



**PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**APLIKASI *EDIBLE FILM* KARAGENAN  
SEBAGAI KEMASAN BUMBU MIE INSTAN**

**BIDANG KEGIATAN :  
PKM Artikel Ilmiah**

**Diusulkan oleh :**

<b>Ketua</b>	<b>: Jamaludin</b>	<b>C34051280</b>	<b>2005</b>
<b>Anggota</b>	<b>: Fathu Rahman Hadi</b>	<b>C34051668</b>	<b>2005</b>
	<b>Henry Eka Diyana</b>	<b>C34080014</b>	<b>2008</b>

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2009**

**HALAMAN PENGESAHAN  
USULAN PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**1. Judul Kegiatan** : Aplikasi *Edible Film* Karagenan sebagai Kemasan Bumbu Mie Instan

**2. Bidang Kegiatan** : ( ✓ ) PKM-AI ( ) PKM-GT

**3. Ketua Pelaksana Kegiatan**

**4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis** : 2 orang

**5. Dosen Pendamping**

Bogor, 06 April 2009

Menyetujui,  
Departemen Teknologi Hasil Perairan  
Ketua

Ketua Pelaksana Kegiatan

Dr. Ir. Linawati Hardjito, MS.  
NIP. 131 664 395

Jamaludin  
NIM. C34051280

Wakil Rektor  
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS  
NIP. 131 473 999

Uju S.Pi, M.Si  
NIP. 132 282 668

# **APLIKASI EDIBLE FILM KARAGENAN SEBAGAI KEMASAN BUMBU MIE INSTAN**

Penulis: Jamaludin, Fathu Rahman Hadi, Henry Eka Diyana  
Institut Pertanian Bogor

## **ABSTRAK**

*Di Indonesia masih sangat jarang industri yang menghasilkan karagenan murni atau formula produk karagenan yang siap pakai yang dapat digunakan untuk industri pangan. Inovasi pembuatan karagenan menjadi edible film merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan pemanfaatan karagenan. Diharapkan melalui pemanfaatan karagenan sebagai bahan dasar pembuat edible film dapat memacu industri untuk menghasilkan karagenan. Mie instan merupakan makanan siap saji yang banyak dikenal oleh masyarakat Indonesia. Perkembangan teknologi telah merubah pola dan gaya hidup masyarakat. Mobilitas dan aktivitas masyarakat semakin tinggi sehingga gaya hidup serba cepat menjadi pola hidup, termasuk dalam mengkonsumsi makanan. Hal ini menjadikan Mie instan sebagai makanan favorit bagi sebagian masyarakat yang terutama bagi masyarakat yang memiliki pola hidup serba cepat. Kemasan bumbu mie instan yang digunakan selama ini adalah kemasan yang terbuat dari bahan sintetik yang tidak dapat di daur ulang (non-biodegradable) yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan dan isu global warming mendorong industri pangan untuk memikirkan penggunaan kemasan yang ramah terhadap lingkungan. Penggunaan karagenan sebagai bahan dasar pembuatan edible film sebagai pengemas bumbu mie instan merupakan salah satu upaya yang perlu dicoba. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) memanfaatkan karagenan sebagai bahan pembuatan edible film (2) mengaplikasikan kemasan edible film sebagai bahan pengemas bumbu mie instan (3) mengurangi penggunaan plastik sintetik dalam industri pangan yang sulit untuk didaur ulang.*

*Metode yang digunakan terdiri dari dua tahap yaitu (1) ekstraksi rumput laut Eucheema cottonii untuk memperoleh karagenan (2) pembuatan edible film (3) aplikasi edible film sebagai bahan pengemas bumbu mie instan. Edible film yang diperoleh diuji ketebalan, kuat tarik dan persentase pemanjangan (% elongasi).*

*Dari hasil penelitian, edible film terpilih adalah edible dengan perlakuan konsentrasi sorbitol 1% dengan ketebalan 0.765, kuat tarik 323,183 kgf/cm<sup>2</sup> dan persentase elongasi 4,624 %. Hasil ini memperlihatkan bahwa edible film yang diperoleh dapat digunakan sebagai pengemas bumbu mie instan.*

