akibat dari penurunan kerapatan jenis protein.

Gliserol lebih cocok digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan *film* dan terlarut dalam air. Sorbitol sulit bercampur dan mudah mengkristal pada suhu ruang, hal tersebut tidak disukai konsumen (Anker, *et al.*, 2000).

2.6.2 Pati

Semua pati yang terdapat secara alami tersusun dari dua macam molekul pektin (amilosa dan amilopektin). Amilosa merupakan polimer berantai lurus, 1-4 glukosidik, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan 1-6 glukosidik. Molekul-molekul berrantai lurus, yaitu amilosa yang berdekatan dan bagian rantai yang lurus pada bagian luar atau ujungujung amilopektin tersusun dengan arah sejajar. Susunan tersebut membentuk bangunan yang kristalin dan kompak. Molekulmolekul bercabang, yaitu amilopektin mempunyai susunan yang kurang kompak/*amorf*, sehingga lebih mudah dicapai oleh air dan enzim. Pati mempunyai peranan yang sangat besar dalam menentukan sifat-sifat produk pangan. Pati mampu berinteraksi dengan senyawa-senyawa lain, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga berpengaruh pada aplikasi proses, mutu, dan penerimaan produk, karena kemampuannya, pati dijadikan bahan pelapis yang dapat dimakan (*edibel film*). *Edibel film* adalah lapisan tipis dan kontinyu yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi komponen makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen makanan (*film*). Prinsip pembentukan *edibel film* adalah interaksi rantai polimer menghasilkan agregat polimer yang lebih besar dan stabil. Tepung tapioka yang dibuat dari ubi kayu mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai

industri. Dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung tapioka cukup baik sehingga mengurangi kerusakan tenun, juga digunakan sebagai bahan bantu pewarna putih.

Edibel film dari tapioka memiliki sifat mekanik yang hampir sama dengan plastik dan kenampakannya trasparan. Tepung tapioka meskipun dibuat dari bahan (singkong) dengan kandungan unsur gizi yang rendah, namun masih memiliki unsur gizi. Tepung tapioka tidak termasuk di dalam golongan amilopektin, namun tepung tapioka memiliki sifat-sifat yang sangat mirip dengan amilopektin.

Sifat-sifat tepung tapioka tersebut adalah :

1. Sangat jernih. Dalam bentuk pasta, amilopektin menunjukkan kenampakan yang sangat jernih sehingga sangat disukai karena dapat mempertinggi mutu penampilan dari produk akhir.
2. Tidak mudah menggumpal. Pada suhu normal, pasta dari amilopektin tidak mudah menggumpal dan kembali menjadi keras.
3. Memiliki daya pemekat yang tinggi. Karena kemampuannya untuk mudah pekat, maka pemakaian pati dapat dihemat.
4. Tidak mudah pecah atau rusak. Pada suhu normal atau lebih rendah, pasta tidak mudah kental dan pecah (retak-retak). Dibandingkan dengan pati biasa, stabilitas amilopektin pada suhu amat rendah juga lebih tinggi.
5. Suhu gelisasi lebih rendah. Dengan demikian juga menghemat pemakaian energy.

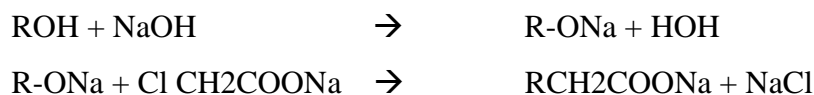
Edibel film dari pati tapioka termasuk ke dalam kelompok hidrokoloid, yang bersifat higroskopis. Umumnya *film* dari hidrokoloid mempunyai struktur mekanis yang cukup bagus, namun kurang bagus terhadap penghambatan uap air. Pada kondisi kandungan uap air yang tinggi, *film* akan menyerap uap air dari lingkungannya.

2.6.3 Carboxymethyl Cellulosa (CMC)

2.6.3.1 Definisi Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Carboxymethyl Cellulose (CMC) merupakan molekul anionik yang mampu mencegah terjadinya pengendapan protein pada titik isoelektrik dan meningkatkan

viskositas produk pangan, disebabkan bergabungnya gugus karboksil *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dengan gugus muatan positif dari protein. *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) ini biasanya digunakan diberbagai industri seperti: tekstil, kramik, dan makanan. Fungsi dari *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) disini sebagai penstabil emulsi, pengental, dan bahan pengikat. *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dalam larutan cenderung membentuk ikatan silang dalam molekul polimer yang menyebabkan molekul pelarut akan terjebak didalamnya sehingga terjadi imobilisasi molekul pelarut yang dapat membentuk struktur molekul yang kaku dan tahan terhadap tekanan (Kamal, 2010). *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) bersifat higroskopis sehingga dapat menyerap air dari udara. Jumlah air yang dapat diabsorpsi tergantung dari kadar air *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), kelembaban relatif, suhu dan derajat substitusi. *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dengan derajat substitusi lebih tinggi lebih efektif mengikat air. Adapun reaksi pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) adalah sebagai berikut:



Carboxy Methyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah larut dalam air. Oleh karena itu *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) mudah dihidrolisis menjadi gulagula sederhana oleh enzim selulase dan selanjutnya difermentasi menjadi etanol oleh bakteri (Masfufatun, 2010).

