

Pembuatan *Edible Film* dari Tepung Jagung

Danang Jaya, Endang Sulistyawati
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jln. SWK 104 Lingkar utara Condongcatur, Yogyakarta, 5584
Telp/fax: 0274 486889

Abstrak

Edible film adalah suatu lapisan tipis yang dibentuk untuk melapisi makanan (*coating*), berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa dan atau sebagai pembawa aditif. Penggunaan tepung jagung sebagai *edible film* merupakan solusi yang menarik sebagai pembungkus pangan inovatif yang dapat menyatu pada bahan makanan. Tepung jagung dipilih karena dapat diuraikan oleh mikroorganisme dan dapat dimakan, sehingga dapat dikatakan lebih ramah lingkungan. Pembuatan *edible film* dari tepung jagung ini bertujuan untuk menentukan kuat tarik dan kelarutan dalam air *edible film* yang relatif baik terhadap komposisi bahan. Penelitian dilakukan dengan cara melarutkan tepung jagung sebanyak 10 gram dengan aquadest 50 ml, ditambahkan 70 ml aquadest mendidih dan dipanaskan sampai suhu $\pm 85^{\circ}\text{C}$. Suspensi yang terbentuk didinginkan menggunakan pengaduk stirrer kemudian ditambahkan gliserol dan sorbitol. *Edible film* yang terbentuk kemudian dicetak dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama ± 4 jam. Perbandingan volume gliserol dengan sorbitol bervariasi dari 0:1, 0:2, sampai 5:5. Karakterisasi *edible film* meliputi analisis kuat tarik (sifat mekanik) dan daya larut dalam air (sifat fisis). Komposisi relatif baik untuk sifat *edible film* yang dihasilkan adalah dengan perbandingan volume gliserol 1 ml dan volume sorbitol 1 ml dengan kuat tarik sebesar 17,2765 N dan daya larut sebesar 0,0091 g/ml.

Kata kunci: *edible film*, tepung jagung, dapat dimakan

I. Pendahuluan.

Bahan makanan pada umumnya mudah rusak. Salah satu cara untuk mencegah atau memperlambat fenomena tersebut adalah dengan pengemasan yang tepat. Bahan pengemas dari plastik banyak digunakan dengan pertimbangan ekonomis dan memberikan perlindungan yang baik dalam pengawetan. Penggunaan material sintetis tersebut berdampak pada pencemaran lingkungan, sehingga dibutuhkan penelitian mengenai bahan pengemas yang dapat diuraikan. Alternatif penggunaan kemasan yang dapat diuraikan adalah dengan menggunakan *edible film*.

Penggunaan *edible film* untuk produk pangan dan penguasaan teknologinya masih terbatas. Oleh karena itu perlu dikembangkan penelitian yang lebih intensif, karena *edible film* sangat potensial digunakan sebagai pembungkus makanan dan pelapis produk-produk pangan, industri, farmasi, maupun hasil pertanian segar. *Edible film* adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan (*coating*) yang berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa (misalnya kelembaban, oksigen, cahaya, lipid, zat terlarut) dan atau sebagai pembawa aditif serta untuk meningkatkan penanganan suatu makanan (Krochta, 1994)

Pada penelitian ini *edible film* dibuat dari tepung jagung. Penggunaan tepung jagung ini merupakan solusi yang menarik sebagai pembungkus pangan inovatif yang dapat menyatu pada bahan makanan karena memiliki kelebihan seperti murah, berlimpah

(*renewable*), dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*), dan dapat dimakan (*edible*), sehingga dapat dikatakan lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik pengemas konvensional dari bahan polietilen dan gelatin yang *non-degradable*. Pengembangan dan penelitian *edible film* ini dirasakan penting mengingat fungsi protektif lapisan filmnya yang dapat mencegah berlangsungnya transfer kandungan uap air (*moisture*), oksigen, dan minyak (*oil*) dari bahan makanan yang dilindungi ke lingkungan ke bahan makanan itu sendiri.

