

KARAKTERISTIK *EDIBEL FILM* DARI PATI AREN AMILOSA TINGGI DAN APLIKASINYA SEBAGAI PENGEMAS BUBUK BUMBUMIE

The Characteristics of High Amylase Arenga Starch Edible Film and Its Application as Noodle Powder Spice Packing

Abdul Rahim¹⁾, Nur Alam¹⁾, Haryadi²⁾ dan Umar Santoso³⁾

¹⁾ Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Jl. Soekarno – Hatta Km 9 Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp/Fax: 0451 – 429738. ²⁾ Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. ³⁾ Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the characteristics of edible films made from high amylase arenga starch, and its application as noodle seasoning powder packing. The treatment was fractionated natural arenga starch at 70 and 80°C. Edible film was constructed from arenga starch solution at a concentration of 2.8% (w/v) added with glycerol plus solution 0.5% (w / v) and then heated at 85°C for 5 minutes. The next process was the addition of palm oil (palmitic acid) with a concentration of 10% (w / w polymer) in the same condition. The solution then was poured in a plastic plate and oven dried at 50°C for 18-24 hours. Once dried, it was cooled at room temperature for 15 minutes. Parameters observed at this stage were thickness, water vapor transmission rate, tensile strength and elongation. The results showed that characteristics of edible films produced from the arenga starch at 70°C included thickness 0.103 mm, water vapor transmission rate (WVTR) 5.09 g/m²h, tensile strength 32.76 MPa and elongation 2.60%; while for the fractionated arenga starch at 80°C included thickness 0.104 mm, the WVTR 2.55 g/ m²h, tensile strength 44.03 MPa and elongation 1.71%. It is suggested that edible films produced from fractionation can be applied as packing noodle seasoning powder that dissolves less than 3 minutes.

Key word: Edible film, high amylose arenga starch, mechanical and physical characteristics.

PENDAHULUAN

Tanaman aren (*Arenga pinnata*) telah lama dikenal petani dan memiliki banyak manfaat, bahkan di saat terjadi krisis ekonomi tanaman aren merupakan salah satu alternatif yang banyak menolong petani. Pohon aren memiliki manfaat yang banyak, yaitu berperan dalam konservasi lahan dan air, penghasil ijuk, nira untuk pembuatan gula, buah kolang-kaling, dan sebagai sumber pati. 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), 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 sugu diantaranya pembuatan *instant starch noodle* dari pati aren (Alam, 2007; Rahim, 2007 dan Rahim dan Haryadi, 2008) serta sohun instan dari pati sugu (Rahim, dkk., 2009a).

Pada umumnya pati alami mempunyai sifat-sifat fisikokimia yang berbeda dari sumber yang berbeda. Untuk mendapatkan pati sesuai dengan sifat fisikokimia yang diharapkan dapat dilakukan proses fraksinasi, modifikasi, dan lain-lain. Proses fraksinasi merupakan pemisahan amilosa dan amilopektin

yang dapat dilakukan dengan reaksi kimia (Thitipraphunkul, dkk., 2003). Fraksinasi dilakukan dengan cara membuat larutan pati 4% (b/v) kemudian dipanaskan sambil diaduk pelan-pelan pada suhu 80°C selama 45 menit. Setelah sentrifugasi pada kecepatan 3.000 rpm selama 8-10 menit, supernatan (mengandung amilosa) dikumpulkan. Amilosa diendapkan dari supernatan dengan penambahan etanol absolute sebanyak sepertiga bagian dari supernatant dan dibiarkan selama 2 jam. Campuran disentrifuse kembali pada kecepatan 3.000 rpm selama 8-10 menit untuk memperoleh endapan (amilosa). Amilosa dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 5 jam sehingga dihasilkan pati aren amilosa tinggi (Rahim dkk., 2009b). *Edible film* dari pati aren amilosa tinggi mempunyai laju transmisi uap air yang lebih rendah dibandingkan dengan pati aren alami (Rahim dkk., 2010).

