



Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Universitas Sebelas Maret

Available online at
www.ilmupangan.fp.uns.ac.id



Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 1 Januari 2013

KAJIAN PEMBUATAN *EDIBLE FILM* TAPIOKA DENGAN PENGARUH PENAMBAHAN PEKTIN BEBERAPA JENIS KULIT PISANG TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK

STUDY THE MANUFACTURE OF TAPIOCA EDIBLE FILMS WITH THE EFFECT OF ADDITION OF PECTIN SOME TYPE OF IN BANANA PEELS AGAINST MECHANICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS

Agung Adi Nugroho¹⁾ Basito¹⁾ R. Baskara Katri A.¹⁾

¹⁾ *Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta*

Received 20 September 2012 accepted 29 October 2012 ; published online 2 January 2013

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik (kelarutan, ketebalan, laju transmisi uap air) dan karakteristik mekanik *edible film* (pemanjangan, kuat regang putus) yang terbuat dari tapioka dan pektin beberapa jenis kulit pisang. Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisa dengan software SPSS 17.0 for windows dengan menggunakan analisis variansi (ANOVA) yang dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi α 0,05.

Kata kunci : *Edible Film, Tapioka, Pektin, Kulit Pisang*

ABSTRACT

This study aim to find out physical characteristics (the solubility, the thickness, water vapor transmission rate) and mechanical characteristics edible film (elongation, tensile strength) are made of some types pectin banana peels. This research used Completely Randomized Design (CRD). Data acquired from the study were analyzed with SPSS 17.0 for Windows software by using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at significance level α of 0.05.

Keywords: *Edible Film, Tapioca, Pectin, Banana Peels*

¹⁾ *Corresponding author: adiranugra@yahoo.co.id*

PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan polimer sintetik seperti plastik mempunyai peran penting dalam ekonomi masyarakat industri modern. Akan Tetapi, penggunaan polimer sintetik menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, karena polimer sintetik sulit didegradasi secara alami baik oleh komponen biotik seperti mikroorganisme pengurai maupun komponen abiotik misalnya sinar matahari. Hal ini menimbulkan masalah sangat besar bagi lingkungan, oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian dan penguasaan teknologi pembuatan materi baru yang dapat dan mudah terurai secara alami.

Salah satu alternatif yang bisa dipilih pengemas yang ramah lingkungan (*biodegradable*) adalah *edible film* (Wahyono, 2009). Keuntungan *edible film* antara lain dapat dikonsumsi langsung bersama produk yang dikemas, tidak mencemari lingkungan, memperbaiki sifat organoleptik produk yang dikemas, berfungsi sebagai suplemen penambah nutrisi, sebagai flavor, pewarna, zat antimikroba, dan antioksidan (Murdianto, 2005). *Edible film* dapat dibuat dari berbagai bahan baku yang memiliki komposisi pati yang cukup tinggi. Pembuatan *edible film* dari pati tapioka memiliki karakteristik yang cukup baik walaupun laju transmisi terhadap uap air cukup tinggi (Arinda, 2009).

Pektin banyak terkandung dalam beberapa hasil pertanian, antara lain kulit buah durian, daun janggolan, daun cincau hijau, kulit pisang, biji jali dan sebagainya. Pada kajian ini pektin yang digunakan untuk pembuatan *edible film* berasal dari kulit pisang. Pektin kulit pisang memiliki manfaat lain dengan cara diekstrak dan dijadikan salah satu obat sebagai penurun kadar kolesterol (Hanifah, 2004). Pektin sendiri merupakan suatu serat larut air yang memberikan pengaruh penurunan kadar kolesterol darah dan organ hati (Almatsier, 2004). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik *edible film* tapioka dengan pengaruh penambahan pektin beberapa jenis kulit pisang.

METODE PENELITIAN

Alat

Timbangan analitik, pengaduk, *hotplate*, *beaker glass*, kain saring, termometer, oven, *magnetic stirrer*, blender. Alat-alat untuk pengujian antara lain : *Llyod's Instrument*, *Micrometer Mitutoyo*, cawan WVTR, mangkuk *aclirik*, *cabinet dryer*.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tapioka, kulit pisang, pektin kulit pisang, etanol 97%, *aquadest*, HCl 0,05N, gliserol.

Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi pengecilan ukuran kulit pisang, pembuatan bubuk kulit pisang, ekstraksi pektin kulit pisang dengan pelarut HCl, pemurnian dengan etanol 97% dan pembuatan larutan tapioka. Pembuatan *edible film* dengan konsentrasi 20% pektin (b/b) tapioka dan penambahan gliserol (1,8%) sebagai *plasticizier*. Pengujian karakteristik fisik *edible film* tapioka meliputi kelarutan, ketebalan dan laju transmisi uap air dan karakteristik mekanik meliputi pemanjangan dan kuat regang putus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Edible film merupakan lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen yang berfungsi sebagai penahan terhadap transfer massa seperti kadar air, oksigen, lemak, dan cahaya atau berfungsi sebagai pembawa bahan tambahan pangan (Krochta, 1997). Keuntungan dari *edible film* adalah dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan dan dapat langsung dimakan serta aman bagi lingkungan (Kinzel, 1992). *Edible film* dalam penelitian ini dibuat dari bahan dasar dari 3 jenis pektin kulit pisang yaitu pisang raja, ambon dan pisang kepok dengan konsentrasi 20 % (b/b) tapioka, larutan tapioka dengan konsentrasi 5% (b/v) *aquadest* dan penambahan gliserol dengan konsentrasi 1,8% (v/v). *Edible film* tersebut selanjutnya dilakukan pengujian fisik dan mekanik, sehingga dapat diketahui karakteristik fisik dan mekanik dari ketiga bahan dasar tersebut.

Kelarutan

Kelarutan *film* merupakan faktor yang penting dalam menentukan biodegradabilitas *film* ketika digunakan sebagai pengemas. Ada *film* yang dikehendaki tingkat kelarutannya tinggi atau sebaliknya tergantung jenis produk yang dikemas (Nurjannah, 2004). Hasil analisis kelarutan *edible*

film tapioka dan pektin kulit pisang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil Analisa Kelarutan *Edible Film* Tapioka dan Pektin Kulit Pisang

Bahan Dasar	Kelarutan (%)
Pektin Kulit Pisang Raja	54,48 ^a
Pektin Kulit Pisang Ambon	56,01 ^a
Pektin Kulit Pisang Kepok	60,58 ^a

Keterangan : Konsentrasi Pektin 20% (b/b) tapioka, 1,8% Gliserol (v/v), 5% tapioka (b/v) aquades 100 ml. Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat signifikansi α 0,05.

Dari hasil statistik yang didapatkan hasil analisa kelarutan *edible film* pektin kulit pisang untuk penambahan gliserol dengan konsentrasi 20%, di mana *edible film* pektin kulit pisang raja dan ambon memiliki nilai kelarutan yang hampir sama. Sedangkan *edible film* pektin kulit pisang kepok memiliki kelarutan yang lebih besar tetapi dari ketiga bahan dasar tersebut tidak berbeda nyata. Penambahan gliserol diduga mampu meningkatkan kelarutan *film*. Hal ini dikarenakan gliserol bersifat hidrofil, sehingga mudah larut dalam air sekaligus dapat meningkatkan persentase kelarutan dari *edible film* tersebut.

Hal tersebut ditunjukkan dalam penelitian Bukhori (2011) tentang pembuatan *edible film* tepung jali dengan pengaruh penambahan konsentrasi gliserol di mana penambahan gliserol meningkatkan kelarutan *edible film*. Siswanti (2008) menunjukkan hal yang serupa yaitu *edible film* komposit glukomanan-maizena dengan konsentrasi glukomanan 15% yang memiliki kelarutan yang lebih tinggi daripada konsentrasi glukomanan 0%. Peningkatan jumlah komponen yang bersifat hidrofilik, yaitu glukomanan dalam *edible film* diduga yang menyebabkan peningkatan persentase kelarutan *film*. Manuhara (2003) juga menunjukkan hal yang serupa, yaitu *edible film* dari karaginan 0,15% secara signifikan memiliki kelarutan yang lebih besar dari pada *edible film* yang menggunakan karaginan 0,05%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan komponen yang bersifat hidrofilik pada *edible film* akan menyebabkan peningkatan persentase kelarutan *film*.