Merurut Arpah (1997) dikutip Christiania (2008), *edible packaging* pada bahan pangan pada dasarnya dibagi menjadi tiga jenis bentuk, yaitu: *edible film*, *edible coating*, dan enkapsulasi. Hal yang membedakan *edible coating* dengan *edible film* adalah cara pengaplikasiannya. *Edible coating* langsung dibentuk pada produk, sedangkan pada *edible film* pembentukannya tidak secara langsung pada produk yang akan dilapisi/dikemas. Enkapsulasi adalah *edible packaging* yang berfungsi sebagai pembawa zat flavor berbentuk serbuk. *Edible film* didefinisikan sebagai lapisan yang dapat dimakan yang ditempatkan di atas atau di antara komponen makanan (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006). *Edible film* dan *coating* dapat diklasifikasikan berdasarkan kemungkinan penggunaannya dan jenis *film* yang sesuai, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemungkinan Penggunaan *Edible Film* dan *Coating* (Krochta, 1994).

Penggunaan	Jenis film yang sesuai
Menghambat penyerapan uap air, penyerapan gas, penyerapan minyak dan lemak dan menghambat penyerapan zat-zat larut	Lipida, komposit Hidrokoloid, lipida, atau komposit Hidrokoloid
Meningkatkan kekuatan struktur atau memberi kemudahan penanganan	Hidrokoloid, lipida, atau komposit Hidrokoloid, lipida, atau komposit
Menahan zat-zat volatil Pembawa bahan tambahan makanan	Hidrokoloid, lipida, atau komposit Hidrokoloid, lipida, atau komposit

Fungsi dari *edible film* sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik, dan sebagai pembawa zat aditif. *Edible film* yang terbuat dari lipida dan juga *film* dua lapis (*bilayer*) ataupun campuran yang terbuat dari lipida dan protein atau polisakarida pada umumnya baik digunakan sebagai penghambat perpindahan uap air dibandingkan dengan *edible film* yang terbuat dari protein dan polisakarida dikarenakan lebih bersifat hidrofobik (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006).

Jumlah karbondioksida dan oksigen yang kontak dengan produk merupakan salah satu yang harus diperhatikan untuk mempertahankan kualitas produk dan akan berakibat pula terhadap umur simpan produk. *Film* yang terbuat dari protein dan polisakarida pada umumnya sangat baik sebagai penghambat perpindahan gas, sehingga efektif untuk mencegah oksidasi lemak. Komponen volatil yang hilang atau yang diserap oleh produk dapat diatur dengan melakukan pelapisan *edible coating* atau *film* (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006).

Edible film dapat bergabung dengan bahan tambahan makanan dan substansi lain untuk mempertinggi kualitas warna, aroma, dan tekstur produk, untuk mengontrol pertumbuhan mikroba, serta untuk meningkatkan seluruh kenampakan (Krochta, 1994). Komponen penyusun *edible film* dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu;

1.1 Hidrokoloid.

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah protein atau karbohidrat. *Film* yang dibentuk dari karbohidrat dapat berupa pati, gum (seperti contoh alginat, pektin, dan gum arab), dan pati yang dimodifikasi secara kimia. Pembentukan *film* berbahan dasar protein antara lain dapat

menggunakan gelatin, kasein, protein kedelai, protein whey, gluten gandum, dan protein jagung. *Film* yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, sehingga sangat baik digunakan untuk memperbaiki struktur *film* agar tidak mudah hancur (Krochta, 1994).

Polisakarida sebagai bahan dasar *edible film* dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara sekitarnya dan memberikan ketebalan atau kekentalan pada larutan *edible film*. Pemanfaatan dari senyawa yang berantai panjang ini sangat penting karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah, dan bersifat nontoksik (Krochta, 1994).