*Kata kunci : edible film, karagenan, pengemas bumbu mie instan.*

## PENDAHULUAN

Perairan Indonesia yang merupakan 70 persen dari wilayah Nusantara, mempunyai garis pantai lebih dari 81.000 km dengan 13.667 pulau, memiliki potensi rumput laut yang cukup besar. Potensi rumput laut cukup melimpah dan meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2002 produksi rumput laut mencapai 223.080 ton, pada tahun 2003 mencapai 231.927 ton, pada tahun 2004 mencapai 397.964 ton, dan meningkat menjadi 1.341.141 ton pada tahun 2006 (Departemen Pertanian 1988, diacu dalam Wirjatmadi *et al.*, 2002).

Rumput laut dimanfaatkan secara luas, baik dalam bentuk bahan mentah seperti lalapan, sayuran, manisan, asinan, maupun dalam bentuk hasil olahan. Salah satu bentuk hasil olahan rumput laut yang paling potensial dan bernilai ekonomis tinggi adalah polisakarida alga. Polisakarida alga yang komersial sampai saat ini adalah agar, karagenan dan alginat.

Karagenan merupakan getah yang bersumber dari rumput laut merah (*Rhodophyceae*) berupa polisakarida sulfat yang memiliki sifat-sifat hidrokoloid sehingga banyak digunakan dalam produk pangan dan industri. Selain digunakan sebagai penstabil, sifat-sifat fungsional lainnya dalam produk pangan adalah sebagai pencegah kristalisasi, pengemulsi, pembentuk gel, pengental, koloid pelindung dan penggumpal (Winarno, 1990). Bila dikombinasi dengan garam kalium, maka karagenan sangat efektif sebagai gel pengikat atau pelapis produk daging. Dalam jumlah yang relatif kecil, karagenan juga dipergunakan dalam makanan lainnya, misalnya macaroni, jam jelly, sari buah, bir dan lain-lain (Winarno, 1990).

Di luar industri pangan, karagenan juga digunakan dalam industri obat-obatan, kosmetik, tekstil, cat serta pasta gigi. Selain sebagai pengemulsi dan penstabil, karagenan juga berfungsi sebagai pembentuk gel, pensuspensi, pengikat, *protective* (melindungi koloid), *film former* (mengikat suatu bahan), *syneresis inhibitor* (menghalangi terjadinya pelepasan air), dan *flocculating agent* (mengkilat dan mengikat bahan-bahan lain) (Anggadiredja *et al.*, 1993).

Pasar dunia untuk jenis rumput laut yang mengandung karagenan rata-rata mencapai 130.000 ton per tahun, sedangkan pasar karagenan mencapai 15.000-20.000 ton/tahun. Pasar terbesar yaitu Eropa (35%), Asia Pasifik (25%), Amerika

Utara (25%), dan Amerika Selatan (15%). Perusahaan-perusahaan yang mendominasi pasar rumput laut penghasil karagenan adalah FMC (Amerika), QPF (Denmark), dan France Setia (Perancis). Industri karagenan dunia mengalami pertumbuhan yang menggembirakan, khususnya produk yang konvensional dan SRC (*Semi Refine Product*), hal ini disebabkan karena banyaknya industri hilir yang membutuhkan seperti industri daging dan *dairy*, khususnya di pasar Amerika Serikat (PPIP, Badan Agribisnis, 1996).

Di Indonesia, masih sangat jarang industri yang menghasilkan karagenan murni (*refine caragenan*) atau formula produk karagenan siap pakai yang dapat digunakan untuk industri pangan. Pembuatan karagenan menjadi *edible film* merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan pemanfaatan karagenan. Sehingga diharapkan pemanfaatan karagenan sebagai salah satu bahan dasar pembuat *edible film* dapat memacu industri untuk menghasilkan karagenan.

Berdasarkan kandungan sulfatnya, Dotty (1987) membedakan karagenan menjadi dua fraksi yaitu kappa karagenan yang mengandung sulfat kurang dari 28% dan iota karagenan jika lebih dari 30%. Sedangkan Winarno (1990), membagi karagenan menjadi tiga fraksi berdasarkan unit penyusunnya yaitu, kappa, iota, dan lambda karagenan.

