

PENGARUH KONSENTRASI PATI AREN DAN MINYAK SAWIT TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM*

The Effect of Palm Sugar Starch and Palm Oil Concentrations on Physical and Mechanical Characteristics of Edible Film

Abdul Rahim¹⁾, Nur Alam¹⁾, Haryadi²⁾, dan Umar Santoso²⁾

¹⁾ Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno – Hatta Km 9 Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp/Fax : 0451 – 429738. ²⁾ Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRACT

The general aims of the research were to develop the utilization of palm sugar starch and to identify the optimal condition for processing edible film. The specific objectives of the research were to determine the palm sugar starch and palm oil concentrations for processing the edible film from natural palm sugar starch. Processing edible film from natural palm sugar starch was done by making palm sugar starch suspensions with various treatment concentrations of 1.6%, 2.0%, 2.4%, and 2.8% (w/v). Whereas the palm oil concentrations were 10%, 20%, and 30% (w/w). Parameters observed were physical, and mechanical characteristics including thickness, water vapor transmission rate (WVTR), tensile strength, and elongation. All treatments were replicated three times. Statistical data analysis used Software Statistical Product and Service Solution (SPSS) version 13th with One Way Anova and Univariate Analysis of Variance at 5% significant level in conjunction with Duncan's method for mean comparisons. The research result showed that the optimum condition of palm sugar starch concentration for edible processing film was found at 2.8% (w/v) with mechanical and physical characteristics of 0.092 mm thickness, 3.737 g m⁻² h⁻¹ WVTR, 23.877 MPa tensile strength, and 1.727% elongation. Whilst the optimum condition for the palm oil concentration was 10% (w/w) with mechanical and physical characteristics of 0.097 mm thickness, 16.623 g m⁻² h⁻¹ WVTR, 21.847 MPa tensile strength, and 1.507% elongation.

Key words : Arenga pinnata plant, edible film, fractionation, mechanical and physical characteristics, palm oil

PENDAHULUAN

Salah satu potensi bahan baku dalam pengembangan agro-industri yang belum dimanfaatkan secara maksimal adalah tanaman aren (*Arenga pinnata* (Wurb) MERR). Tanaman aren merupakan salah satu jenis tanaman yang telah lama dikenal petani di pedesaan karena banyak memiliki manfaat, bahkan di saat krisis ekonomi terjadi tanaman aren merupakan salah satu alternatif yang banyak menolong petani.

Pohon aren memiliki manfaat yang banyak, antara lain berperan dalam konservasi lahan dan air, penghasil ijuk, nira untuk pembuatan gula, buah kolang-kaling, dan sebagai sumber pati. Radley (1954) menyatakan bahwa pati aren mempunyai granula bentuk oval dengan ukuran antara 20 – 60 mikron dengan kadar amilosa 27 % dan mempunyai suhu gelatinisasi berkisar 69°C. Haryadi (2000) menyatakan bahwa kadar amilosa pati aren 29%, sedangkan Alam (2006) kadar amilosa pati aren 39%.

Pati aren banyak digunakan terutama untuk membuat *starch noodle* (sohun), *hung kwe* dan cendol (Haryadi, 2002) dan sebagai bahan baku bihun, sohun, bakso, industri sirup glukosa dan sebagainya (Julius, dkk., 2004). Selain itu juga telah dilakukan penelitian mengenai penggunaan pati aren dan sagu diantaranya pembuatan *instant starch noodle* dari pati aren (Alam, 2007; Rahim, 2007 dan 2008a) serta sohun instan dari pati sagu (Rahim, dkk., 2009).

Menurut Rodriguez dkk. (2006) bahan yang mempunyai amilosa tinggi dapat dibuat *edible film*. Bahan berpati yang dapat digunakan seperti pati jagung, ubikayu, aren dan sebagainya. *Edible film* merupakan lapisan tipis kontinu yang terbuat dari bahan yang bisa dimakan yang digunakan dengan cara pembungkusan, pencelupan, penyikatan atau penyemprotan untuk memberikan penahanan yang selektif terhadap perpindahan gas, uap air, dan bahan terlarut serta perlindungan terhadap kerusakan mekanis. Di samping itu fungsi lain *edible film* adalah membantu mempertahankan integritas struktural dan mencegah hilangnya senyawa-senyawa volatil penyebab aroma khas pada bahan pangan tertentu (Nisperos dkk., 1990). *Edible film* merupakan jenis kemasan primer dan sekunder yang sangat prospektif dan aman. Kelebihan *edible film* dibandingkan dengan kemasan yang ada pada saat ini adalah bersifat *edible*, alami, non toksik, dan sangat praktis, sedangkan kemasan yang banyak beredar saat ini menggunakan bahan sintetik yang mempunyai efek samping seperti adanya pencemaran lingkungan berupa pencemaran air, tanah dan udara.