Beberapa jenis protein yang berasal dari protein tanaman dan hewan dapat membentuk *film* seperti zein jagung, gluten gandum, protein kedelai, protein kacang, keratin, kolagen, gelatin, kasein, dan protein dari whey susu, karena sifat dari protein tersebut yang mudah membentuk *film*. Albumin telur dapat digunakan sebagai bahan pembentuk *film* yang baik yang dikombinasikan dengan gluten gandum, dan protein kedelai (Krochta, 1994).

1.2. Lipida.

Film yang berasal dari lipida sering digunakan sebagai penghambat uap air, atau bahan pelapis untuk meningkatkan kilap pada produk-produk kembang gula. *Film* yang terbuat dari lemak murni sangat terbatas dikarenakan menghasilkan kekuatan struktur *film* yang kurang baik (Dohowe dan Fennema, 1994 dalam Krochta *et. al.*, 1994). Karakteristik *film* yang dibentuk oleh lemak tergantung pada berat molekul dari fase hidrofilik dan fase hidrofobik, rantai cabang, dan polaritas. Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain lilin (*wax*) seperti parafin dan carnauba, kemudian asam lemak, monogliserida, dan resin (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006). Jenis lilin yang masih digunakan hingga sekarang yaitu carnauba. Alasan mengapa lipida ditambahkan dalam *edible film* adalah untuk memberi sifat hidrofobik (Krochta, 1994).

1.3. Komposit.

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

Variabel-variabel yang berpengaruh pada proses

pembuatan *edible film* adalah sebagai berikut:

1.4. Penambahan *plasticizer* yaitu gliserol dan sorbitol.

Jenis dan konsentrasi dari *plasticizer* akan berpengaruh terhadap kelarutan dari *film* berbasis pati. Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air. Gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada *edible film* berbasis pati (Bourtoom, 2007). Diantara lapisan film dari tepung jagung, singkong dan ubi jalar, film dari tepung singkong adalah yang paling lemah lapisannya dan lebih lentur karena tinggi kandungan gliserol pada filmnya. Kenaikan kandungan gliserol berakibat pada penurunan dan kenaikan yang cukup besar pada tekanan dan tegangan saat patah.

Sorbitol dapat mempertahankan kelembaban bahan makanan, cukup stabil, tidak reaktif, dan mampu bertahan dalam suhu tinggi. Pencegah kristalisasi dalam produk makanan, karena sifatnya yang mampu mempertahankan kelembaban makanan yang cenderung mengering dan mengeras agar bahan makanan tersebut tetap segar dan juga sorbitol memiliki permeabilitas yang rendah terhadap uap air (McHugh *et al.*, 1994 dikutip Bourtoom, 2007).

a. Kandungan amilosa dan amilopektin pada pati jagung.

Struktur linear amilosa dan struktur bercabang amilopektin ditunjukkan dalam kelakuan mereka yang mengarah pada gelatinisasi, pembentukan kristal, dan kapasitas pembentukan film. Ketika butir-butir pati dipanaskan dalam air, butir-butir itu mengembang, pecah, dan mengempis, melepaskan amilosa dan amilopektin. Struktur bercabang dari rantai amilopektin dalam larutan mempunyai kecenderungan yang kecil untuk berinteraksi dengan ikatan hidrogen dan sebagai akibat dari itu, gel-gel dari amilopektin dan filmnya lemah, kohesif, dan lentur. Rantai lurus dari amilosa dalam larutan mempunyai kecenderungan yang besar untuk berinteraksi dengan ikatan hidrogen dan sebagai akibat dari itu, gel-gel amilosa dan filmnya lebih keras dan kuat daripada gel-gel amilopektin dan filmnya.