2.6.3.2 Kegunaan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC)

Penggunaan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) di Indonesia sebagai bahan penstabil, pengental, pengembang, pengemulsi dan pembentuk gel dalam produk pangan khususnya sejenis sirup yang diijinkan oleh Menteri Kesehatan RI, diatur menurut PP. No. 235/ MENKES/ PER/ VI/ 1979 adalah 1-2%. Untuk industri-industri makanan biasanya digunakan sukrosa dalam bentuk kristal halus atau kasar dan dalam jumlah yang banyak dipergunakan dalam bentuk cairan sukrosa (sirup). Pada pembuatan sirup gula pasir (sukrosa) dilarutkan dalam air dan dipanaskan, sebagian sukrosa akan terurai menjadi glukosa dan sukrosa yang disebut gula invert

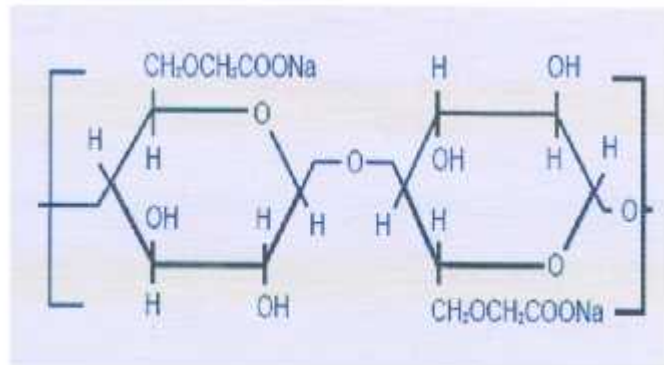
(Winarno, 1995). Berikut tabel 2.2 merupakan kegunaan dan fungsi *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dalam berbagai bidang industri.

Tabel 2.2 Kegunaan dan Fungsi *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dalam Berbagai Bidang Industri:

Jenis Industri	Aplikasi	Jenis CMC
Kosmetik	Pasta gigi Shampoo: produk berbusa Krim: <i>body lotion</i>	Pengental, stabilizer, pengikat Pengental, Stabilizer, Pengikat Air Emulsion stabilizer, Pembentuk Lapisan
Makanan	Makanan beku Makanan hewan Makanan berprotein Saos	Pengendali pertumbuhan kristal es Penguat rasa Pengikat air, Pengental Menahan kadar air dalam makanan, Penguat rasa, Pengental
Farmasi	Salep <i>Jelly</i> Obat Pencuci Perut Sirup	<i>Stabilizer</i> , Pengental, Pembentuk Lapisan Pengental, Pembentuk Lapisan Zat inert, Pengikat air Pengental
Kertas	Internal addition Pelapisan Pigment	Pengikat, mempercepat kering pada Kertas pengikat
Tekstil	Kain dan <i>Laundry</i> Bahan Pewarna	Pembentukan Lapisan Pengikat(<i>binder</i>), Pengikat Air
<i>Lithography</i>	Tinta Air	Pengikat Warna
<i>Tobacco</i>	Rokok	Pembentukan lapisan pada kertas Rokok

2.6.3.3 Struktur *Carboxymethyl Cellulose* (CMC)

Struktur *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) merupakan rantai polimer yang terdiri dari unit molekul sellulosa. Setiap unit anhidro glukosa memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom. Hidrogen dari gugus hidroksil tersebut disubstitusi oleh *carboxymethyl*. Struktur *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC) dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Struktur CMC (Carboxyl Methyl Cellulose)

Gugus hidroksil yang tergantikan dikenal dengan derajat penggantian (*degree of substitution*) disingkat DS. Jumlah gugus hidroksil yang tergantikan atau nilai DS mempengaruhi sifat kekentalan dan sifat kelarutan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dalam air.

2.7 Sifat-sifat *Edibel film*

Sifat fisik *film* meliputi sifat mekanik dan penghambatan. Sifat mekanik menunjukkan kemampuan kekuatan *film* dalam menahan kerusakan bahan selama pengolahan, sedangkan sifat penghambatan menunjukkan kemampuan *film* melindungi produk yang dikemas dengan menggunakan *film* tersebut. Beberapa sifat *film* meliputi: ketebalan, kekuatan renggang putus dan pemanjangan, *elasticity*, dan kelarutan *film*.

2.7.1 Ketebalan *Film* (mm)

Ketebalan *film* merupakan sifat fisik yang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dalam larutan *film* dan ukuran plat pencetak. Ketebalan *film* akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas dan senyawa *volatile*.

2.7.2 *Tensile strength* (N/cm²) dan *Elongasi* (%)

Pemanjangan didefinisikan sebagai prosentase perubahan panjang *film* pada saat *film* ditarik sampai putus. Kekuatan regang putus merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat tetap bertahan sebelum *film* putus atau robek. Pengukuran kekuatan regang putus berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang.

2.7.3 Kelarutan *Film*

Persen kelarutan *edibel film* adalah persen berat kering dari *film* yang terlarut setelah dicelupkan di dalam air selama 24 jam.

2.7.4 *Elastisity*

Elastisitas merupakan pembagian dari kuat tarik dengan perpanjangan. Jadi nilai elastisitas berhubungan erat dengan nilai perpanjangan suatu bahan,. Semakin tinggi nilai perpanjangan suatu bahan maka bahan tersebut semakin elastis (Shah, 2008), dan bahan yang elastis adalah bahan yang mudah diregangkan dan cenderung kembali ke keadaan semula (Soedjono,2004).