Bahan dasar pembuat *edible film* menurut Krochta (1992) dapat digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu hidrokoloid (protein, polisakarida, dan lemak). Kelompok lemak (asam lemak dan wax) dan campuran hidrokoloid dengan lemak. Kelompok protein (protein jagung, kedelai, *wheat gluten*, kasein, kolagen, gelatin, *corn zein*, protein susu dan protein ikan. Sedangkan polisakarida yang

digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (aliginat, karagenan, agar), gum (gum arab, gum karaya), dan lain-lain. Komponen lain yang ditambahkan pada pembuatan *edible film* adalah *plasticizer* yang berfungsi untuk mengatasi sifat rapuh dari pelapis yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler yang ekstensif. Menurut Bae dkk.(2008), pati dari kacang hijau, singkong dan ubi jalar dapat dibuat *edible film* dengan kualitas mendekati *edible film* dari gelatin.

Optimasi pembuatan *edible film* sangat tergantung dari formula bahan pembuat *edible film* yang disesuaikan dengan kondisi bahan yang dilapisi. Karakteristik *edible film* dan *coating* dapat dicapai di antaranya dengan perbaikan proses dengan menciptakan kondisi yang memungkinkan terjadinya ikatan silang antara makromolekul membentuk jaringan kontinu dan stabilitas mekanik yang tinggi. Selain itu untuk menurunkan permeabilitas uap air dapat dilakukan dengan penambahan asam palmitat/laurat dan *plasticizer* seperti gliserol untuk mengatasi sifat rapuh film dengan konsentrasi yang tepat (Graham, 1977). Menurut Grant dan Burns (1994), bahwa metoda aplikasi *edible film* pada buah dan sayuran dapat berupa pencelupan, pembuihan, penyemprotan, penetasan dan penetasan terkendali. Cara aplikasi ini tergantung pada jumlah, ukuran, sifat produk dan hasil yang diinginkan. Hasil penelitian ini diharapkan untuk mengetahui kondisi proses pembuatan *edible film* pati aren berdasarkan sifat fisik dan mekanik.

BAHAN DAN METODE

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati aren yang diperoleh di laboratorium Agroindustri Fakultas Pertanian UNTAD. Bahan lain yang digunakan adalah bahan pembantu yang terdiri atas bahan kimia untuk pembuatan *edible film* dan analisis.

Bahan tersebut antara lain gliserol, minyak bimoli (sawit), silika gel, dan aquades.

Alat yang digunakan mencakup magnetik stirrer, sentrifuse, oven dan oven blower, tabung reaksi, wadah plastik, *Lloyd's Universal Testing Instrument*, neraca analitik, mikropipet dan alat-alat gelas kimia lainnya yang umum digunakan di dalam labotorium.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan *edible film* dilakukan dengan dua (2) tahap sebagai berikut :

Tahap I : Penentuan Konsentrasi Pati Aren

1. Dibuat larutan pati aren sebagai perlakuan dengan konsentrasi 1,6%, 2,0%, 2,4% dan 2,8% (b/v). Ke dalam larutan tersebut ditambah gliserol 0,5% (b/v) lalu dipanaskan di atas hot plate stirrer sampai mencapai suhu 85°C dan dipertahankan selama 5 menit.
2. Larutan kemudian dituang dalam plat plastik selanjutnya dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 50°C selama 18-24 jam. Pengeringan dihentikan setelah *film* mudah lepas dari plate.
3. Setelah dikeringkan, didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit. *Film* kemudian dilepas dari plate plastik dan selanjutnya dianalisis sifat fisik dan mekanik.

Tahap II : Penentuan Konsentrasi Pati Aren

1. Menggunakan konsentrasi yang terbaik pada tahap I yang mempunyai nilai *water vapor transmission rate* (WVTR) terkecil atau *tensile strength* yang terbesar. Ke dalam larutan tersebut ditambah gliserol 0,5% (b/v) lalu dipanaskan di atas hot plate stirrer sampai mencapai suhu 85°C dan dipertahankan selama 5 menit.
2. Proses selanjutnya adalah penambahan minyak sawit (asam palmitat) dengan variasi konsentrasi 10, 20, dan 30% (b/b polimer) pada kondisi yang sama. Larutan kemudian dituang dalam plat plastik selanjutnya dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 50°C selama 18-24 jam. Pengeringan dihentikan setelah *film* mudah lepas dari plate.