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester, kalium, natrium, magnesium, dan kalsium sulfat dengan galaktosa 3,6 anhidrogalaktosa kopolimer (Winarno 1996). Sedangkan menurut Arifin (1994) yang dikutip Anonim (1991) menyatakan bahwa karagenan merupakan senyawa kompleks polisakarida yang dibangun oleh sejumlah unit galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa, baik yang mengandung sulfat maupun yang tidak mengandung sulfat, dengan ikatan  $\alpha$ -1,3-D galaktosa dan  $\beta$ -1,4-3,6 anhidrogalaktosa secara bergantian.

Karagenan dapat membentuk gel secara reversible artinya dapat membentuk gel pada saat pendinginan dan kembali cair pada saat dipanaskan. Pembentukan gel disebabkan karena terbentuknya struktur heliks rangkap yang tidak terjadi pada suhu tinggi. Pada suhu rendah, struktur heliks rangkap membentuk jaringan polimer yang bercabang-cabang dan selanjutnya akan membentuk suatu kesatuan (Suryaningrum, 1988).

Edible film adalah suatu lapisan tipis dan kontinu yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan, dibentuk diatas komponen makanan (coating) atau diletakkan diantara komponen makanan (film yang berfungsi sebagai penghalang terhadap transfer massa dan atau sebagai pembawa bahan makanan dan aditif serta untuk meningkatkan kemudahan penanganan makanan (Krochta, 1992). Edible dapat berperan sebagai lapisan yang dapat didegradasi oleh bakteri dan terbuat dari sumberdaya yang dapat diperbaharui. Film ini mengganti film berbasis minyak bumi atau upaya untuk meningkatkan kepedulian lingkungan. Saat ini film yang dapat didegradasi berasal dari protein dan polisakarida (Parris *et al.*, 1995).

Pengembangan karagenan sebagai bahan dasar *edible film* merupakan salah satu upaya peningkatan pemanfaatan karagenan. Selain itu, pemanfaatan karagenan sebagai bahan dasar *edible film* juga merupakan salah satu alternatif untuk menciptakan suatu kemasan makanan dan produk pangan yang ramah lingkungan, mengingat sebagian besar produk pangan pada saat ini masih menggunakan bahan kemasan sintetis yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Bahan kemasan *edible* aman terhadap lingkungan dan dapat mempertahankan kualitas produk pangan dari segi gizi, warna, aroma, rasa, dan penampakan (Krochta, 1997). Selain itu, *edible film* adalah produk yang ramah lingkungan tanpa efek negatif, tidak seperti bahan pengemas sintetis yang tidak dapat terdegradasi. *Edible film* berupa lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan, dibentuk diatas komponen atau diletakkan diantara komponen makanan. Protein sebagai komponen penyusun *edible* memiliki banyak kelebihan diantaranya mengandung asam-asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh. Menurut Krochta (1992) keuntungan *edible film* dibandingkan pengemas non-*edible* adalah film dapat langsung dikonsumsi bersama produk yang dikemas sehingga tidak ada sampah kemasan, dapat meningkatkan sifat-sifat organoleptik pangan karena dapat ditambahkan flavor, pewarna dan pemanis, dapat digunakan sebagai suplemen gizi, sebagai pembawa senyawa anti mikroba dan anti oksidan, dan cocok digunakan untuk mikroenkapsulasi flavor pangan dan reaktif agen.

Dalam penelitian ini, *edible film* yang diperoleh diaplikasikan sebagai pengemas bumbu mie instan. Seperti yang kita ketahui bahwa mie instan merupakan produk siap saji yang sangat digemari oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Kemasan bumbu mie instan yang digunakan selama ini adalah kemasan dari bahan sintetik yang tidak dapat didegradasi sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu suatu inovasi kemasan produk pangan yang aman dan ramah lingkungan.

## **TUJUAN**

Tujuan dari program penelitian ini adalah

- (1) memanfaatkan karagenan sebagai bahan pembuatan *edible film*
- (2) mengaplikasikan kemasan *edible film* sebagai bahan pengemas bumbu mie instan
- (3) mengurangi penggunaan plastik sintetik dalam industri pangan yang sulit untuk didaur ulang.