Ketebalan

Uji ketebalan *edible film* diukur dengan mikrometer *Digital Mitutoyo* dengan cara menempatkan *edible film* di antara rahang

mikrometer. Ketebalan diukur pada lima tempat berbeda, kemudian dihitung reratanya. Ketebalan merupakan sifat fisik yang akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas dan senyawa volatil serta sifat-sifat lainnya seperti *tensile strength* dan *elongation* (Mc Hugh, 1993). Namun dalam penggunaannya, ketebalan *edible film* harus disesuaikan dengan produk yang dikemasnya (Kusumasmarawati, 2007). Hasil analisis ketebalan *edible film* tapioka dan pektin kulit pisang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Analisa Ketebalan *Edible Film* Tapioka dan Pektin Kulit Pisang

Bahan Dasar	Ketebalan (mm)
Pektin Kulit Pisang Raja	0,147 ^a
Pektin Kulit Pisang Ambon	0,132 ^a
Pektin Kulit Pisang Kepok	0,097 ^b

Keterangan : Konsentrasi Pektin 20% (b/b) tapioka, 1,8% Gliserol (v/v), 5% tapioka (b/v) aquades 100 ml. Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat signifikansi α 0,05.

Dari hasil statistik yang didapatkan hasil analisa ketebalan *edible film* pektin kulit pisang raja dan ambon berbeda nyata dengan *edible film* pektin kulit kepok. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa ketebalan terbesar pada bahan pektin kulit pisang raja dan tidak berbeda nyata dengan *edible film* pektin kulit ambon. Sedangkan *edible film* pektin kulit kepok berbeda nyata. Berdasarkan hasil *edible film* yang terbentuk, pektin kulit pisang kepok lebih higrokopis dibandingkan dari kedua bahan lainnya sehingga lebih lembek/lunak dan tipis. Hal ini diduga karena meningkatnya kadar air dalam *edible film* pektin kulit pisang kepok. Gliserol yang ditambahkan diduga juga meningkatkan viskositas larutan yang dapat meningkatkan ketebalan *edible film* pektin kulit pisang raja dan ambon. Bertuzzi (2007), menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi gliserol meningkatkan viskositas larutan sehingga meningkatkan ketebalan *film* juga.

Semakin meningkat konsentrasi bahan yang digunakan akan menyebabkan peningkatan ketebalan *film* (Mc Hugh, 1993). Barus (2002), menyebutkan peningkatan ketebalan terjadi disebabkan karena perbedaan konsentrasi bahan pembuat *film*, sedangkan volume larutan yang dituangkan masing-masing plat sama. Hal ini mengakibatkan total padatan di dalam *film* setelah dilakukan pengeringan meningkat dan polimer-polimer yang menyusun matriks *film* juga semakin banyak.

Menurut Siswanti (2008) *edible film* dari komposit maizena glukomanan mempunyai ketebalan 0,1613-0,1828 mm. Peningkatan konsentrasi glukomanan menyebabkan kenaikan jumlah total padatan terlarut dalam *film*. Hal tersebut menyebabkan ketebalan *edible film* semakin meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi glukomanan yang ditambahkan. Murdianto (2005), menyebutkan bahwa perbedaan ketebalan antara berbagai jenis *film* tersebut disebabkan komposisi formula *film* yang berbeda.

Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Permeabilitas uap air merupakan jumlah uap air yang hilang per satuan waktu dibagi dengan luas area *film*. Oleh karena itu salah satu fungsi *edible film* adalah untuk menahan migrasi uap air maka permeabilitasnya terhadap uap air harus serendah mungkin (Gontard, 1993). Pengujian mengacu pada penelitian Murdianto (2005), laju transmisi uap air *edible film* yang diuji diseal pada mangkuk *aclirik* berukuran 7,5 cm (diameter dalam) dan 8 cm (diameter luar) dengan kedalaman 2 cm, yang didalamnya berisi 10 gram *silica gel* dan ditempatkan pada stoples plastik yang didalamnya berisi larutan NaCl 40% (RH 75%). Kondisi laju transmisi uap air setimbang dicapai dalam penimbangan dilakukan setiap 1 jam. Hasil analisis laju transmisi uap air (WVTR) *edible film* tapioka dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Analisa Laju Transmisi Uap Air (WVTR) *Edible Film* Tapioka dan Pektin Kulit Pisang

Bahan Dasar	Laju Transmisi Uap Air (WVTR) (gH ₂ O.mm/jam.m ²)
Pektin Kulit Raja	0,372 ^a
Pektin Kulit Ambon	0,442 ^a
Pektin Kulit Kepok	0,872 ^b

Keterangan : Konsentrasi Pektin 20% (b/b) tapioka, 1,8% Gliserol (v/v), 5% tapioka (b/v) aquades 100 ml. Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat signifikansi α 0,05.