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* secara umum dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis yang dibuat dari bahan – bahan yang layak untuk dimakan seperti protein, lipida dan polisakarida yang dilapiskan pada atau antara permukaan produk makanan dengan cara pencelupan, penyemprotan dan pengemasan. *Edible film* adalah pengemas alternatif yang tidak menimbulkan masalah lingkungan. Kelebihan utama edibel film terletak pada sifat biodegradable-nya, sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan seperti halnya bahan pengemas sintetik. *Edible film* sangat potensial untuk meminimalkan penggunaan pengemas plastik dan untuk membatasi migrasi uap air, aroma, gas dan lemak pada bahan makanan yang dikemasnya. *Edible film* sebagai bahan pembantu untuk memperbaiki kualitas makanan/obat secara keseluruhan dan meningkatkan daya simpan (Hambleton dkk., 2009).

Sifat fisik dan mekanik *edibel film* yang meliputi ketebalan, laju penguapan air (*water vapour transmission rate* WVTR), *tensile strength* dan elongasi tergantung pada

karakteristik bahan yang digunakan. Pada umumnya komponen bahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film* meliputi senyawa polimer (pati, protein, lipida), komponen hidrofobik, *plasticizer* dan emulsifier (Abdorrezza dkk., 2011; Bae dkk., 2008; Murillo dkk., 2010; Pranata dkk., 2002). Penggunaan *edible film* sebagai bahan pengemas pangan salah satunya dipengaruhi oleh ketebalan *film*, karena ketebalan *film* berpengaruh terhadap karakteristik fisik maupun mekanis *edible film* yang dihasilkan. *Edible film* sebagai bahan pengemas pangan salah satunya dapat digunakan sebagai pengemas bumbu bubuk mie instan. Pada proses pembentukan lembaran *edible film* menjadi kantong (*sachet*), harus dilakukan penyambungan (*sealing*) menggunakan suhu yang tepat, karena setiap jenis *film* mempunyai titik leleh yang berbeda satu sama lain. Penggunaan suhu *sealing* yang tepat pada ketebalan *film* tertentu akan diperoleh kemasan berbentuk kantong dengan karakteristik sesuai yang diharapkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Agustus 2010 di Laboratorium Rekayasa Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati aren alami yang diperoleh dari desa Daleman Kecamatan Tulung Kabupaten Klaten, pati aren amilosa tinggi yang merupakan hasil fraksinasi pada suhu 70 dan 80°C. Bahan lain yang digunakan yaitu etanol, tween-80, gliserin, palmitat, silika gel dan aquades. Alat yang digunakan yaitu magnetik stirrer, oven, wadah plastik sebagai tempat cetakan *film*, timbangan analitik, mikrometer, *Liyod Testing niversal*, *heat sealer* dan alat laboratorium lainnya.

Edible film dibuat dengan menggunakan formula pembuatan yang memberikan nilai *water vapor transmission rate* (WVTR) paling kecil atau *tensile strength* yang paling besar. Sebagai perlakuan adalah pati aren alami, pati aren hasil fraksinasi pada suhu 70 dan 80°C. Pembuatan *film* dilakukan dengan cara membuat larutan pati aren dengan konsentrasi 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. Proses selanjutnya adalah penambahan minyak sawit (asam palmitat) dengan konsentrasi 10% (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. Setelah dikeringkan, didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit. Parameter yang diamati pada tahap ini adalah sifat fisik dan mekanik *edible film* dari pati aren menurut Turhan dan Sahbaz (2004) yang meliputi ketebalan, *water vapor transmission rate*, *tensile strength*, dan elongasi.

Edible film diaplikasikan sebagai bahan pengemas bumbu mie. Lembaran *edible film* dibentuk menjadi kantong atau *sachet* bumbu mie instan dengan ukuran 6x5 cm², di mana penyambungan atau *sealing* dengan menggunakan *heat sealer*. Penyambungan *edible film*, pada suhu 130°C. Selanjutnya diisi dengan bubuk bumbu mie sebanyak 2 g. Setelah kantong berisi bumbu bubuk mie, di *seal* kembali atau ditutup. Selanjutnya *edible film* yang sudah berisi bubuk bumbu mie diuji kelarutannya dalam air panas.