## **METODE PELAKSANAAN**

### **Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Program Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Baku Hasil Perairan, mikrobiologi Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Pelaksanaan program ini dimulai dari bulan Februari sampai Juni 2007.

### **Alat dan Bahan**

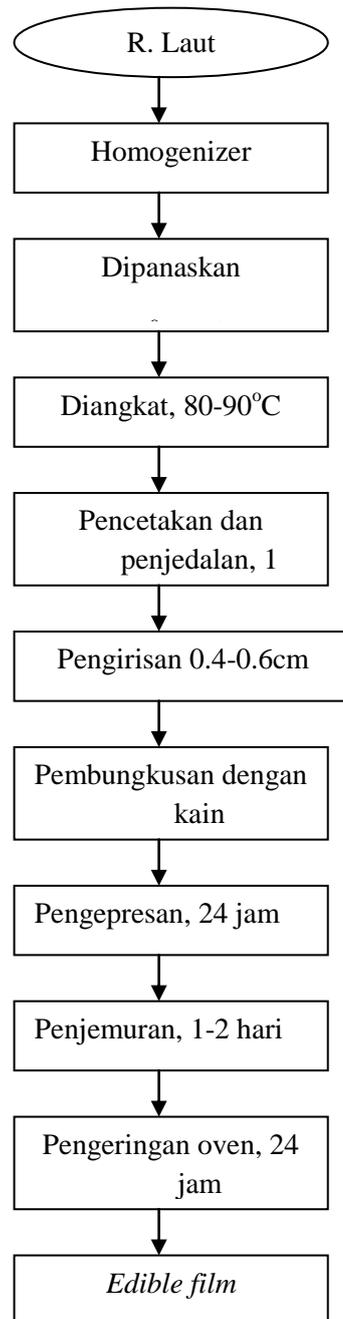
Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah timbangan digital, baskom, pisau, gelas kimia, gelas ukur, kain blacu, talenan, termometer, kompor listrik, loyang, plastik, *sealer*. Sedangkan bahan yang digunakan diantaranya adalah rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma spinosum*, air, NaOH 0,1 %, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## **Metode Kegiatan**

Metode yang akan dilaksanakan pada penelitian ini ada 3 tahapan, diantaranya adalah pembuatan *edible film* dan pengujian beberapa parameter, pengujian dan aplikasi *edible film* sebagai kemasan bumbu mie.

## **Pembuatan *Edible Film***

Pembuatan *edible film* berawal dari bahan baku rumput laut, dalam hal ini *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* menjadi karagenan. Karagenan inilah yang akan menjadi bahan baku untuk pembuatan *edible film*. Selengkapnya prosedur pembuatan *edible film* dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan *edible film*

### **Pengujian Kemasan *Edible Film***

Pengujian pada kemasan *edible film* dari karagenan yaitu dilakukan untuk mengetahui karakteristik sehingga dapat diaplikasikan dengan baik. Pengujian dilakukan diantaranya pada :

1. Kekuatan tarik
2. Persentase pemanjangan (% Elongasi)
3. Ketebalan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. *Edible Film*

*Edible film* adalah suatu lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakan diantara komponen makanan (*film*) 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, 1992).

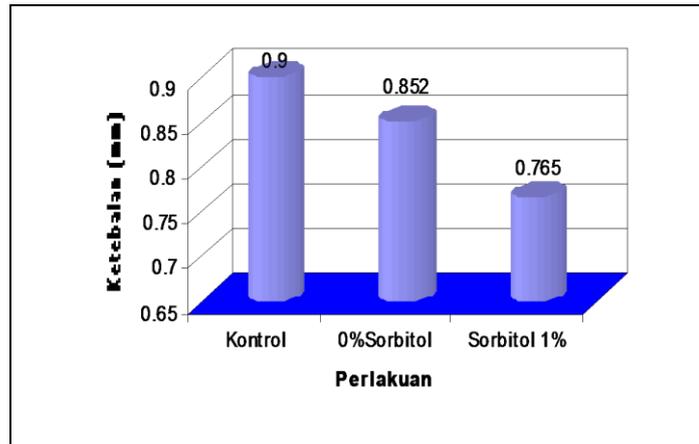
Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *edible film* dengan penambahan sorbitol 1% dan tanpa adanya penambahan sorbitol (0% sorbitol). Kemudian dilakukan uji diantaranya ketebalan, kuat tarik dan % elongasi.