Dari hasil statistik yang didapatkan hasil analisa permeabilitas uap air (WVTR) *edible film* pektin kulit pisang berbeda nyata pada bahan dasar kulit kepok. Perbedaan ini diduga karena perbedaan karakteristik pektin kulit pisang kepok yang memiliki karakteristik higroskopis lebih tinggi dibandingkan dengan kedua bahan dasar yang lain. Garcia (2000) dalam Barus (2002) menyebutkan

bahwa migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian *film* yang hidrofilik. Dengan demikian ratio antara bagian yang hidrofilik dan hidrofobik komponen *film* akan mempengaruhi nilai laju transmisi uap air *film* tersebut. Semakin besar hidrofobisitas *film*, maka nilai laju transmisi uap air *film* tersebut akan semakin turun. Sehingga dapat disimpulkan juga, semakin besar hidrofilisitas *film*, maka nilai laju transmisi uap air *film* tersebut akan semakin naik. Semakin kecil migrasi uap air yang terjadi pada produk yang dikemas oleh *edible film*, maka semakin semakin bagus sifat *edible film* dalam menjaga umur simpan produk yang dikemasnya.

Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Arinda (2009), dengan bahan dasar pektin cincau hijau dengan hasil nilai laju transmisi uap air 0,397 (gH₂O.mm/jam.m²), Murdianto (2005), dengan bahan dasar ekstrak pektin daun janggolan dengan hasil 1,2 (gH₂O.mm/jam.m²), *edible film* pektin kulit pisang masih memiliki rata-rata transmisi uap air yang lebih kecil.

Pemanjangan (Elongation)

Pemanjangan didefinisikan sebagai persentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus (Krochta, 1997). Pengujian kuat regang putus dan pemanjangan dilakukan menggunakan *Lloyd's Instrument*. *Edible film* dipotong dalam bentuk huruf I (sesuai spesifikasi alat) kemudian dipasang pada *Lloyd's Instrument*. Besar gaya (newton) yang diberikan sampai *edible film* putus akan terbaca pada alat. Besarnya kekuatan regang putus dihitung dengan membagi gaya maksimum yang diberikan pada *film* sampai robek (N) per satuan luas *film* (m²). Hasil analisis pemanjangan *film* (*elongation*) *edible film* tapioka dan pektin kulit pisang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Hasil Analisa Pemanjangan (*Elongation*) *Edible Film* Tapioka dan Pektin Kulit Pisang

Konsentrasi Gliserol	Pemanjangan <i>Film</i> (<i>Elongation</i>) (%)
Pektin Kulit Raja	32,56 ^b
Pektin Kulit Ambon	36,12 ^b
Pektin Kulit Kepok	20,82 ^a

Keterangan : Konsentrasi Pektin 20% (b/b) tapioka, 1,8% Gliserol (v/v), 5% tapioka (b/v) aquades 100 ml. Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat signifikansi α 0,05.

Dari hasil statistik yang didapatkan hasil analisa pemanjangan *film* (*elongation edible film*) pektin kulit pisang raja, ambon berbeda nyata dengan pektin kulit pisang kepok. Hal ini diduga karena sifat *edible film* pektin kulit pisang kepok yang bersifat lebih higrokopis dibandingkan dengan kedua bahan yang lain. Dari hasil percobaan pembuatan *edible film* pektin kulit pisang kepok memiliki tekstur yang lebih lentur dan mudah robek. Umumnya *film* dari hidrokoloid mempunyai struktur mekanis yang cukup bagus, namun kurang bagus terhadap penghambatan uap air (Krochta, 1994). Pada kondisi kandungan uap air yang tinggi, *film* akan menyerap uap air dari lingkungannya.

Pada umumnya, *film* yang terbuat dari pati mudah sekali rusak. Peningkatan konsentrasi bahan, akan menyebabkan peningkatan pula matrik yang terbentuk, sehingga *film* akan menjadi kuat. Namun, peningkatan konsentrasi bahan juga menyebabkan penurunan rasio gliserol sebagai *plasticizer* terhadap pati, sehingga mengakibatkan penurunan *elongation film* apabila terkena gaya, yang kemudian menyebabkan *film* mudah patah (Barus, 2002).