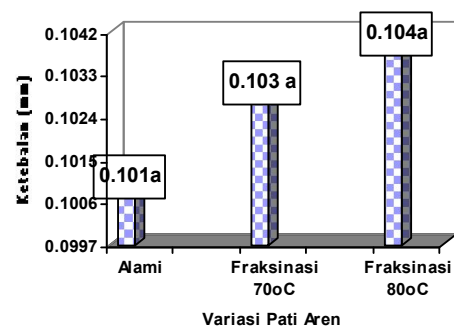
Rancangan Percobaan. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Setiap cara fraksinasi yang dicobakan diulang 3 (tiga) kali. Analisis data statistik menggunakan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS) versi 13* dengan metoda *One Way Anova* dan *Univariate Analysis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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi Pati Aren Dalam Pembuatan *Edibel Film*. Parameter yang diamati adalah sifat fisik dan mekanik *edible film* dari pati aren menurut Turhan dan Sahbaz (2004) yang meliputi ketebalan, *water vapor transmission rate*, *tensile strength*, dan elongasi.

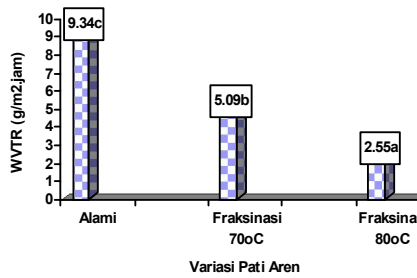
Ketebalan. Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa variasi pati aren tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 0,101- 0,104 mm. Ketebalan *film* terendah diperoleh pada pati alami sedangkan ketebalan tertinggi diperoleh pada pati aren hasil fraksinasi pada suhu 80°C. Adanya perbedaan ketebalan ini diduga karena kadar amilosa yang berbeda. Menurut Alam (2006) kadar amilosa pati aren alami 39%, sedangkan menurut Rahim *dkk*, (2009a) kadar amilosa pati aren hasil fraksinasi pada suhu 70 dan 80°C berturut-turut 48,87 dan 62,69%.

Laju Transmisi Uap Air (WVTR). Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa variasi pati aren berpengaruh nyata terhadap WVTR *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 2,55 -9,34 g.m⁻².jam⁻¹. WVTR *film* pada variasi pati aren berbeda nyata untuk pati aren alami, pati aren hasil fraksinasi pada suhu 70 dan 80°C. WVTR *edible film* mempunyai kecenderungan menurun dengan bertambahnya kadar amilosa pati aren. Hal ini disebabkan 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*.



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

Gambar 1. Ketebalan *edible film* pada Variasi Pati Aren



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

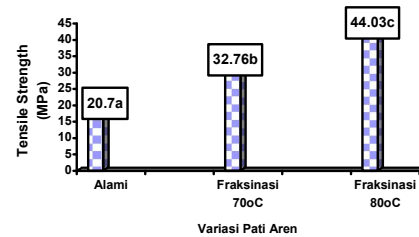
Gambar 2. WVTR *edible film* pada Variasi Pati Aren

Kekuatan kohesif antar polimer akan menurunkan fleksibilitas dan permeabilitas *film* terhadap gas dan uap air. Hal yang sama terjadi pada penelitian oleh Turhan dan Sahbaz (2004) pada *edible film* metilselulosa.

Tensile Strength. Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa variasi pati aren berpengaruh nyata terhadap *tensile strength edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 20.70 – 44.03 MPa. *Tensile strength edible film* pada variasi pati aren berbeda nyata untuk pati aren alami, pati aren hasil fraksinasi pada suhu 70 dan 80°C. *Tensile strength edible film* tertinggi diperoleh pada pati aren hasil fraksinasi pada suhu 80°C sebesar 44,03 Mpa. Hal ini disebabkan pati aren tersebut mempunyai kandungan amilosa terbesar (62.69%) 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.