Tingkat kegelapan film dipengaruhi oleh sumber tepungnya. Film tepung jagung mempunyai kandungan amilosa yang cukup rendah tetapi tingkat kegelapannya lebih tinggi dari film tepung ubi jalar, hal ini disebabkan perbedaan yang ada pada profil molekuler amilopektin tepung jagung. Meskipun kandungan amilosa tepung jagung lebih rendah daripada kandungan amilopektinya namun dalam hal tekanan saat patah tidak jauh berbeda pada tepung ubi jalar yang memiliki kandungan amilose cukup tinggi dari tepung jagung (Mali, 2004).

b. Temperatur dan waktu gelatinisasi

Proses gelatinisasi dipengaruhi oleh temperatur dan lamanya waktu pemanasan. Temperatur yang tidak tepat dan kurangnya waktu pemanasan dapat menyebabkan proses gelatinisasi berlangsung tidak sempurna. Pada temperatur 75 °C campuran plastik biodegradabel yang dihasilkan menjadi pati kembali. Proses gelatinisasi tidak dapat berlangsung sehingga menyebabkan film plastik tidak terbentuk, dengan kata lain tidak terjadi ikatan antara polimer dan gliserol serta kitosan (Maya Utari S, 2008).

Pembuatan plastik biodegradabel pada suhu 95 °C tidak dapat membentuk larutan homogen karena pada larutan plastik biodegradabel terbentuk gumpalan-gumpalan, dimana antara agar-agar dan kitosan dengan larutan gliserol tidak dapat menyatu. Hal ini dikarenakan pada pembuatan larutan plastik biodegradabel sangat dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu tersebut agar-agar telah membentuk flok-flok, bukan membentuk gel atau larutan yang homogen. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel yang terdapat pada larutan bersifat netral atau stabil. Partikel-partikel koloid yang bersifat stabil karena memiliki muatan listrik sejenis. Apabila muatan listrik itu hilang, maka partikel koloid tersebut akan bergabung membentuk gumpalan. Proses penggumpalan dan pengendapan ini disebut koagulasi. Jadi, temperatur yang optimum pada proses gelatinisasi adalah ±85°C.

c. Diameter butiran tepung jagung

Semakin kecil ukuran butiran tepung jagung maka semakin cepat larut pada saat proses pelarutan.

II. Metodologi

2.1. Bahan.

1. Tepung jagung

Tepung jagung yang dipakai bermerk maizena, diperoleh dari toko indomaret Yogyakarta Kadar air 18,55 %, kadar karbohidrat 56,72 %, kadar protein 1,14 %

2. Aquadest

3. Gliserol

Gliserol diperoleh dari toko kimia PT. Brataco yogyakarta Kadar gliserol 99,7%

4. Sorbitol

Sorbitol diperoleh dari toko kimia CV. Cmem-mix Pratama yogyakarta Kadar sorbitol 80%

5. Natrium Azida

Diperoleh dari toko kimia CV. Cmem-mix Pratama yogyakarta

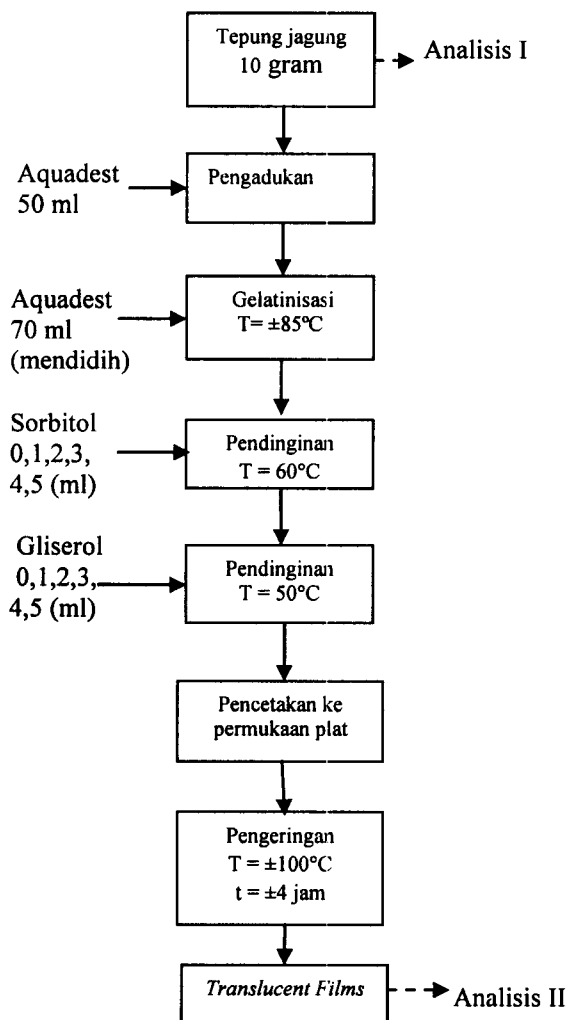
2.2. Peralatan.