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pektin kulit pisang kepok memiliki konsentrasi yang lebih besar dibandingkan dengan pektin kulit pisang yang lain. Dengan kata lain untuk mendapatkan hasil yang lebih baik penggunaan konsentrasi pektin kulit pisang kepok harus lebih kecil dari percobaan tersebut. Pemanjangan tertinggi dari percobaan didapatkan dari *edible film* dengan bahan dasar pektin kulit pisang ambon 36,12 %. Sedangkan untuk penelitian lain Bukhori (2011) dengan bahan dasar tepung jali dengan hasil percobaan di antara 41-48%, Murdianto (2005) dengan bahan dasar ekstrak daun janggolan dengan hasil 0,16%, Siswanti (2008), dengan bahan dasar glukomanan dan maizena dengan hasil 30,56%, serta Arinda (2009), bahan dasar ekstrak daun cincau hijau dengan hasil 19,5% percobaan tersebut masih memiliki rata-rata nilai pemanjangan yang standar dari pembuatan *edible film* sebelumnya.

Kuat Regang Putus (*Tensile Strength*)

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 (Krochta, 1997). Hasil analisis kekuatan regang

putus (*tensile strength*) *edible film* tapioka dan pektin kulit pisang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Hasil Analisa Kekuatan Regang Putus (*Tensile Strength*) *Edible Film* Tapioka dan Pektin Kulit Pisang

Bahan Dasar	Kekuatan Regang Putus (<i>Tensile Strength</i>) (N)
Pektin Kulit Raja	1,538 ^b
Pektin Kulit Ambon	1,621 ^b
Pektin Kulit Kepok	1,023 ^a

Keterangan : Konsentrasi Pektin 20% (b/b) tapioka, 1,8% Gliserol (v/v), 5% tapioka (b/v) aquades 100 ml. Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat signifikansi α 0,05.

Dari hasil statistik yang didapatkan hasil analisa kekuatan regang putus (*tensile strength*) *edible film* pektin kulit pisang yang tertinggi terjadi pada bahan dasar pektin kulit pisang ambon, tidak berbeda nyata dengan bahan pektin kulit pisang raja dan berbeda nyata dengan bahan pektin kulit pisang kepok. Hal tersebut diduga karena *edible film* pektin kulit pisang kepok lebih lembek dan higrokopis sehingga mudah robek. Manuhara (2003) menyebutkan, biasanya sifat mekanik *film* tergantung pada kekuatan bahan yang digunakan dalam pembuatan *film*, untuk membentuk ikatan molekuler dalam jumlah yang banyak dan atau kuat. Menurut Bates (1973) dalam Suryaningrum (2005) *edible film* dengan kekuatan tarik tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik, sedangkan kekuatan tarik *film* dipengaruhi oleh formulasi bahan yang digunakan.

Dari hasil pembuatan *edible film* pektin kulit pisang didapatkan hasil pengukuran *tensile strength* dengan kisaran nilai 1,023-1,621 Mpa, di mana hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan oleh Siswanti (2008) , dengan bahan glukomanan-maizena dengan hasil 1,4 Mpa dan penelitian yang dilakukan oleh Arinda (2009), dengan bahan dasar pektin cincau hijau dengan rata-rata nilai 1,5 Mpa. Namun hasil ini berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan oleh Murdianto (2005), dengan bahan dasar ekstrak pektin daun janggolan di mana nilai *tensile strength* mencapai kisaran 3,10-5,70 Mpa dan penelitian yang dilakukan oleh Bukhori (2011), bahan dasar tepung jali dengan variasi penambahan konsentrasi gliserol yang dihasilkan nilai *tensile strength* pada kisaran

jauh lebih kecil 0,104-0,438 Mpa namun pada konsentrasi tertentu menghasilkan nilai yang jauh berbeda yaitu 0,943 Mpa. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Arriany (2009) yang menunjukkan bila kadar *plasticizer* ditingkatkan dari 4 gram sampai dengan 7 gram akan menyebabkan kekuatan tarik menurun, hal ini disebabkan karena titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul *plasticizer* yang berlebih berada dalam fase tersendiri di luar fase polimer dan akan menurunkan gaya intermolekul antar rantai, menyebabkan gerakan rantai lebih bebas sehingga fleksibilitas mengalami peningkatan (semakin elastis).