3. Setelah dikeringkan, didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit. *Film* kemudian dilepas dari plate plastik.

Metode Analisis

Analisis sifat fisik dan mekenik *edibel film* meliputi ketebalan, *water vapor transmission rate* (WVTR), *tensile strength*, dan elongasi dilakukan menurut Turhan dan Sahbaz (2004).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Semua perlakuan yang dicobakan diulang 3 (tiga) kali. Analisis data statistik menggunakan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS) versi 13* dengan metoda *One Way Anova* dan *Univariate Analysis of Variance* dengan tingkat signifikan 5% pada perbandingan means menggunakan metoda Duncan (Trihendradi, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

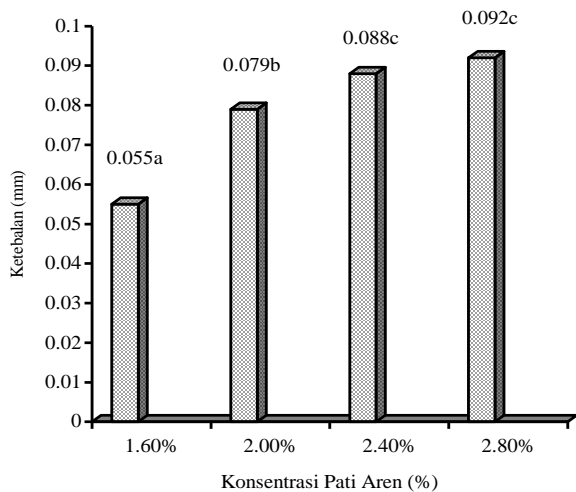
Pengaruh Konsentrasi Pati terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*

Ketebalan

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi pati aren terhadap ketebalan *edible film* dapat dilihat Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa konsentrasi pati aren berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 0,055-0,092 mm. Ketebalan *film* pada konsentrasi pati aren 1,6% berbeda nyata dengan konsentrasi 2,0; 2,4 dan 2,8%, sedangkan konsentrasi pati aren 2,4% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 2,8%. Ketebalan *edible film* mempunyai kecenderungan meningkat dengan bertambahnya konsentrasi pati aren. Hal ini disebabkan oleh semakin bertambahnya pati aren yang digunakan sehingga total padatan yang ada pada *edible film* setelah pengeringan semakin besar.

Rhim dkk. (1999), Longares dkk. (2004) dan Turhan dan Sabhaz (2004) menemukan trend yang sama secara berturut-turut untuk *film* komposit isolat protein kedelai dan propilenglikol alginat, *film* isolat protein gandum dan *film* metilselulosa. Menurut Cineros-Zevallos dalam Perez-Gago dkk. (2002), ketebalan meningkat dengan meningkatnya viskositas larutan.



* Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$)
 * Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

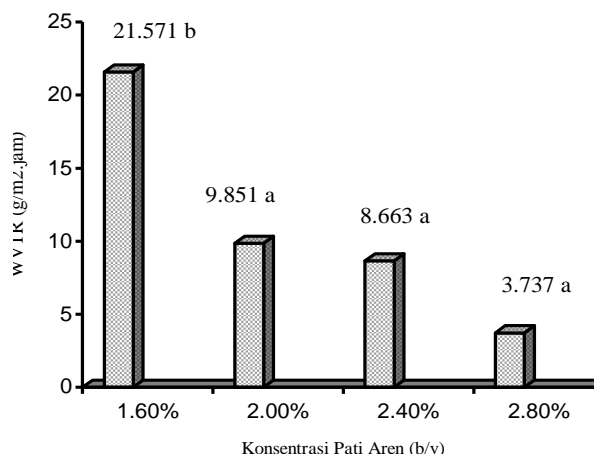
Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Pati Aren Terhadap Ketebalan *Edible Film*

Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi pati aren terhadap WVTR *edible film* dapat dilihat Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa konsentrasi pati aren berpengaruh nyata terhadap WVTR *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 3,737-21,571 $\text{g.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$. Hasil tersebut mirip dengan hasil penelitian Bravin, dkk, (2006) yang menyatakan bahwa WVTR *film* dari pati jagung sebesar 20.50 $\text{g.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$. WVTR *film* pada konsentrasi pati aren 1,6% berbeda nyata dengan konsentrasi 2,0; 2,4 dan 2,8%, sedangkan konsentrasi pati aren 2,0; 2,4 dan 2,8% tidak berbeda nyata. WVTR *edible film* mempunyai kecenderungan menurun dengan bertambahnya konsentrasi pati aren. Hal ini

disebabkan oleh penggunaan konsentrasi pati yang tinggi menyebabkan kadar amilosa bertambah yang dapat meningkatkan jumlah ikatan antar molekul pati sehingga menurunkan permeabilitas tersebut. Hal ini juga diduga disebabkan oleh ikatan antar rantai polimer yang kuat sehingga menurunkan permeabilitas uap air terhadap *edible film*. Menurut Bertuzzi, dkk.,(2006) bahwa pati jagung dengan kadar amilosa tinggi dapat menurunkan laju transmisi uap air (WVTR), sedangkan Rohaeti, dkk., (2003) menyatakan Indeks Ikatan Hidrogen poliuretan meningkat dengan bertambahnya kandungan amilosa dalam produk poliuretan.



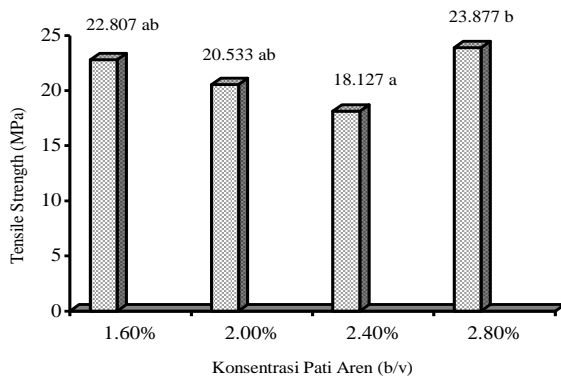
* Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$)
 * Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Pati Aren Terhadap WVTR *Edible Film*

Kekuatan kohesif antar polimer akan menurunkan fleksibilitas dan permeabilitas *film* terhadap gas dan uap air (Kester dan Fennema, 1986). Hal yang sama terjadi pada penelitian oleh Turhan dan Sabhaz (2004) pada *edible film* metilselulosa. Penguapan air pada pembuatan santan dengan penambahan CMC yang semakin meningkat dapat mengurangi kehilangan air pada santan *instant* tersebut (Anggrahini, 1999).

Tensile Strength

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi pati aren terhadap *tensile strength edible film* dapat dilihat Gambar 3.



* Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$)

* Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

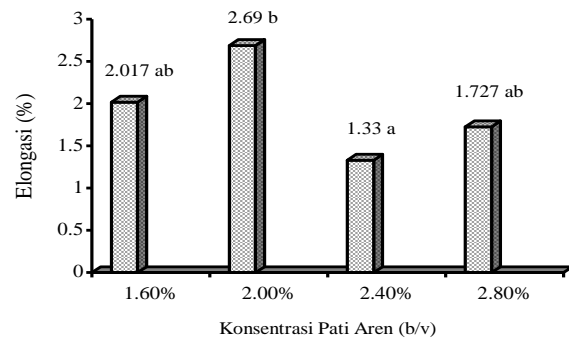
Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Pati Aren Terhadap *Tensile Strength Edible Film*

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa konsentrasi pati aren berpengaruh nyata terhadap *tensile strength edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 18,127-23,877 MPa. Hasil tersebut mirip dengan hasil penelitian Bravin, dkk, (2006) yang menyatakan bahwa *tensile strength film* dari pati jagung sebesar 17,55 MPa. *Tensile strength edible film* pada konsentrasi pati aren 1,6% berbeda nyata dengan konsentrasi 2,4% namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi lainnya. *Tensile strength edible film* tertinggi diperoleh dengan penambahan konsentrasi pati aren sebesar 2,8% yaitu 23,877 MPa. Hal ini disebabkan pada konsentrasi yang tinggi (2,8%), pati aren sebagai penyusun matriks *edible film* dibentuk semakin banyak sehingga menyebabkan *film* semakin kuat. Dengan semakin kuatnya *film* yang terbentuk akan semakin tinggi gaya yang diperlukan per satuan luas permukaan *film*. Hal yang sama ditunjukkan pada penelitian Nie dkk. (2004) dan Noishiki dkk. (2002) bahwa semakin meningkat kandungan selulosa (NaCMC dan *microcrystalline cellulose* (MCC) akan meningkatkan modulus hidrogel karboksimetilselulosa dan *tensile strength film* MCC yang dihasilkan. Begitu juga hasil penelitian Rhim dkk. (1999) bahwa *tensile strength* meningkat dengan penambahan propilen glikol alginat. Hasil penelitian Chang,

dkk. (1994) menyatakan bahwa konsentrasi tapioka 2% dapat membentuk *film* dengan kekuatan renggang putus yang tinggi.