Alat yang digunakan: Pengaduk stirrer, Beker glass, Kompor listrik, Termometer.

2.3. Metode Pembuatan Edible film.

Tepung jagung sebanyak 10 gram dicampur dengan 50 ml *aquadest* dalam beker glass. Ke dalam campuran tersebut dimasukkan 70 ml *aquadest* mendidih sambil diaduk. Campuran dipanaskan sampai suhu $\pm 85^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk. Campuran tersebut didinginkan pada lingkungan terbuka sambil diaduk dengan bantuan pengaduk *stirrer*.

Pada suhu 60°C ditambahkan sorbitol. Kemudian pada suhu sekitar 50°C ditambahkan gliserol. Hasil yang diperoleh adalah berupa larutan filmogenik kemudian dituangkan ke permukaan plat. Selanjutnya, dikeringkan pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ selama ± 4 jam di dalam oven. Setelah kering didinginkan dalam ruang terbuka sampai suhu sama dengan suhu kamar. Lapisan film ini disebut *translucent films* yang selanjutnya dilakukan uji kuat tarik dan daya larut.



Keterangan :
 Analisis I : kadar air, karbohidrat, protein
 Analisis II : kuat regang putus dan kelarutan

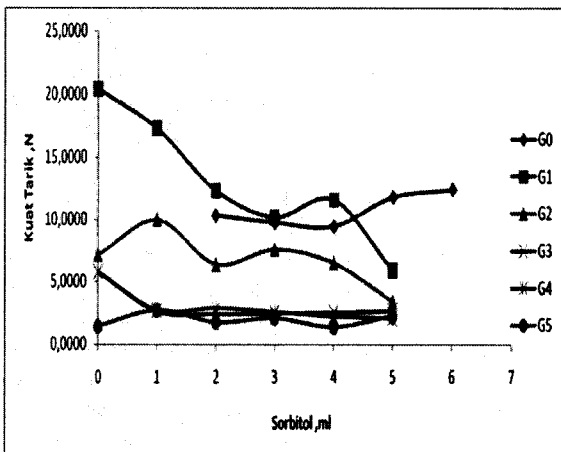
Gambar 1. Diagram Proses Pembuatan Sampel *Edible Film*.

III. Hasil dan Pembahasan.

Perbandingan Volume Gliserol Dan Sorbitol
 Berat tepung jagung = 10 gram
 Volume aquadest = 120 ml

Table 2. Hubungan volume gliserol dan sorbitol terhadap kuat tarik.

Gliserol, ml	Kuat Tarik, N						
	0	1	2	3	4	5	
0			10,3	9,8	9,5	11,8	12,4
1	20,4	17,3	12,3	10,2	11,6	5,9	
2	7,1	9,9	6,4	7,6	6,5	3,4	
3	5,7	2,7	2,4	2,5	2,6	2,7	
4	5,8	2,8	2,9	2,6	2,2	2,1	
5	1,4	2,7	1,7	2,1	1,4	2,3	
	0	1	2	3	4	5	6
	Sorbitol, ml						



Gambar 2. Hubungan antara kuat tarik dengan volume sorbitol pada berbagai volume gliserol.