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut bahwa pektin beberapa jenis kulit pisang dapat digunakan sebagai bahan penambah dalam pembuatan *edible film* tapioka. Karakteristik fisik terbaik *edible film* tapioka dengan penambahan pektin kulit pisang terdapat pada penambahan pektin kulit pisang raja.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim^a. 2008. *Pektin (Polyglucuronic Acid)*. <http://images.google.co.id>. Diakses tanggal 10 Juli 2012.
- Arinda, K. R., 2009. *Ekstraksi Dan Karakterisasi Pektin Cincau Hijau (Premna oblongifolia. Merr) Untuk Pembuatan Edible Film*. Skripsi. Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.
- Berry Satria H., Yusuf Ahda. 2009. *Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pektin Dengan Metode Ekstraksi*. Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
- Bukhori, Akhmad. 2011. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Tepung Jali (Cix lacryma-jobi L.)*. Skripsi. Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.
- Callegarin, F., J.A.Q., Gallo, F. Debeauford and A. Voilley. 1997. *Lipid and Biopackaging*. J. Am Oil. Sci. 74(10):1183-1192.
- Donhowe, I. G; dan O. R. Fennema. 1993. *Water Vapour and Oxygen Permeability of Wax Film*. J. Am. Oil. Sci. 70(9):867-873
- Esti, Kemal. 2001. *Pektin Markisa*. http://www.aagos.ristek.go.id/pangan/buah_dan_sayur-sayuran/pektinmarkisa.pdf. Diakses pada 5 Juli 2012.

- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J.L., 1993. *Water and Glicerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Barrier Properties at Edible Wheat Gluten Film*. J. Food Science. 58 (1): 206-211.
- Harris, Ted. 2001. *The Advance Technology of Polymer (online)*. diakses 12 September 2012 pada <http://www.ehow/content.php?c=2779>,
- Kester, J.J., dan Fennema, O.R., 1986. *Edible Film and Coatings: a Review*. Food Technology (51).
- Koswara S, Purwiyatno, H., dan Eko, H.P. 2002. *Edible Film*. Tekno Pangan dan Agroindustri. Volume 1 (12): 183-196
- Krochta and De Mulder Johnston. 1997. *Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities*. Food Technology (51).
- Kusumasmarawati, A.D., 2007. *Pembuatan Pati Garut Butirat dan Aplikasinya dalam pembuatan Edible Film*. Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Murdianto, W., 2005. *Sifat Fisik dan Mekanik Edibel Film Ekstrak Daun Janggolan*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Manuhara, G.J., 2003. *Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut Euchema sp. Untuk Pembuatan Edible Film*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Poeloengasih, C.D., 2002. *Karakterisasi Edible Film Komposit Protein Biji Kecipir (Psophocarpus tetragonolobus (L., DC) dan Tapioka*. Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Rodrigues, M., J., Ose's, K. Ziani dan J.I Mate. 2006. *Combined Effect of Plasticizer and Surfactants on the Physical Properties of Starch Based Edible Films*. Food Research International. 39:840-846. doi: 10.1016/ j. foodres. 2006. 04. 002.
- Margono, Tri, Detty Suryati, dan Sri Hartinah. 1993. *Tepung Tapioka (perbaikan)*. Subang : BPTTG. Puslitbang Fisika Terapan – LIPI, 1993 Hal. 10-13.
- Siswanti. 2008. *Karakterisasi Edible Film Dari Tepung Komposit Glukomanan Umbi Iles-Iles (Amorphopallus Muelleri Blume) dan Tepung Maizena*. Skripsi. Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.
- Susanto, Tri dan Budi Saneto. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. PT. Bina Ilmu. Surabaya.

- Syamsir, Elvira. 2008. *Mengenal Edible Film*. <http://id.shvoong.com/exactsciences>. Diakses Pada : 1 Maret 2012.
- Syarief, Rizal; Sasya Sentausa; St Isyana. 1989. *Teknologi Pengemasan dan Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Bogor.
- Wahyono, 2009. *Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Kulit Dan Pati Biji Durian (Durio Sp) Untuk Pengemasan Buah Strawberry*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wahyuni, Sri. 2008. *Desikan: Silicagel*. www.geejaychemicals.co.uk/Silicagel.htm. Diakses tanggal 5 Juli 2012.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Utama. Jakarta.