



KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI PATI GANYONG (*Canna edulis Kerr.*) BERANTIMIKROBA

Iqbal Syaichurrozi, Netty Handayani, Dyah Hesti Wardhani *)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Edible film merupakan lapisan tipis yang dapat mempertahankan kualitas produk pangan, dapat langsung dimakan dan aman bagi lingkungan. Untuk meningkatkan kualitas edible film dalam penanganan produk pangan perlu ditambahkan zat aditif. Pada penelitian ini zat aditif yang ditambahkan adalah antimikroba. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari efek penambahan zat anti mikroba terhadap karakteristik edible film pati ganyong. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah konsentrasi pati ganyong 2 % w/v dan konsentrasi sorbitol 1 % v/v larutan. Adapun variabel berubahnya adalah jenis zat antimikroba yang ditambahkan, yaitu bubuk kunyit dan bawang putih dengan konsentrasi 0,01% w/v larutan. Karakterisasi fisik dari edible film yang diamati yaitu kadar air serta karakterisasi mekanik yaitu ketebalan, persentasi pemanjangan dan kuat tarik. Pengujian antimikroba dilakukan dengan metode difusi agar dan diamati zona inhibitorinya terhadap E.coli. Hasil penelitian menunjukkan edible film sebelum ditambah zat antimikroba memiliki kadar air 18,72 %, ketebalan film 0,08 mm, kuat tarik 2,75 N/mm², persentasi pemanjangan 37,78 %. Penambahan zat antimikroba bubuk kunyit dan bawang putih menyebabkan penurunan kadar air, persentasi pemanjangan dan kuat tarik tetapi kenaikan pada ketebalan film. Hasil uji antimikroba menunjukkan bahwa penambahan asam benzoat pada film tidak mampu menghambat pertumbuhan E.coli.

Kata Kunci : *edible film, ganyong, antimikroba, rempah*

Abstract

Edible films are thin layers that can maintain the quality of food products, are edible and environment friendly. Additives such as antimicrobial are added to improve the quality of edible films in handling food product. The purpose of this research is to study the effects of antimicrobial substances of characteristics of edible films from canna starch. The films prepared from 2% w/v of canna starch and 1% v/v (solution basis) of sorbitol. Garlic powder and turmeric powder were used as antimicrobial at 0.01% w/v solution concentration. Moisture content, thickness, the percentage elongation and tensile strength were determined. Antimicrobial testing performed using agar diffusion method and observed for the zone of inhibition growth of E.coli. The results show the control edible film has 18.72% of a moisture content, 0.08 mm of film thickness, 2.75 N/mm² of tensile strength and 37.78 % percentage of elongation. The addition of the antimicrobial substances decreased the water content, the percentage of elongation and the tensile strength but increased the thickness. Antimicrobial testing showed that the addition of benzoic acid in the film were unable to inhibit the growth of E.coli.

Keywords : *edible films; canna; antimicrobials; spices*

1. Pendahuluan

Bahan makanan pada umumnya sangat sensitif dan mudah mengalami penurunan kualitas karena faktor lingkungan, kimia, biokimia, dan mikrobiologi. Salah satu cara untuk mencegah atau memperlambat fenomena tersebut adalah dengan pengemasan yang tepat (Komolprasert, 2006 dalam Hui, 2006). Fungsi dari pengemas pada bahan pangan adalah mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan pangan dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan dan getaran. Dari segi promosi, pengemas berfungsi sebagai daya tarik pembeli (Syarief, 1988).

Sebelum menentukan pilihan jenis dan cara pengemasan yang akan digunakan perlu diketahui dulu persyaratan kemasan yang dibutuhkan. Ada lima syarat yaitu penampilan, perlindungan, fungsi, harga dan biaya penanganan limbah kemasan (Syarief, 1988). Dengan adanya persyaratan bahwa kemasan yang digunakan harus

*) Penulis Penanggung Jawab (Email: dwardhani@gmail.com)

ramah lingkungan maka *edible film* adalah sesuatu yang sangat menjanjikan karena dapat melindungi produk pangan, penampakan asli produk dapat dipertahankan, dapat langsung dimakan dan aman bagi lingkungan (Kinzel, 1992).

Edible film adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan atau untuk meningkatkan penanganan makanan (Bourtoom, 2007).

Salah satu tanaman yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku dalam pembuatan *edible film* adalah ganyong. Ganyong (*Canna discolor L. Syn. C edulis*, suku kana-kanaan atau *Cannaceae*) memiliki kandungan pati yang lebih tinggi (mencapai 30 – 40%) dibandingkan dengan ubi (hanya sekitar 20%) (Kurniawan, 2011).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pati ganyong memiliki potensi sebagai bahan utama film dapat dimakan karena kandungan amilosa tinggi (32,53% pada basis kering) dengan kondisi optimal konsentrasi pati ganyong adalah 2% (b / v) (Wijoyo *et al.*, 2004). *Edible film* dengan penambahan zat antioksidan *Green Tea* juga pernah dikaji dengan kadar 1% pati ganyong dan ekstrak teh hijau 10% mendapatkan hasil yang terbaik (Anonim, 2011). Sementara ini pembuatan *edible film* dari pati ganyong dengan penambahan zat antimikroba belum pernah dilakukan. Selama ini asam benzoat biasa ditambahkan sebagai zat antimikroba pada makanan. Secara alami, rempah- rempah di Indonesia mengandung zat antimikroba, antara lain bawang putih dan kunyit (Kurnia, 2010).

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pati ganyong, sorbitol, bubuk kunyit dan bubuk bawang putih. Untuk uji antimikroba digunakan bakteri *E.colii*. variable berubah yaitu penambahan antimikroba bubuk kunyit dan bawang putih masing-masing pada konsentrasi 0,01% w/v larutan.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Pembuatan Edible Film

Langkah pembuatan *edible film* dengan basis volume total 100ml, berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Napierata (2006) dengan beberapa modifikasi, yaitu melarutkan pati ganyong 2% w/v dalam aquades selama 20 menit, kemudian dipanaskan sampai terbentuk gelatin. Setelah terjadi gelatinasi, kemudian tambahkan sorbitol 1 % v/v larutan dan aduk selama 15 menit. Dinginkan larutan sampai suhu 50°C kemudian masukkan zat antimikroba sesuai variabel, aduk hingga homogen kemudian cetak dalam plat kaca. Keringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 2 jam, kemudian lanjutkan pengeringan pada suhu kamar selama 24 jam.

2.2.2. Uji Karakteristik Fisik dan Mekanik Film

a) Uji ketebalan edible film

Pengujian ketebalan *edible film* mengacu pada metode yang dideskripsikan oleh Poeloengasih (2003) sebagai berikut: Ketebalan diukur menggunakan micrometer dengan cara menempatkan film di antara rahang micrometer. Untuk setiap sampel film yang akan diuji, ketebalan diukur pada lima titik yang berbeda. Nilai ketebalan film adalah rata-rata hasil pengukuran pada lima tempat tersebut.

b) Uji kuat regang putus (tensile strength, TS) dan persen pemanjangan (elongation, E).

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film. Proses pemanjangan merupakan perubahan maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel film terputus (Lai *et al.*, 1997). Pengujian kuat regang putus dan persen pemanjangan sebagai berikut: sampel *edible film* yang akan diuji dipotong dengan ukuran (2,5 x 20) cm, kemudian dikaitkan secara horisontal pada penjepit/pengait yang ada pada alat FG/SPAG 01/2650 Texture Analyser dengan peregangan normal. Setelah film plastik terpasang pada masing-masing pengaitnya, pengujian kuat tarik dan elastisitas dapat dilakukan. Perangkat alat ini berupa alat peregang yang didukung oleh data komputer yang dapat diamati langsung pada saat pengujian.

c) Kadar Air

Pengujian kadar air pada *edible film* mengacu pada metode yang dideskripsikan oleh Astuti (2008), sebagai berikut: cawan aluminium dikeringkan dalam oven selama 15 menit, didinginkan dalam desikator selama 10 menit kemudian ditimbang. Sampel sejumlah 2 – 3 gram ditimbang dan dimasukkan dalam cawan kering yang telah diketahui bobotnya. Cawan beserta isinya dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105°C selama kurang lebih

12 jam atau sampai bobotnya konstan. Selanjutnya cawan beserta isinya didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang.

Perhitungan kadar air dilakukan dengan rumus :

$$\text{kadar air (\%b.k)} = \frac{a-(c-b)}{(c-b)} \times 100\%$$

keterangan :

a = bobot sampel (g)

b = bobot cawan (g)

c = bobot akhir

2.2.3. Uji Antimikroba

a) Sterilisasi Alat

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian uji aktivitas anti bakteri ini disterilkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Alat - alat gelas disterilkan di dalam oven pada suhu 170°C selama 2 jam. Media disterilkan di autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Jarum ose dan pinset dengan lampu bunsen (Lay, 1994).

b) Pembuatan Larutan Film Berantimikroba

Pada penelitian ini, dilakukan uji antimikroba terhadap edible film yang telah ditambahkan bubuk kunyit, bubuk bawang putih dan bubuk asam benzoate dengan konsentrasi tertentu terhadap pertumbuhan *E.coli*. Edible film yang diujikan dalam bentuk larutan film. Pembuatan larutan film dapat dilihat pada poin 2.2.1).

c) Pembuatan Media Agar

Sebanyak 38 g media agar disuspensikan dalam 1000 ml air suling steril, kemudian dipanaskan hingga mendidih dan semuanya larut. Disterilkan dalam autoklaf (Difco, 1977). Media agar yang digunakan adalah *Nutrient agar*.

d) Uji Aktivitas Mikroba

1. Pembuatan suspensi bakteri

Isolasi *E.coli* pada media *Mac Conkey Agar* kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Satu koloni dari bakteri hasil biakan ukuran ± 2mm diambil dengan ose steril dimasukkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi media HIB kemudian inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah 24 jam terbentuklah kekeruhan dengan konsentrasi bakteri *E.coli* 10¹⁰ CFU/mL berdasarkan TPC (*Total Plate Count*). Untuk mendapatkan kultur bakteri konsentrasi 10⁸ CFU/ml (standar Mc. Farland), sebanyak 1 mL dari media HIB dimasukkan kedalam 9 mL NaCl 0,85% dan dihitung sebagai pengenceran pertama (10⁻¹). Pada pengenceran pertama ini konsentrasi *E.coli* adalah 10⁹ CFU/mL. Kemudian dilakukan pengenceran kedua dengan mengambil 1 mL dari hasil pengenceran pertama dimasukkan kedalam 9 mL NaCl 0,85% pada tabung reaksi. Setelah pengenceran kedua didapatkan konsentrasi *E.coli* 10⁸ CFU/mL. Kultur bakteri ini yang akan digunakan untuk uji antimikroba.

2. Uji Difusi Agar Cara Sumuran

Kapas lidi steril dicelupkan ke dalam suspensi bakteri *E.coli* konsentrasi 10⁸ CFU/mL lalu digoreskan pada permukaan agar (*Nutrient Agar* (NA)) hingga rata. Pada agar tersebut dibuat sumuran dengan diameter 8 mm. Larutan film berantimikroba dimasukkan ke dalam sumur, diinkubasi 37°C, dan diamati zona bening yang terbentuk selama 24 jam.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kadar Air

Kadar air tertinggi didapat pada kontrol yaitu 18,72 %. Semakin banyak jumlah antimikroba yang ditambahkan untuk membuat *edible film* berantimikroba dengan basis total volume suspensi tetap 100 mL, menyebabkan air yang ditambahkan semakin sedikit. Hal ini mengakibatkan kadar air film semakin menurun seiring dengan kenaikan jumlah antimikroba yang ditambahkan kedalam larutan film. Penambahan kunyit dan bawang putih masing-masing 0,01 %w/v larutan larutan tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap kadar air dalam edible film.

3.2 Ketebalan

Penambahan antimikroba 0,01% w/v tidak menunjukkan perbedaan ketebalan jika dibandingkan dengan film kontrol. Hal ini kemungkinan disebabkan karena penambahan antimikroba yang terlalu sedikit sehingga tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan film yang dihasilkan.

Tabel 1. Hasil Uji Fisik dan Mekanik *Edible Film*

Antimikroba	Konsentrasi Antimikroba (% w/v larutan)	Ketebalan (mm)	Kadar Air (%)	Kuat Tarik (N/mm ²)	Percentage Strain at Break (%)	Extension at Break (mm)	Young's Modulus (MPa)
Kontrol	0	0,08	18,72	2,75	37,78	7,75	16,89
Kunyit	0,01	0,08	18,54	2,51	35,25	7,05	31,99
Bawang Putih	0,01	0,08	18,32	2,52	35,36	7,07	36,75

3.3 Kuat Tarik

Tabel 1 menunjukkan, penambahan antimikroba menyebabkan kuat tarik film mengalami penurunan dibandingkan film kontrol. Hal ini kemungkinan disebabkan karena antimikroba yang ditambahkan dalam bentuk bubuk sehingga membuat matrik film tidak homogen (Kechichian et al., 2010). Ketidakhomogenannya ini menyebabkan film kurang mampu menerima gaya yang dibebankan ke film.

3.4 Percentage Strain at Break, Extension at Break (mm), Young's Modulus (MPa).

Percentage Strain at Break (persen pemanjangan/peregangan) merupakan persentase peregangan atau pemanjangan hingga sampel film terputus. Sedangkan *Extension at Break* merupakan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel film terputus. Alat untuk mengukur pemanjangan adalah *elongation tester stero-graph*. *Extension at Break* digunakan untuk menentukan *Percentage Strain at Break*. *Young's Modulus* (Modulus elastis) merupakan kebalikan dari persen pemanjangan. Modulus elastisitas menurun berarti fleksibilitas film meningkat, Modulus elastisitas merupakan ukuran dasar dari kekakuan (*stiffness*) sebuah film. Semakin besar *Extension at Break* maka *Young's Modulus* semakin kecil, begitu sebaliknya. Pada tabel 1 sampel kontrol memiliki *Percentage Strain at Break* terbesar yaitu 37,78 %, hal ini disebabkan karena memiliki *Extension at Break* terbesar 7,75 mm.

Penambahan antimikroba bubuk kunyit dan bawang putih menyebabkan menurunnya sifat *Percentage Strain at Break and Extension at Break* namun meningkatkan modulus young secara nyata. Hasil ini serupa dengan penelitian Kechichian et al. (2010) yang menyatakan bahwa penambahan antimikroba dalam bentuk bubuk yaitu bubuk kayumanis dan bubuk cengek menyebabkan % pemanjangan film dari pati singkong semakin menurun.

3.5 Uji Antimikroba

Senyawa aktif yang terkandung dalam rimpang kunyit adalah *Curcuminoid* (zat pewarna kuning). *Curcuminoid* dalam kunyit adalah *curcumin* (75%), *demethoxycurcumin* (15-20%) dan *bisdemethoxycurcumin* ($\pm 3\%$). *Curcumin* merupakan senyawa fenolik yang dapat mengubah permeabilitas membran sitoplasma yang menyebabkan kebocoran nutrisi dari sel sehingga sel bakteri mati atau terhambat pertumbuhannya (Marwati et al., 1996).

Bawang putih mengandung minyak atsiri, allisin, kalium, saltivine, diallylsulfide (PDD II LIPI, 2007 dalam Sunanti, 2007). Bawang putih mempunyai aktivitas sebagai antibakteri dan antifungi. Kemampuan bawang putih sebagai antibakteri didukung penelitian Rustama et al. (2005) yang menyatakan bahwa bawang putih mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif. Kemampuan bawang putih ini berasal dari zat kimia yang terkandung di dalam umbi. Zat kimia tersebut adalah alil sulfida (biasa disebut alisin) yang diduga merusak dinding sel dan menghambat sintesis protein (Sunanti, 2007).







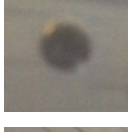

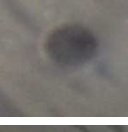
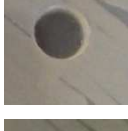














Tabel 2. Hasil pengamatan pada berbagai t (jam)

Jam ke-	Variabel (% w.vlarutan)		
	Kontrol	K 0,01	B 0,01
0	+++	+++	+++
4	-	++	+
6	-	++	-
8	-	+	-
10	-	+	-
12	-	-	-
14	-	-	-
16	-	-	-

Ket : K=Kunyit, B =Bawang Putih, BZ =Benzoat, +++ = Zona Hambat >1mm, ++ = Zona Hambat 1mm, + = Zona Hambat <1mm, - = Tidak ada Zona Hambat

Pada penelitian ini penambahan bubuk kunyit dan bawang putih pada larutan film 100 mL masing-masing 0,001 gr tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* setelah 24 jam inkubasi tetapi memberikan daya hambat hingga jam ke-10 inkubasi. Menurut Kaban (2008), dalam pengujian sifat antibakteri pada edible film berantimikroba, lamanya bahan antibakteri diaplikasikan pada mikroorganisme merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penghambatan mikroorganisme.

Tabel 3. Gambar hasil pengamatan uji antimikroba pada berbagai waktu (jam)

jam	Zat antimikroba yang ditambahkan		
	Kontrol	Bawang putih	Kunyit
		0.01% w/v larutan	0.01% w/v larutan
0			
4			
6			
8			
10			
12			
14			
16			

Pada proses pertumbuhan bakteri, terbagi menjadi empat fase, yaitu fase lag (adaptasi), fase eksponensial (pertumbuhan), fase stationer dan fase kematian. Pada penelitian ini, penambahan antimikroba bubuk kunyit dan bawang putih dengan konsentrasi kecil sehingga tidak mampu membunuh bakteri melainkan hanya memperpanjang rentang waktu bakteri untuk beradaptasi dengan lingkungan. Dari hasil pengamatan uji antimikroba diatas, penghambatan pertumbuhan *E.coli* paling lama (10 jam) ditunjukkan pada film dengan penambahan kunyit 0,01 %w/v larutan. Bubuk kunyit memiliki efektifitas yang lebih tinggi daripada bubuk bawang dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli*.

4. Kesimpulan

1. Karakteristik edible film dari pati ganyong memiliki kadar air 18,72 %, ketebalan film 0,08 mm, kuat tarik 2,75 N/mm², persentasi pemanjangan 37,78 %.
2. Penambahan bubuk kunyit dan bawang putih mempengaruhi karakteristik film yaitu menyebabkan penurunan kadar air, kuat tarik dan persentasi pemanjangan film tetapi tidak berpengaruh terhadap ketebalan film.
3. Penambahan bubuk kunyit dan bawang putih hanya mampu menghambat pertumbuhan *E.coli* hingga waktu tertentu selama inkubasi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Pengolahan Limbah, Laboratorium Operasi Teknik Kimia dan Laboratorium Bioproses atas kontribusinya sebagai tempat penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2011. *Karakterisasi "Edible Film" Berantioksidan dari Pati Ganyong (Canna Edulis Kerr) dan Ekstrak Teh Hijau (Camelia Sinensis)*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Thesis.
- Astuti, Beti Cahyaning. 2008. *Pengembangan Edible Film Kitosan dengan Penambahan Asam Esensial Oil: Upaya Perbaikan Sifat Barrier dan Aktifitas Antimikroba*. Bogor: IPB.
- Beales, N. 2004. *Adaptation of microorganism to cold temperatures, weak acid preservatives, low pH, and osmotic stresses: A review compre*. Reviews in food Sci and Food Safety, Vol. 3: 1-15.
- Bourtoom, T. 2007. *Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared From Starch*. Department of Material Product Technology, Songkhala. http://vishnu.sut.ac.th/iat/food_innovation/up/rice%20starch%20filmdoc (Diakses pada 8 Mei 2012)
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, and M. Wootton. 1987. Ilmu Pangan. Terjemahan: H. Purnomo dan Adiono. Jakarta: UI-Press
- Cahyana, P. T. 2006. *Pengkajian Pengaruh Kadar Amilosa dan Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Beras Termodifikasi*. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Chipley, J.R. 2005. *Sodium benzoate and benzoic acid*. Di dalam: Davidson, P.M, J.N. Sofos, dan A.L. Branen (Eds.). Antimicrobials in Food 3rd ed. CRC Press, Boca Raton.
- Difco. 1977. *Difco Manual Of Dehydrated Culture Media and Reagent for Microbiological and Clinical Laboratory Procedure*. Ninth Edition, USA: Detroit, Michigan.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering Volume I*. USA: CRC Press.
- Jamilah. 2010 *Makalah Hasil*. <http://www.scribd.com/doc/51028497/15/Metode-Difusi-Disk> (Diakses pada 8 Mei 2012)
- Kaban, Jamaran. 2008. *Kalsium Alginat-Kitosan Sebagai Film Pelapis yang Dapat Dimakan dan Bersifat Antibakteri*. Medan: FMIPA Universitas Sumatra Utara. Jurnal Teknologi Proses 7(1) Januari 2008: 23-32 ISSN 1412-7814.
- Kechichian, Viviane, Cynthia Ditchfield, Pricila Veiga-Santos, Carmen C. Tadini. 2010. *Natural antimicrobial ingredients incorporated in biodegradable films based on cassava starch*. Brazil: University of Sao Paulo. LWT-Food Science and Technology 43 (2010) 1088-1094
- Kinzel, B. 1992. *Protein-rich edible coatings for foods*. Agricultural research. May 1992: 20-21.
- Kurnia, Rizky. 2010. *Antibakteri Tanaman Rempah*. <http://lordbroken.files.wordpress.com/> (Diakses pada 20 Mei 2011).
- Kurniawan, Ardhy. 2011. *Ganyong*. <http://tanamanq.wordpress.com/2011/05/28/ganyong/> (Diakses pada 2 Juni 2011).
- Lai, H.M., G.W.Padua and L.S.Wei. 1997. *Properties and microstructure of zein sheets plasticized with palmitic and stearic acids*. Cereal Chem. 74(1): 83-90.
- Lay B. W. 1994. *Analisa Mikroba di Laboratorium*. Jakarta: Raja gafinso Persada
- Lutfi, Achmad. 2009. *Asam Benzoat*. http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-lingkungan/zat-aditif/asam-benzoat/ (Diakses pada 15 Juni 2011)
- Mahindru, S.N. 2008. *Food Additives: Characteristics, Detection and Estimation*. New Delhi: APH Publishing Corporation.
- Marwati T, Winarti C, Djajeng S. 1996. *Aktivitas antibakteri pada rimpang kunyit*. Prosiding Simposium Nasional 1 Tumbuhan Obat dan Aromatik APINMAP. 37-43.
- Napierata, Danuta M., Alina Nowotarska. 2006. *Water Vapor Transmission Properties of Wheat Starch-Sorbitol Film*. Department of Physic, University Of agriculture: Poznan.
- Nurmala, Lala. 2008. *Daya Tahan Kemasan Antimikroba Berbahan Baku Karagenan dan Agar-Agar*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Nychas, G. J. E. 1995. *Natural antimicrobial from plants*. In G. W. Gould (Ed), New Methods of Food Preservation (pp. 59-89). Glasgow: Blackic Academic Professional.

- Park, J. W., R. F. Testin, V. J. Vergano, H. J. Park, dan C. L. Weller. 1996. *Application of laminated edible films to potato chip packaging*. J of Food Sci 61 : 766-768.
- PDD II-LIPI. 2007. Bawang putih (*Allium sativum*). Didalam: Sunanti. 2007. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tunggal Bawang Putih (Allium Sativum Linn.) dan Rimpang Kunyit (Curcuma Domestica Val.) terhadap Salmonella Typhimurium*. Bogor: Fakultas MIPA IPB.
- Poeloengasih, C., Djagal W. Masono. 2003. *Karakterisasi Edible Film Komposit Protein Biji Kecapir dan Tapioka*. Yogyakarta.
- Pranoto, Yudi, Vilas M. Salokhe, Sudip K. Rakshit. 2005. *Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil*. Thailand: Asian Institute of Technology Klong Luang. Food Research International 38 (2005) 267-272.
- Rustama MM, Sri RR, Joko K, Ratu S. 2005. Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak air dan etanol bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap bakteri Gram negatif dan Gram positif. *Biotika*. 2: 1-8. Didalam: Sunanti. 2007. *Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tunggal Bawang Putih (Allium Sativum Linn.) dan Rimpang Kunyit (Curcuma Domestica Val.) terhadap Salmonella Typhimurium*. Bogor: Fakultas MIPA IPB.
- Sumarto. 2008. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Asam Lemak dan Natrium Benzoat Terhadap Sifat Fisik, Mekanik, dan Aktivitas Antimikroba Film Edibel Kitosan*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Syarief, R., S. Santausa, dan B.S. Isyana. 1988. *Buku dan Monograf Teknologi Pengemasan Pangan*. Bogor: Lab. Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi IPB.
- U.S. FDA. 1966. Code of Federal Regulations 21: Parts 1-99.
- Wijoyo, Arif, F. Sinung Pranata, P. Kianto. 2004. *Karakterisasi sifat-sifat fisik dan mekanik Edible Film Pati Ganyong (Canna edulis Kerr.)*. Jakarta: Universitas Indonesia.