Elongasi

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi pati aren terhadap elongasi *edible film* dapat dilihat Gambar 4.



* Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$)

* Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Pati Aren Terhadap Elongasi *Edible Film*

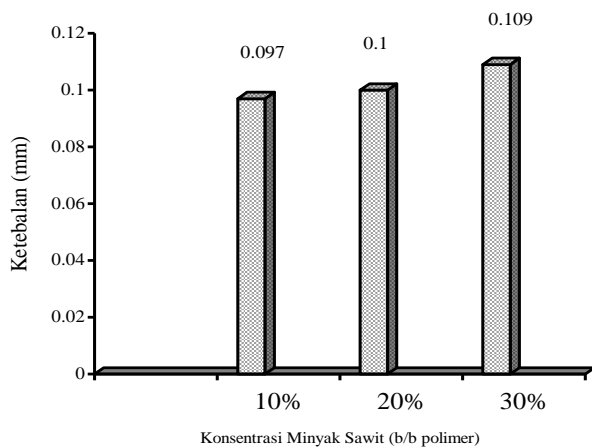
Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa konsentrasi pati aren berpengaruh nyata terhadap elongasi *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 1,330-2,690 %. Elongasi *edible film* pada konsentrasi pati aren 2,4% berbeda nyata dengan konsentrasi 2,0% namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi lainnya. Elongasi *edible film* tertinggi diperoleh dengan penambahan konsentrasi pati aren sebesar 2,0% yaitu 2,690%, dan terendah pada konsentrasi pati aren 2,4% yaitu 1,33%. Penurunan elongasi diduga karena adanya interaksi kuat antara molekul pati dengan meningkatnya konsentrasi pati aren. Ikatan yang terjadi antara molekul pati semakin rapat dan kompak sehingga akan menyebabkan *edible film* menjadi kuat. Dengan semakin kuatnya *edible film* yang terbentuk maka semakin sulit bagi *film* untuk merenggang atau memanjang sehingga hal ini tentunya akan memperkecil prosentase perpanjangan *film*. Menurut Rhim dkk. (1999) bahwa

umumnya kenaikan *tensile strength* juga disertai dengan penurunan nilai elongasi yang menghasilkan *film* yang kurang elastis dimana nilai elongasi semakin turun dan nilai *tensile strength* semakin meningkat. Berdasarkan sifat fisik dan mekanik *edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini maka konsentrasi pati aren yang terbaik adalah 2,8% (b/v). Sifat fisik dan mekanik yang sangat berpengaruh adalah laju transmisi uap air (WVTR) yang paling rendah $3,737 \text{ g.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$ dan *tensile strength* yang paling tinggi 23,877 MPa.

Pengaruh Penambahan Minyak Sawit (Asam Palmitat) terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*

Ketebalan

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi minyak sawit terhadap ketebalan *edible film* dapat dilihat Gambar 5.



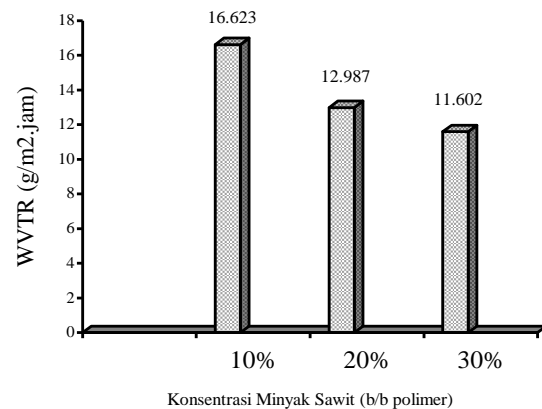
Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Minyak Sawit Terhadap Ketebalan *Edible Film*

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa konsentrasi minyak sawit tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 0,097-0,109 mm. Ketebalan terendah diperoleh dengan konsentrasi minyak sawit 10% sedangkan ketebalan tertinggi diperoleh dengan konsentrasi minyak sawit 30% (b/b polimer). Semakin banyak minyak

sawit (asam palmitat) yang ditambahkan maka *film* yang dihasilkan semakin tebal. Hal ini disebabkan karena ketebalan *film* dipengaruhi oleh banyaknya zat / padatan yang terlarut.

Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi minyak sawit terhadap WVTR *edible film* dapat dilihat Gambar 6.



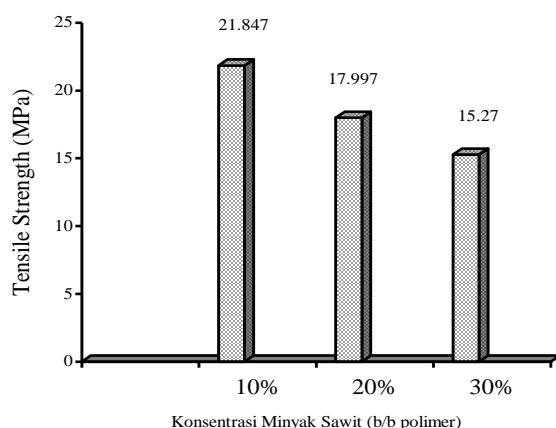
Gambar 6. Pengaruh Konsentrasi Minyak Sawit Terhadap WVTR *Edible Film*

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa konsentrasi minyak sawit tidak berpengaruh nyata terhadap nilai WVTR *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 11,602 – 16,623 $\text{g.m}^{-2}.\text{jam}^{-1}$. WVTR *edible film* mempunyai kecenderungan menurun dengan bertambahnya konsentrasi minyak sawit. Hal ini disebabkan karena minyak sawit bersifat hidrofobik yang dapat menghambat laju perpindahan uap air dan memiliki polaritas rendah. Hal tersebut sesuai hasil penelitian Anugrahati (2000) yang menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi asam palmitat yang ditambahkan maka akan menghasilkan *film* yang mempunyai nilai WVTR yang semakin kecil. Asam lemak bersifat hidrofobik sehingga dapat menahan kecepatan transmisi uap air, sehingga dengan semakin besar konsentrasi minyak sawit yang ditambahkan maka akan menghasilkan nilai WVTR yang semakin kecil.

Konsentrasi asam lemak mempunyai efek yang besar terhadap sifat penghambatan terhadap uap air *film* yang dihasilkan. Semakin banyak asam lemak yang ditambahkan sifat hidrofobiknya akan semakin besar sehingga laju transmisi uap airnya semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian yang hidrofilik sehingga rasio hidrofilik-hidrofobik bahan perlu diperhatikan untuk memperoleh nilai WVTR yang tepat (Garcia, 2000).

Tensile Strength

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi minyak sawit terhadap *tensile strength edible film* dapat dilihat Gambar 7



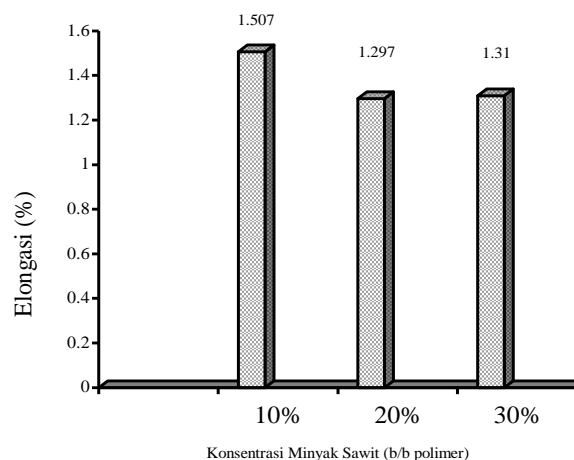
Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi Minyak Sawit Terhadap *Tensile Strength Edible Film*

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa konsentrasi minyak sawit tidak berpengaruh nyata terhadap *tensile strength edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 15,270-21,847 MPa. *Tensile strength edible film* mempunyai kecenderungan menurun dengan meningkatnya konsentrasi minyak sawit. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak sawit tidak menambah kepadatan/kekompakan polimer penyusun *film*, tetapi mengurangi kepadatan/kekompakan antar polimer dan berakibat pada penurunan *tensile strength edible film*. Hasil serupa juga dihasilkan oleh Warastuti (2000) bahwa peningkatan

konsentrasi asam palmitat dari 0,06 – 0,09% akan menurunkan *tensile strength* yang dihasilkan.