#### 1.1. Ketebalan *Edible Film*

Ketebalan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap pembentukan film. Pengukuran ketebalan dilakukan dengan menggunakan *Microcal Meshmer* yang dapat dilihat pada Gambar 2. Menurut Park *et al.* (1996), ketebalan film dipengaruhi oleh luasan cetakan, volume larutan, dan banyaknya total padatan dalam larutan. Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh rata-rata ketebalan *edible film* dari karagenan adalah 0.765 mm sampai 0.900 mm. Diagram hasil pengukuran ketebalan *edible film* terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. *Microcal Meshmer*



Gambar 3. Diagram hasil pengukuran ketebalan *edible film* dengan berbagai perlakuan.

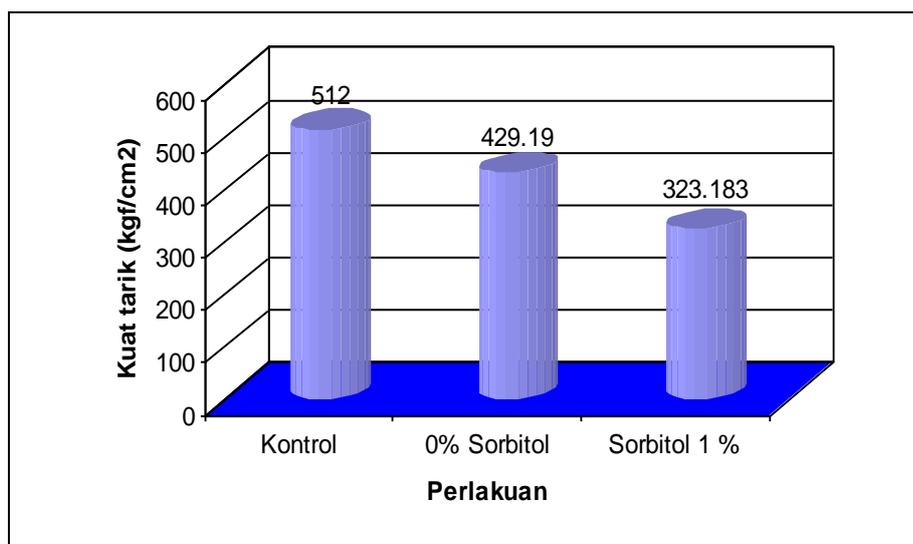
Dari diagram di atas terlihat bahwa semakin tinggi sorbitol yang ditambahkan, maka semakin menurunkan ketebalan dari *edible film* yang dihasilkan. Akan tetapi perbedaan ini tidak terlalu jauh. Perbedaan ketebalan dari *edible film* dapat disebabkan tebal tipisnya penuangan cairan karagenan pada saat pencetakan, dan adanya pemanasan yang tidak terdistribusi dengan merata pada semua permukaan *edible film*.

### 1.2. Kuat Tarik *Edible Film*

Menurut Ninneman (1968), kuat tarik dan persen elongasi merupakan sifat mekanik yang berhubungan dengan sifat kimia film. Kuat tarik merupakan gaya maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film hingga terputus. Parameter ini merupakan salah satu sifat mekanis yang penting dari *edible film* dan kemampuan pengemas untuk mempertahankan kekompakan makanan (Sothornvit dan Krochta, 2000). Kuat tarik yang terlalu kecil mengindikasikan bahwa film yang bersangkutan tidak dapat dijadikan kemasan, karena karakter fisiknya kurang kuat dan mudah patah. Pengukuran kuat tarik *edible film* dilakukan dengan menggunakan *Tensile Strength & elongation Tester strogroph- MI toyoseiki* seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Strenght & elongation Tester strograph- MI toyoseiki*