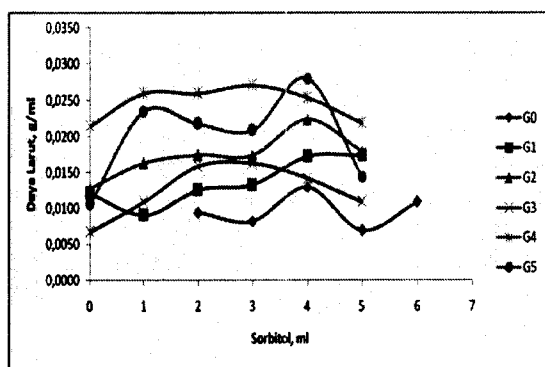
Dari table 2 dan gambar 2 dapat dilihat bahwa kekuatan tarik semakin rendah apabila volume gliserol bertambah. Hal ini disebabkan karena titik jenuh telah terlewati sehingga molekul-molekul pemlastis yang berlebih dalam fase tersendiri diluar fase polimer dan akan menurunkan gaya intermolekuler antar rantai polimer. Sedangkan kuat tarik mendekati konstan pada penambahan volume sorbitol. Hal ini terjadi karena sorbitol memiliki rantai lebih panjang daripada gliserol, sehingga memberikan efek sifat aditif kekuatan tarik dan elongasi yang lebih baik dibandingkan gliserol.

Pada volume gliserol 0 ml tidak memberikan efek terhadap kuat tarik dikarenakan tidak mengandung gliserol yang berpengaruh hanya sorbitol sehingga grafik gliserol 0 ml berada di bawah grafik gliserol 1

ml. Volume gliserol 1 ml memberikan kuat tarik yang lebih tinggi. Hal ini terjadi karena pada volume gliserol 1 ml berada pada titik jenuh yang menyebabkan molekul-molekul *plasticizer* hanya terdispersi dan berinteraksi dengan struktur rantai pati yang menyebabkan gerakan rantai tidak bebas. Oleh sebab itu, rantai pati lebih sulit meningkat karena adanya gaya intermolekuler antar rantai pati tersebut dan mengakibatkan film yang terbentuk memiliki struktur yang kuat. Komposisi relatif baik untuk sifat mekanik *edible film* dengan perbandingan volume gliserol 1 ml dan volume sorbitol 1 ml sebesar 17,2765 N.

Table 3. Hubungan volume gliserol dan sorbitol terhadap daya larut

Gli-serol ml	Daya larut, g/ml						
	X 10 ²						
0		0,95	0,82	1,30	0,69	0,01	
1	1,22	0,91	1,26	1,33	1,72	1,74	
2	1,28	1,63	1,75	1,74	2,24	1,79	
3	0,67	1,09	1,59	1,63	1,42	1,09	
4	2,14	2,60	2,59	2,71	2,53	2,19	
5	1,06	2,35	2,17	2,09	2,80	1,44	
	0	1	2	3	4	5	6
	Sorbitol, ml						



Gambar 3. Hubungan antara daya larut dengan volume sorbitol pada berbagai volume gliserol.

Dari table 3 dan gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin banyak penambahan volume gliserol dan sorbitol maka daya larut terhadap air semakin besar. Khususnya gliserol dapat memberikan daya larut yang semakin besar ketika volume gliserol semakin besar karena gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada *edible film* berbasis pati (Bourtoom, 2007).

Penambahan sorbitol hanya menambahkan rasa manis dan melembabkan *edible film* sehingga kelarutan *edible film* tidak begitu terlihat signifikan. Kenaikan nilai daya larut yang diuji disebabkan

karena adanya pengaruh gelembung udara pada sampel yang dipengaruhi oleh proses pengadukan itu sendiri. Adanya gelembung udara mengakibatkan bagian tertentu dari sampel mudah pecah dan mudah untuk melarut. Pada volume gliserol 4 ml sudah mengalami kelarutan maksimum sehingga pada volume gliserol 5 ml mengalami penurunan kelarutan. Pengujian daya larut *edible film* dilakukan untuk membuktikan bahwa *edible film* dapat diuraikan sehingga ramah lingkungan.