Elongasi

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi minyak sawit terhadap elongasi *edible film* dapat dilihat Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh Konsentrasi Minyak Sawit Terhadap Elongasi *Edible Film*

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa konsentrasi minyak sawit tidak berpengaruh nyata terhadap elongasi *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 1,310-1,507. Elongasi *edible film* mempunyai kecenderungan menurun dengan meningkatnya konsentrasi minyak sawit. Penurunan elongasi diduga karena adanya interaksi kuat antara molekul pati dengan minyak sawit sehingga membentuk senyawa kompleks pati-lipida yang dapat menghambat pemanjangan film yang dihasilkan. Berdasarkan sifat fisik dan mekanik *edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini maka konsentrasi minyak sawit yang terbaik adalah 10% (b/b polimer). Sifat fisik dan mekanik yang sangat berpengaruh adalah *tensile strength* yang paling tinggi 21,847 MPa.

KESIMPULAN

Kondisi optimum pembuatan *edible film* yang terbaik pada konsentrasi pati aren 2,8% (b/v) dengan sifat fisik dan

mekanik yaitu ketebalan 0,092 mm, laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate* WVTR) 3,737 g.m⁻².jam⁻¹, *tensile strength* 23,877 MPa dan elongasi 1,727%.

Kondisi optimum pembuatan *edible film* yang terbaik pada konsentrasi minyak

sawit 10% (b/b polimer) dengan sifat fisik dan mekanik yaitu ketebalan 0,097 mm, laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate* WVTR) 16,623 g.m⁻².jam⁻¹, *tensile strength* 21,847 MPa dan elongasi 1,507%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, 2007. *Pengaruh Cara Pengolahan Instant Starch Noodle dari Pati Aren terhadap Sifat Fisikokomia dan Sensoris*. J. Agroland Vol. 14 No.3.
- Alam, 2006. *Potensi Batang Aren sebagai Sumer Pati untuk Instant Starch Noodle*. Fakultas Pertanian UNTAD. (hasil penelitian belum dipublikasikan).
- Anggarahini, S., 1999. *Pengaruh Penambahan CMC dan Kuning Telur terhadap Karakteristik Santan Instant*. Prosiding Seminar Nasional Pangan. Hal. 129 – 134.
- Anugrahati, N.A., 2000. *Karakteristik Edible Film Komposit Albedo Semangka dan Tapioka*. Tesis. Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Bae, H.J., Cha, D.S., Whiteside, W.S., and Park, H.J., 2008. *Film and Pharmaceutical Hard Capsule Formation Properties of Mungbean, Waterchestnut, and Sweet Potato Starches*. Food Chemistry 106 : 96-105.
- Bertuzzi M.A., Vidaurre E.F.C., Armada M. And Gottifredi J.C., 2006. *Water Vapor Permeability of Edible Starch Based Films*. J. of Food Engineering xxx (2006) xxx-xxx.
- Bravin B., Peressini D. and Sensidoni A., 2006. *Development and Application of Polysaccharide-Lipid Edible Coating to Extend Shelf-Life of Dry Bakery Products*. J. of Food Engineering 76 : 280-290.
- Chang, K.C., N. Dhurandar, X. You and Miyamoto, 1994. *Cultivar Location and Processing Methods Affect Yield and Quality of Sunflower Pectin Extraction as Affected by Physical Condition*. J. Food Science 59 (6): 1207-1210.
- Garcia, A., 2000. *Lipid Addition to Improve Barrier Properties of Edible Starch-Based Films and Coating*. J. Food Science 65 (6) : 941 – 947.
- Graham, H.O., 1977. *Food Colloid*. The AVI Publisher Co. Inc. West Part Connecticut, USA.
- Grant, C.A. and R.J. Burns. 1994. *Application of Coating*. In: Krochta, J.M., E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo. Edible Coating and Film to Improve Food Quality. Tecomic Publishing Co, Inc. Pennsylvania.
- Haryadi, 2002. *The Current Status and Future Prospects of Sago Palms in Java*. In: Kainuma, K., Okazaki, M., Toyoda, Y. and Cecil, J. E., (eds.) 2002. New Frontiers in Sago Palm Studies. Proceedings of the International Symposium on sago (Sago 2001), Oktober 15-17, Tsukuba. Universal Academy Press, Inc., Tokyo.
- Haryadi, B.P. Nusantoro and Supriyadi, 2000. *Effect of Sago Starches on the Properties of Black "Cincau" Gel Prepared by A Modified Process*. In: Bintoro, H. M. H., Suwardi, Sulistiono, Kamal. M., Setiawan, K. and Syamsuel Hadi (eds.). Proceeding of the International Sago Seminar, Bogor, March 22-23, 2000.
- Julius Pontoh, E Nurally, dan P. Rondonuwu, 2004. *Extrusion of Cassava and Several Palm Starches*. Disampaikan dalam: Symposium Directions of Starch Innovation. Bandung Indonesia.