Gambar 5. Diagram hasil uji kuat tarik *edible film*

Berdasarkan hasil pengukuran kuat tarik, *edible film* yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 323,183 kgf/cm<sup>2</sup> sampai 512 kgf/cm<sup>2</sup>. Hasil dapat dilihat pada Gambar 5. Dari hasil terlihat bahwa peningkatan konsentrasi sorbitol menyebabkan penurunan kuat tarik (*tensile strength*) *edible film* yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan karena dengan penambahan sorbitol dapat mengakibatkan melemahnya kuat tarik dan meningkatkan fleksibilitas film (Banker, 1966). Srinivasa *et al.* (2006) melaporkan bahwa *edible film* dengan poliol (gliserol,

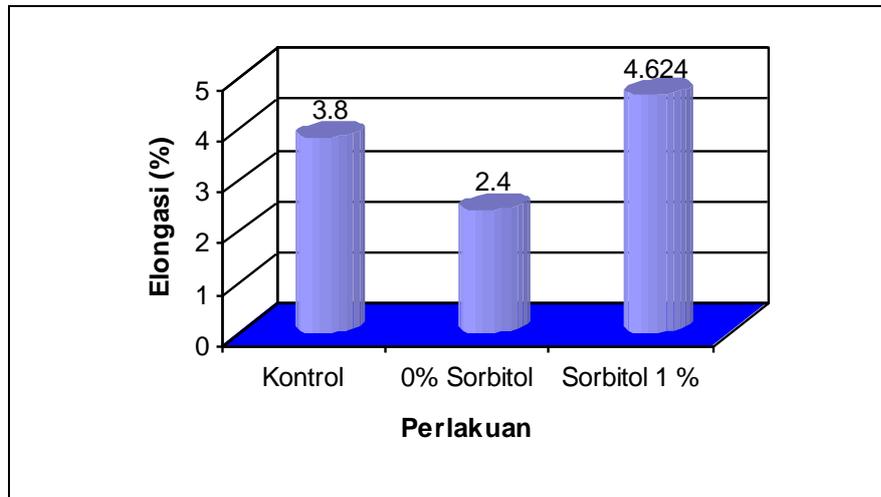
sorbitol, dan polietilen glikol (PEG) dan asam lemak dapat menurunkan kuat tarik *edible film*. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti (Caner *et al.*, 1998; Srinivasa *et al.*, 2006) Selain itu poliol seperti sorbitol dapat secara efektif mengurangi ikatan hydrogen internal dan meningkatkan jarak intermolekul sehingga struktur film yang terbentuk menjadi lebih halus dan fleksibel.

### 1.3. Persen pemanjangan (% elongasi)

Persen pemanjangan adalah perubahan panjang maksimum yang dapat dialami bahan pada saat mengalami peregangan atau ditarik sampai sebelum bahan itu robek (Krochta dan Johnston, 1997). Perubahan panjang dapat terlihat apabila film sobek (Hay, 1968).

Berdasarkan hasil uji terhadap *edible film* dari karagenan, dihasilkan rata-rata persen pemanjangan adalah 2,4 % sampai 4,624 % seperti yang terlihat pada Gambar 6. Dari diagram dapat dilihat bahwa persen pemanjangan *edible film* yang dihasilkan semakin bertambah seiring semakin tingginya konsentrasi sorbitol yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan dengan penambahan sorbitol dapat meningkatkan molekul-molekul *edible film* semakin meregang.

Krochta dan Johnston (1997) melaporkan karakteristik *edible standar* standar mempunyai persen pemanjangan 10-50%. *Edible film* dengan pemanjangan yang rendah mengindikasikan bahwa film tersebut kaku dan mudah patah. Umumnya struktur film lebih lembut, kuat tarik menurun dan persen pemanjangan meningkat. Persen pemanjangan lebih tinggi menunjukkan bahwa *film* lebih fleksibel. Hal ini menunjukkan bahwa film tahan terhadap kerusakan secara mekanis pada penanganan mesin secara proses di industri pangan.