Komposisi relatif baik untuk sifat *edible film* yang dihasilkan yaitu dengan perbandingan volume gliserol 1 ml dan volume sorbitol 1 ml sebesar 0,0091 g/ml.

IV. Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian "Pembuatan *Edible Film* Dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*)" yang kami lakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan volume gliserol dan sorbitol akan meningkatkan daya larut tetapi akan menurunkan kuat tarik dari *edible film* yang dihasilkan.
2. Pembuatan *edible film* dari tepung jagung dengan volume aquadest 120 ml dan berat tepung jagung 10 gr dan waktu pendinginan selama 15 menit. Komposisi relatif baik untuk sifat *edible film* yang dihasilkan adalah dengan perbandingan volume gliserol 1 ml dan volume sorbitol 1 ml. Kuat tarik sebesar 17,2765 N dan daya larut sebesar 0,0091 g/ml.

V. Ucapan Terimakasih.

Terimakasih kepada Adinda Despita, Mutiara Putri Utami yang telah membantu dalam analisa.

VI. Daftar Pustaka.

- Anonim, 2009, sorbitol, diakses dari <http://hnz11.wordpress.com/?s=sorbitol>
- Anonim, 2010, Amilopektin, dapat diakses dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Amilopektin>
- Anonim, 2010, Jagung, diakses dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Jagung>
- Anonim, 2010, Polisakarida, diakses dari <http://ms.wikipedia.org/wiki/Polisakarida>
- Anonim, 2001, CornQuality for Industrial Uses, diakses dari <http://ianrpubs.unl.edu/fieldcrops/g1115.htm>
- Bourtoom, T., 2007, "Edible Film and Coatings": characteristics and Properties, Department of Material Product Technology, Prince of Songkla University, 3-12. Erlangga, Jakarta.
- Harris helmi, 2001, "Kemungkinan Penggunaan *Edible Film* dari Pati Tapioka untuk Pengemas Lempuk", jurnal Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, 3, 99-106.

- Harsono, B. Uning, dan Suparlan, 2006, "Pengembangan Alsin Pengolahan Tepung Maizena Cara Basah (Corn Wet Milling System) Skala Kecil", 1-3.
- Hui, Y. H. 2006, "Handbook of Food Science" Technology, and, Engineering Volume I. CRC Press, USA.
- Hyene, K. 1987, "Tumbuhan Berguna Indonesia-I". Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan Bogor.
- Krochta, J.M., 1994, "Edible Coating And Films to Improve food Quality", CRC Press Boca Raton, New York.
- Lehninger, A., L. 1982. "Dasar-Dasar Biokimia". Penerjemah: M. Thenawijaya.
- Mali, S., Karam, B.K., Ramos, L.R., and Grossmann, M.V.E., 2004, "Relationships among the Composition and physicochemical Properties of Starches with the Characteristics of their Films", *Journal of agricultur and food Chemistry* 52, 7720-7725.
- Maya Utari S., Yuli Darmi, dan Herti Utami, 2008, "Pemanfaatan Agar-agar *Gracilarna Coronapifolia* dan Kitosan untuk Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Gliserol sebagai Plasticizer", *jurnal jurusan Teknik Kimia FT Universitas Lampung*, 1-4.
- Suarni, dan S. widowati, 1995, "Struktur, Komposisi, dan Nutrisi jagung", *jurnal Balai Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor* ,410-411.
- Sudarmadji, S. Haryono, B, dan Suhardi., 1989, "Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian", edisi 2, hal 53,61, 64, 77, 78. Liberty, Yk.
- Wahyu Karnawidjaja M, "Pemanfaatan Pati Singkong Sebagai Bahan Baku *Edible Film*", karya tulis ilmiah beasiswa Djarum 2008-2009, 1,16-20.
- Yissa Luthana, 2010, Review Lengkap Tentang *Edible Film*, Pembuatannya Dari Bubuk Pektin Cincau, dan Aplikasinya, dapat diakses di <http://yissaprayogo.wordpress.com/>