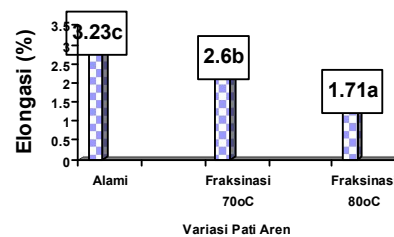
Elongasi. Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa variasi pati aren berpengaruh

nyata terhadap elongasi *edible film*. Nilai rata-rata *film* yang dihasilkan berkisar antara 1,71-3.23 %. Elongasi *edible film* pada variasi pati aren berbeda nyata untuk pati aren alami, pati aren hasil fraksinasi pada suhu 70 dan 80°C. Elongasi *edible film* tertinggi diperoleh pada pati aren alami dan terendah pada pati aren hasil fraksinasi pada suhu 80°C. Penurunan elongasi diduga karena adanya interaksi kuat antara molekul pati dengan meningkatnya kadar amilosa. Ikatan yang terjadi antara molekul pati semakin rapat dan kompak sehingga akan menyebabkan *film* menjadi kuat. Dengan semakin kuatnya *film* yang terbentuk maka semakin sulit untuk memanjang sehingga memperkecil perpanjangan *film*. Aravind dkk, (2011) menyatakan bahwa hidrolisis pati kadar amilosa tinggi 40-70% menghasilkan kadar glukosa yang kecil karena disusun oleh daerah kristalin yang kuat/kompak. Menurut Jiang, dkk. (2010) bahwa amilosa tinggi disusun oleh daerah kristalin yang lebih besar terbentuk dari difusi dua granula melalui antiparalel *double heliks*.



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

Gambar 3. *Tensile strength edible film* pada Variasi Pati Aren

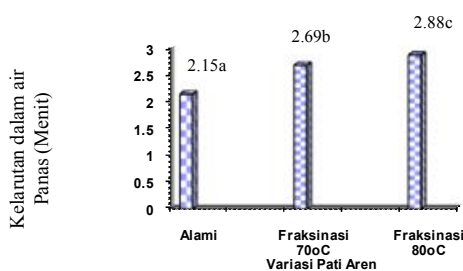


- Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$)
- Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P < 0.05$)

Gambar 4. Elongasi *edible film* pada Variasi Pati Aren

Aplikasi Edibel Film. *Edible film* yang dihasilkan dari bahan pati aren diaplikasikan sebagai pengemas bubuk bumbu mie instan. *Edible film* dibuat kemasan berbentuk kantong atau *sachet* dengan cara menyambung atau *sealing* antara dua permukaan *film*. Proses *sealing* dilakukan pada suhu 130°C dimana *edible film* mulai meleleh yaitu pada suhu titik leleh atau *melting pointnya*. *Edible film* yang telah berbentuk kantong, selanjutnya diisi dengan bubuk bumbu mie, dan diuji kelarutannya dalam air panas.

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa variasi pati aren berpengaruh nyata terhadap kelarutan dalam air panas kemasan *edible film*. Waktu rata-rata kelarutan dalam air panas kemasan *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 2,15 – 2,88 menit. Kelarutan kemasan *edible film* pada variasi pati aren berbeda nyata untuk pati aren alami, pati aren hasil fraksinasi pada suhu 70 dan 80°C. Kelarutan kemasan *edible film* yang paling cepat diperoleh pada pati aren alami dan paling lambat pada pati aren hasil fraksinasi pada suhu 80°C.



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

Gambar 5. Kelarutan Dalam Air Panas Kemasan *edible film* pada Variasi Pati Aren

Pengujian kelarutan dalam air panas secara umum sudah sesuai dengan standar SNI 01-3551-1994 bahwa kecepatan pemasakan produk instan adalah tidak lebih dari 4 menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan kadar amilosa bahan pati aren akan meningkatkan lama waktu yang diperlukan untuk *film* mulai rusak dan *film* larut total. Peningkatan kadar amilosa berpengaruh terhadap lama larut dalam air panas. Peningkatan kadar amilosa *film* seiring dengan meningkatnya ikatan hidrogen, yang menyebabkan struktur molekul pati saling kuat berikatan membentuk jaringan yang kompak, sehingga memperlama kelarutan *film* dalam air panas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik *edible film* yang dihasilkan untuk pati aren hasil fraksinasi pada suhu 70°C meliputi ketebalan 0.103 mm, laju penguapan uap air (*water vapour transmission rate* WVTR) 5.09 g/m².jam, *tensile strength* 32.76 MPa dan elongasi 2.60%. Sedangkan untuk pati aren hasil fraksinasi pada suhu 80°C meliputi ketebalan 0.104 mm, laju penguapan uap air (*water vapour transmission rate* WVTR) 2.55 g/m².jam, *tensile strength* 44.03 MPa dan elongasi 1.71%.
2. *Edibel film* dari hasil fraksinasi dapat diaplikasikan sebagai pengemas bubuk bumbu mie yang larut total kurang dari 3 menit.

Saran

Perlu penelitian lanjutan tentang *edible film* antimikrobia dan stabilitas emulsi untuk proses enkapsulasi secara pengering semprot (*Spray drying*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdorreza Mohammadi N., Cheng L.H. and Karim A.A., 2011. *Effects of Plasticizers on Thermal Properties and heat Sealability of Sago Starch Films*. Food Hydrocolloids 25 : 56-60.
- Alam, 2007. *Pengaruh Cara Pengolahan Instant Starch Noodle dari Pati Aren terhadap Sifat Fisikokimia 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).
- Aravind Nisha, Sissons M. and Fellows C., 2011. *Can Variation in Durum Wheat Pasta Protein and Starch Composition Affect in Vitro Starch Hydrolysis*. Food Chemistry 124 : 816-821
- 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.
- Hambleton A., Fabra M.J., Debeaufort F., Brun C.D. and Voilley A., 2009. *Interface and Aroma Barrier Properties of Iota-Carrageenan Emulsion-Based Films Used for Encapsulation of Active Food Compounds*. Journal of Food Engineering 93 : 80-88.
- 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.
- Jiang H, Horner T.H., Pepper T.M., Blanco M., Campell M. and Jane J.J., 2010. *Formation of Elongated Starch Granules in High- Amylose Maize*. Carbohydrate Polymers 80 : 533-538.
- Julius Pontoh, E Nurally, dan P. Rondonuwu, 2004. *Extrusion of Cassava and Several Palm Starches*. Disampaikan dalam: Symposium Directions of Starch Innovation. Bandung Indonesia.
- Murillo Martinez M.M., Pedroza Islas R., Labato-Calleros C., Martinez Ferez A. and Vernon Carter E.J., 2010. *Designing W1/O/W2 double Emulsions Stabilized by Protein-Polysaccharide Complexes for Producing Edible Films: Rheological, Mechanical and Water Vapour Properties*. Food Hydrocolloids : 1-9
- 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.
- Noishiki, Y., Y. Nishiyama, M. Wada, S.Kuga and J. Magoshi, 2002. *Mechanical Properties of Silk Fibroin-Microcrystalline Cellulose Composite Films*. J. Appl. Polym. Sci. 86: 3415-3429.
- Pranata, F.S., Djagal W. Marseno dan Haryadi., 2002. *Karakterisasi sifat-sifat fisik dan mekanik edible film patibatang aren (Arenga pinnata Merr.)*. Biota Vol. VI (3) : 121 – 130
- Rahim A., Alam N., Haryadi dan Santoso U., 2010. *Pengaruh Konsentrasi Pati Aren dan Minyak Sawit terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edibel Film*. J. Agroland 17 (1) : 38-46.
- Rahim A., Mappiratu dan Noviyanti A., 2009a. *Sifat Fisikokimia dan Sensoris Sohun Instan dari Pati Sagu*. J. Agroland 16 (2) : 124-129.

- Rahim A., Alam N., Haryadi dan Santoso U., 2009b. *Pengaruh Fraksinasi Pati Aren terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional*. J. Agrisains Vol. 10 No. 3:144-151
- 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.
- Rodríguez Maria, Oses 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.
- Thitipraphunkul, K., Uttapap, D., Piyachomkwan, K., and Takeda, Y., 2003. *A Comparative Study of Edible Film Canna (Canna edulis) Starch from Different Cultivars. Part II. Molecular Structure of Amylose and Amylopectin*. Journal Carbohydrate Polymers 54 : 489-498.
- 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.