Gambar 6. Diagram hasil uji elongasi *edible film* karagenan

## 2. Aplikasi Pengemasan

Pengemasan merupakan hal terpenting dari suatu produk, karena ciri khas pengemasan akan menunjukkan *brand image* dari produk yang dipasarkan. Pengemasan pada penelitian ini menggunakan *edible film* dari karagenan rumput laut yang bersifat degradable. Aplikasi pengemasan dengan *edible film* yang dihasilkan menggunakan putih telur yang kemudian dilakukan *sealer* dengan menggunakan *double sealer*. Gambar hasil *sealer* terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Aplikasi *edible film* dan perbandingan dengan produk komersial

## KESIMPULAN

*Edible film* berbahan dasar karagenan dapat menjadi alternatif pengganti plastik sintetis dalam bahan pangan. Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata ketebalan *edible film* dari karagenan adalah 0.765 mm sampai 0.900 mm, kuat tarik *edible film* antara 323,183 kgf/cm<sup>2</sup> sampai 512 kgf/cm<sup>2</sup>, dan rata-rata persen pemanjangan adalah 2,4 % sampai 4,624 %, *edible film* berbahan dasar karagenan ini dapat digunakan sebagai pengganti bahan plastik sintetis pada bahan pangan khususnya pada bungkus bumbu mie instan. Dengan demikian *edible film* berbahan dasar karagenan ini dapat menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan plastik sintetis pada bahan pangan yang sulit untuk di daur ulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggadirdja J. 1993. Ekstraksi Sodium Alginat dengan Metode CaCl<sub>2</sub> dari *Sargassum* sp. dan *Turbinaria* sp. Laporan Penelitian.
- Arifin M. 1994. Penggunaan kappa karagenan sebagai penstabil (*stabilizer*) pada pembuatan *fish meat loaf* dari ikan Tonhgkol (*Euthynnus* sp.)[skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Badan Agribisnis 1996. Peta Pasar Ekspor Tuna, Udang, Rumput Laut Indonesia. Dok: 026/APE/AB300/XI/96. Pusat Pengembangan dan Informasi Pasar. Badan Agribisnis. Departemen Pertanian.
- Dotty MS. 1987. The Production and Uses of *Euheuma* In: Studies of Seven Commercial Seaweeds Resources. Ed. By: MSDotty, JF Caddy, and B. Santelices. FAO Fish. *Tech. Paper* No.281 Rome. Pp 123-161.
- Krochta JM. 1992. Control of mass transfer in food with edible coating and films. Didalam Singh RP dan MA Wiranata kusumah (eds). *Advances in food engineering*.
- Krochta JM dan Johnston C De Mulder. 1997. Edible and biodegradable polymer films: Challenge and opportunities. *Food Technology* 951(2): 61-74.
- Park HJ, CL Weller, PJ Vergano dan RF Testin. 1996. *Factor affecting barrier and mechanical properties of protein-edible, degradable films*. New Orleans. LA.

- Parris N, Coffin DR, Joubran RF dan Pessen H. 1995. Composition Factors Affecting The Water Vapour Permeability and Tensile Properties of Hydrophilic Films. *J. Agri. Food. Chem.* (45): 1432-1435.
- Shotornvit R, Krochta JM. 2000. Plasticizer effect on oxygen permeability of  $\beta$ -lactoglobulin films. *Journal of Agriculture and Food Chemistry.* (48): 6298-6302.
- Srinivasa PC, Ramesh MN, dan Tharanathan RN. 2006. Effect of plasticizers and fatty acids on mechanical and permeability characteristic of chitosan films. *J. Food Hydrocolloid.* Vol 2:1113-1122.
- Suryaningrum Th D. 1988. Kajian sifat-sifat mutu komoditi rumput laut budidaya jenis *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* [Tesis]. Bogor: Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Winarno FG. 1990. *Pengantar Teknologi Pangan.* Jakarta: PT. Gramedia.
- Winarno FG. 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut.* Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- Wirjatmadi B, Adriani M, Purwanti S. Pemanfaatan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dalam Meningkatkan Nilai Kandungan Serat dan Yodium Tepung Terigu dalam Pembuatan Mi Basah. *Media eksakta* vol 3: 89-104.