- Krochta, J.M., 1992. *Control of Mass Transfer in Food With Edible Coatings and Films*. In Singh, R.P. and M.A. Wirakartakusumah (eds). *Advances in Food Engineering*. CRP Press. Boca Raton. 519-538.
- Leksono, A.M., 1983. *Ekstraksi, Isolasi dan Karakterisasi Pati Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L.)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Longares, A., F.J. Monahan, E.D. O'Sullivan, 2004. *Physical Properties and Sensory Evaluation of WPI Films of Varying Thickness*. *Lebensm – Wiss. U.-Technol.* 37: 545-550.
- Nie, H., M. Liu, F. Zhan, M. Guo., 2004. *Factors on Preparation of Carboxymethylcellulose Hydrogel and Its Degradation Behavior in Soil*. *Carbohydrate Polymers*. 58:185-189.
- Nisperos-Carriedo M.O., P.E. Shaw and E.A. Baidwin, 1990. *Changes in Volatile Component of Pineapple Orange Juices as Influences by The Application of Lipid and Composite Film*. *J.Agric. Food Chem.* 38: 1382-1387.
- Noishiki, Y., Y. Nishiyama, M. Wada, S. Kuga dan J. Magoshi, 2002. *Mechanical Properties of Silk Fibroin-Microcrystalline Cellulose Composite Films*. *J. Appl. Polym. Sci.* 86: 3425 – 3429.
- Perez – Gago, M.B., C. Rojas dan M.A.D. Rio, 2002. *Effect of Lipid Type and Amount of Edible Hydroxypropyl Methylcellulose-Lipid Composite Coatings Used to Protect Post Harvest Quality of Mandarins cv. Fortune*. *J. Food Science* 67 (8) : 2903 – 2910.
- Radley, J.A., 1954. *Starch and It's Derivatives*. John Willey and Sous Inc., New York.
- Rahim A., Mappiratu dan Noviyanti A., 2009. *Sifat Fisikokimia dan Sensoris Sohun Instan dari Pati Sagu*. *J. Agroland* 16 (2) : 124-129.
- Rahim A. dan Haryadi, 2008. *Pengaruh Cara Bubur pada Pengolahan Instant Starch Noodle dari Pati Aren terhadap Sifat Fisikokimia*. *J. Agroland* 15 (1) : 18-21.
- Rahim A., 2007. *Pengaruh Cara Pengolahan Instant Starch Noodle dari Pati Aren terhadap Sifat Fisikokimia dan Sensoris*. Tesis S-2 Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Rhim, J.W., Y. Wu, C.L. Weller dan M. Schnepf, 1999. *Physical Characteristics of a Composite Film of Soy Protein Isolate and Propyleneglycol Alginate*. *J. Food Science* 64 (1) : 149 – 152.
- Rodríguez Maria, Osés Javier, Sian Khalid and Mate Juan I., 2006. *Combined Effect of Plasticizer and Surfactants on the Physical Properties of Starch Based Edible Films*. *Food Research International* 39 : 840-846.
- Rohaeti E., Surdia, N.M., Radiman C.L. dan Ratnaningsih E., 2003. *Pengaruh Variasi Komposisi terhadap Kemudahan Biodegradasi Poliuretan*. *J. Matematika dan Sains* Vol. 8 No. 4 : 154-161.
- Trihendradi C., 2005. *Step by Step SPSS 13 Analisis Data Statistik*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Turhan, K.N dan F.Sahbaz, 2004. *Water Vapor Permeability, Tensile Properties and Solubility of Methylcellulosa-Based Edible Film*. *J. Food Eng.* 61. 459-466.
- Warastuti, M., 2000. *Karakteristik Biodegradable Films Tapioka dengan Plasticizer Gliserol dan Aplikasinya untuk Pengawetan Kelengkeng*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta