

PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP KARAKTERISTIK PLASTIK BIODEGRADABLE PEKTIN LIDAH BUAYA

Irfan Indriyanto*), Sri Wahyuni dan Winarni Pratjojo

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Juni 2014
Disetujui Juli 2014
Dipublikasikan Agustus 2014

Kata kunci:
pektin lidah buaya
plastik *biodegradable*
kitosan

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya dan gliserol sebagai *plasticizer* dengan bahan tambahan kitosan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tarik plastik *biodegradable* dengan gliserol sebagai *plasticizer* dan mengetahui karakteristik plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya dengan penambahan kitosan. Gliserol yang ditambahkan divariasikan 20, 25, 30 dan 35% dari massa pektin yang digunakan. Hasil kuat tarik terbaik pada penambahan gliserol 20% sebesar 5,88 Mpa. Hasil tersebut kemudian digunakan untuk formulasi plastik dengan penambahan kitosan. Pada formulasi selanjutnya ditambahkan kitosan 2% dengan variasi tanpa penambahan kitosan, 5, 10, 15 dan 20 mL. Penambahan kitosan 20 mL yang memiliki kuat tarik terbaik sebesar 12,06 Mpa, uji ketahanan air sebesar 11,05%, elongasi terbaik pada plastik yang tidak ditambahkan kitosan sebesar 11,43%, uji *biodegradability* terbaik pada plastik yang tidak ditambahkan kitosan sebesar 77,28%. Plastik *biodegradable* yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi gugus fungsi menggunakan FT-IR terdapat O-H karboksil, gugus N-H amina sekunder, C-H alkana, C=O karbonil dan C-O ester sehingga bahan bioplastik merupakan bahan yang mudah terdegradasi karena bahan penyusunnya merupakan senyawa organik.

Abstract

Synthesis of biodegradable plastics from pectin aloe vera using glycerol as plasticizer with addition of chitosan has studied. The purpose of this research to identify the tensile strength with addition of glycerol, identify the tensile strength of plastic addition of glycerol and chitosan. Variation of glycerol are 20, 25, 30 and 35% from mass pectin aloe vera. The best tensile strength of plastic biodegradable is 5.88 Mpa with glycerol 20%. Results are used for plastic formulation with the addition of chitosan. In the remainder of the formulation with chitosan 2% volume variation are without addition of chitosan, 5, 10, 15 and 20 mL. The addition of chitosan which has the best tensile strength with addition 20 mL chitosan is 12.06 Mpa, 11.05% of water uptake, the best elongation of plastic 11.43% without addition chitosan, and the best of biodegradability value without addition chitosan is 77.28%. Biodegradable plastic produced further characterized using FT-IR functional groups is an amine group O-H carbonyl, N-H amine secondary, C=O carbonyl and C-O ester bioplastic materials are materials that are easily degraded by their constituent material is an organic compound.

Pendahuluan

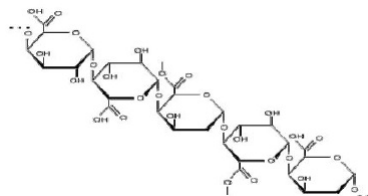
Pengemasan merupakan hal terpenting untuk mempertahankan kualitas bahan pangan karena pengemas mampu bertindak sebagai penahan migrasi uap air, gas, aroma dan zat-zat lain dari bahan ke lingkungan atau sebaliknya. Plastik merupakan suatu polimer yang molekulnya besar dan terdiri dari satuan yang berulang-ulang. Polimer telah mengambil peran yang penting dalam teknologi industri pengemasan makanan dan minuman. Hal ini disebabkan karena sifat plastik yang ringan, mudah dibentuk serta memiliki sifat-sifat yang diinginkan.

Dalam 20 tahun belakangan ini bahan pengemas yang sering digunakan adalah plastik sintetis karena bersifat aman dan kuat (tahan air, udara dan panas) dan harganya yang relatif murah. Disisi lain kemasan berbahan dasar plastik sintetis mempunyai dampak yang negatif terhadap lingkungan karena sulit diuraikan secara alami sehingga menjadi masalah yang sampai saat ini belum sepenuhnya teratasi. Plastik merupakan bahan kimia sintetis yang bersifat ringan, kuat, dan elastis. Plastik juga memiliki sifat tidak mudah terurai, sehingga mencemari lingkungan apabila penanganannya tidak tepat. Seiring meningkatnya perhatian manusia terhadap lingkungan maka banyak dilakukan penelitian untuk menemukan bahan pengemas sebagai pengganti plastik sintetis yang mampu didegradasi secara alami (plastik *biodegradable*). Di Indonesia penelitian dan pengembangan teknologi kemasan plastik *biodegradable* masih sangat terbatas, hal ini terjadi karena kemampuan sumber daya manusia dalam penguasaan ilmu dan teknologi yang belum berkembang. Plastik *biodegradable* merupakan pengemas yang memiliki karakteristik untuk menghambat perpindahan uap air. Kelebihan lain dari pengemas *biodegradable* adalah kemampuannya untuk mudah didegradasi oleh tanah sehingga dapat mengurangi permasalahan lingkungan seperti sampah plastik sintetis. Bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* salah satunya adalah senyawa polisakarida.

Tepung pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik. Tepung pektin diperoleh dari dinding sel tumbuhan darat (Satria dan Ahda; 2008).

Tepung pektin sebagai hasil industri mempunyai banyak manfaat diantaranya sebagai bahan industri makanan dan minuman.

Penggunaannya yang paling umum adalah sebagai bahan perekat atau pengental pada selai dan jelly. Tepung pektin merupakan salah satu bahan hidrokoloid yang termasuk golongan karbohidrat selain pati, alginat, gum arab, dan modifikasi karbohidrat lainnya, sehingga tepung pektin dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan untuk pembuatan plastik *biodegradable*.



Gambar 1. Struktur tepung pektin

Lidah buaya (*aloe vera*) merupakan tanaman hortikultura yang berasal dari kepulauan Canary di sebelah barat Afrika. Pada abad XVII tanaman ini mulai dikenal dan kemudian menyebar ke negara tropika lainnya termasuk Indonesia (Nurtiyani; 1998). Unsur-unsur kimia yang terkandung di dalam daging lidah buaya menurut penelitian antara lain: lignin, saponin, anthaquinone, vitamin, mineral, gula, enzim, monosakarida, polisakarida, asam-asam amino esensial dan non esensial. Pada saat ini lidah buaya sering dimanfaatkan sebagai bahan baku industri farmasi dan makanan. Salah satu produk alternatif lidah buaya adalah tepung pektin yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* (Yohana, *et al.*; 2008). Berbagai macam penelitian plastik *biodegradable* dari tepung pektin telah dilakukan (Anugrahati; 2002), tetapi pemanfaatan tepung pektin dari daging lidah buaya belum banyak diteliti. Oleh karena itu tepung pektin lidah buaya perlu dikembangkan sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable*. Dalam penelitian ini juga ditambahkan kitosan untuk meningkatkan kuat tarik sehingga plastik *biodegradable* tidak mudah robek serta ditambahkan gliserol sebagai *plasticizer*.

Permasalahan yang didapat dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh volume gliserol yang ditambahkan dalam tepung pektin lidah buaya terhadap kuat tarik, pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik plastik *biodegradable* dari tepung pektin lidah buaya meliputi uji kuat tarik, elongasi, uji ketahanan air, dan uji biodegradability

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan tepung pektin lidah buaya yang dibuat dari lidah buaya jenis *aloe vera barbandesis*. Jenis

penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah karakterisasi sifat fisik plastik. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah volume gliserol dengan variasi konsentrasi 20, 25, 30, dan 35% berat sampel (v/b) untuk mendapatkan hasil optimum dalam pembuatan plastik *biodegradable* pektin lidah buaya dan penambahan larutan kitosan 5, 10, 15 dan 20 mL. Sedangkan untuk variabel terkontrol selama penelitian adalah suhu pengadukan, kecepatan pengadukan, suhu pengeringan plastik, lama pengeringan plastik *biodegradable*.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *magnetic stirrer, hot plate Daihan Lab Tech (Ohaus Explorer)*, ayakan 80 mesh, labu ekstraksi, alat uji kuat tarik *Pearson Panke Equipment LTD*, FT-IR *Shimadzu prestige 21*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung pektin lidah buaya (*aloe vera barbadensis*), kitosan dari IPB, etanol, HCl, asam asetat, gliserol dengan *grade pro analyst* buatan *Merck*.

Penelitian dilakukan dengan beberapa langkah yang meliputi persiapan bahan, pembuatan pektin lidah buaya, pembuatan plastik *biodegradable* dengan variasi gliserol untuk menentukan volume gliserol optimum yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* dengan penambahan kitosan, pembuatan plastik dengan penambahan kitosan, uji kuat tarik dan elongasi menggunakan alat *Pearson Panke Equipment LTD*, uji ketahanan air, uji *biodegradability* dengan metode *soil burial test* dan aplikasi plastik sebagai pembungkus jenang.

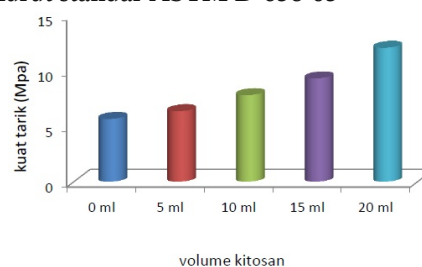
Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang dan Jurusan Teknik Mesin UGM untuk uji kuat tarik meliputi persiapan sampel, preparasi sampel, karakterisasi plastik meliputi uji kuat tarik, uji ketahanan air, dan uji *biodegradability*. Pektin lidah buaya yang dipakai dalam penelitian ini merupakan hasil ekstraksi gel lidah buaya jenis *aloe vera barbandensis*. Pada pembuatan pektin digunakan pelarut HCl 0,05 N dan pektin yang dihasilkan memiliki sifat fisik tidak berwarna. Pembuatan plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya dilakukan dengan menambahkan gliserol sebagai *plasticizer*. Plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya berbentuk lembaran bening, transparan, elastis, memiliki ketebalan 0,07-0,12 mm. Pada pembuatan plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya akan dicari konsentrasi gliserol optimum yang

didasarkan pada uji kuat tarik menggunakan alat ASTM D 638-03 yang dilakukan di Jurusan Teknik Mesin UGM. Hasil uji kuat tarik dari variasi penambahan gliserol yaitu 20% sebesar 5,88 Mpa digunakan untuk dasar pembuatan plastik dengan bahan tambahan yakni kitosan untuk meningkatkan sifat fisik mekaniknya.

Pembuatan plastik dengan penambahan kitosan diperoleh dengan cara menimbang 4 g massa tepung pektin lidah buaya dilarutkan dalam 100 mL aquades lalu dipanaskan pada suhu 70-80°C, kemudian dibuat larutan kitosan 2% yaitu 2 g kitosan dilarutkan dengan penambahan asam asetat 2% dibuat hingga 100 mL. Kemudian larutan tepung pektin dipanaskan dan diatur temperatur yang akan digunakan yaitu sekitar 70-80°C dengan menggunakan *hot plate* kemudian motor pengaduk dihidupkan selama 30 menit sampai larutan tergelatinasi sempurna. Larutan kitosan dengan variasi yang telah ditentukan (tanpa penambahan kitosan, 5, 10, 15 dan 20 mL) dan gliserol optimum ditambahkan ke dalam larutan. Larutan diaduk selama 5 menit sampai homogen. Setelah homogen, kemudian dicetak dan dikeringkan dalam oven pada 60°C selama 24 jam lalu dilepas dari cetakan. Plastik yang telah dilepaskan dari cetakannya siap untuk di uji karakterisasinya meliputi uji kuat tarik dan elongasi, uji ketahanan air, uji *biodegradability*, dan aplikasi plastik sebagai pembungkus jenang.

Proses selanjutnya yaitu uji kuat tarik dan elongasi menggunakan alat uji kuat tarik, dalam uji ini digunakan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari bahan komposit. Pengukuran dengan alat ini meliputi *tensile strength* dan elongasi. Spesimen pengujian tarik dibentuk menurut standar ASTM D 638-03



Gambar 2. Pengaruh penambahan kitosan terhadap kuat tarik

Dari Gambar 2. terlihat bahwa semakin besar konsentrasi kitosan maka nilai kuat tariknya akan semakin besar. Nilai kuat tarik tertinggi pada penambahan kitosan 20 mL sebesar 12,06 Mpa, tetapi menunjukkan hasil yang lain untuk nilai elongasi, semakin tinggi penambahan kitosan nilai elongasinya semakin

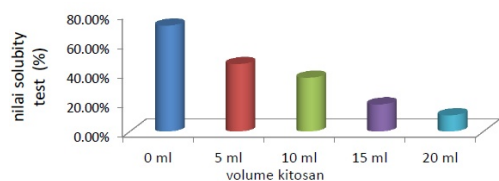
kecil. Dari gambar tersebut nilai elongasi yang paling baik pada bioplastik yang tanpa ditambahkan kitosan yaitu sebesar 11,43%. Hasil ini menunjukkan bahwa kitosan dapat meningkatkan nilai kuat tarik plastik *biodegradable*. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi kitosan maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. Nilai elongasi semakin kecil seiring meningkatnya konsentrasi kitosan, dikarenakan semakin menurunnya jarak ikatan antar intermolekulernya (Sanjaya dan Tyas; 2008). Berikut data perbandingan nilai kuat tarik dan elongasi plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya.

Tabel 1. Perbandingan kuat tarik plastik sintesis dengan plastik *biodegradable*

No.	Sifat Mekanik	*Polipropilen	<i>Biodegradable</i>
1.	Kuat Tarik (Mpa)	24,7- 302	12,06
2.	Elongasi (%)	21-220	11,42

Sumber * SNI (Darni *et al.*, 2009)

Dari Tabel 1. nilai kuat tarik plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya mempunyai nilai kuat tarik dan elongasi yang masih kecil dibandingkan plastik sintesis. Uji ini didasarkan pada metode yang dilakukan oleh Darni, *et al.* (2009) adalah plastik dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm kemudian ditimbang. Potongan plastik dimasukkan kedalam gelas beker yang telah diisi aquades sebanyak 5 mL dan diamkan pada suhu kamar. Diambil potongan plastik setiap menit kemudian dihilangkan air pada permukaan plastik dengan cara di angin-anginkan dan timbang sampai berat konstan.



Gambar 3. Pengaruh penambahan kitosan terhadap nilai ketahanan air

Pada Gambar 3. nilai persentase ketahanan air paling baik pada penambahan kitosan 20 mL yaitu sebesar 11,05% dengan persentase ketahanan air yang kecil. Seiring dengan penambahan kitosan menyebabkan ketahanan air bioplastik akan semakin kecil dikarenakan sifat kitosan yang hidrofobik. Semakin besar volume konsentrasi kitosan, maka nilai persentase ketahanan airnya semakin kecil yang berarti sifat fisik plastik *biodegradable* akan semakin bagus. Kitosan yang ditambahkan akan menurunkan kelembaban plastik karena memiliki

sifat hidrofobik yang mempengaruhi gaya antar molekulnya, kitosan akan menyisip diantara polimer plastik. Kitosan sebagai biopolimer telah memberikan sifat ketahanan air yang baik pada bahan bioplastik. Berikut data perbandingan persentase ketahanan air plastik sintesis dan plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya.

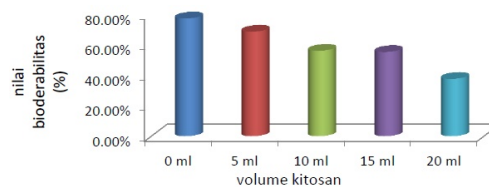
Tabel 2. Perbandingan nilai ketahanan air (*solubility test*) plastik sintesis dengan plastik *biodegradable*

No	Sifat Mekanik	*Polipropilen	<i>Biodegradable</i>
1	Air yang Terserap (%)	0,01	11,02

Sumber * SNI (Darni *et al.*, 2009)

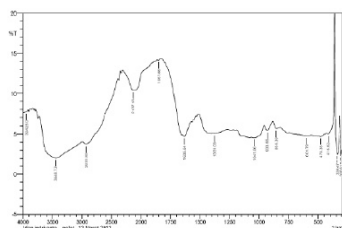
Dari data perbandingan diatas dapat diketahui bahwa persentase ketahanan air plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya dengan penambahan kitosan masih kurang baik dibandingkan dengan plastik sintesis yaitu sebesar 0,01%.

Uji *biodegradability* yang akan dilakukan berdasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Pimpan (2001), potongan plastik dipotong dengan ukuran 5 x 1 cm, kemudian dikeringkan dalam desikator dan ditimbang hingga beratnya konstan. Setelah itu dipendam dalam tanah selama 6 hari. Kemudian sampel dibersihkan dan dikeringkan dalam desikator. Hasil pemendaman selanjutnya ditimbang hingga diperoleh berat yang konstan.



Gambar 4. Pengaruh penambahan kitosan terhadap persentase berat yang hilang

Dari Gambar 4. hasil terbaik uji *biodegradability* terbaik terdapat pada plastik tanpa penambahan kitosan yaitu sebesar 77,28%, tetapi pada penambahan kitosan 10 mL tidak terlalu berpengaruh terhadap penambahan kitosan 15 mL, ini disebabkan oleh faktor eksternal diantaranya penguraian aktifitas mikroorganisme dan kondisi lingkungan (suhu, intensitas cahaya matahari dan kelembaban). Faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas suatu plastik yaitu sifat hidrofobik bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul tersebut (Firdaus dan Anwar; 2004). Plastik dengan penambahan kitosan akan dilakukan pengujian untuk mengetahui karakterisasi gugus fungsi dari plastik dengan menggunakan spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*). Berikut hasil uji gugus fungsi dengan menggunakan FT-IR.



Gambar 5. Analisis gugus fungsi menggunakan FT-IR

Dari Gambar 5. dapat dilihat hasil spektra FT-IR untuk plastik *biodegradable* dengan penambahan kitosan. Gambar 5. menunjukkan daerah serapan O-H karboksil pada rentang $3448,72\text{ cm}^{-1}$, N-H amina sekunder pada daerah serapan $3942,5\text{ cm}^{-1}$, C-H alkana pada daerah serapan $2931,8\text{ cm}^{-1}$ dan terdapat juga gugus fungsi karbonil (C=O) dan ester (C-O). Pada bahan bioplastik yang diuji menggunakan FT-IR gugus yang terkandung dalam bioplastik merupakan gugus organik dan merupakan gugus fungsi yang bersifat polar sehingga bahan bioplastik merupakan bahan yang ramah lingkungan karena bisa terdegradasi oleh alam (tanah).

Plastik *biodegradable* selanjutnya diaplikasikan untuk digunakan sebagai pembungkus jenang. Pada aplikasi *biodegradable* ini dilakukan 3 perlakuan yaitu jenang dibungkus dengan plastik sintetis (1), jenang dibungkus dengan plastik *biodegradable* (2), dan jenang yang tidak dibungkus (3). Pada sampel jenang diamati secara visual (warna) dan organoleptik (bau dan tekstur). Sampel tersebut didiamkan selama 10 hari, setiap 5 hari sampel diamati.

Tabel 3. Hasil pengamatan aplikasi plastik *biodegradable*

No	Formula	Organoleptis	Hari		
			Ke-1	Ke-5	Ke-10
1	Plastik sintetis	Bau	TB	TB	TB
		Warna	CM	CM	CM
		Kondisi	TBJ	TBJ	TBJ
2	Plastik <i>biodegradable</i>	Bau	TB	TB	B
		Warna	CM	CM	CT
		Bentuk	TBJ	TBJ	BJ
3	Tanpa pembungkus	Bau	TB	B	B
		Warna	CM	CT	CT
		Bentuk	TBJ	BJ	BJ

Keterangan:

TB : tidak berbau CM : coklat muda TBJ : tidak berjamur
B : berbau CT : coklat tua BJ : berjamur

Hasil uji organoleptik plastik *biodegradable* sebagai pembungkus jenang terlihat perubahan warna pada jenang kecuali jenang yang dibungkus menggunakan plastik sintetis. Perubahan terjadi dari coklat muda menjadi coklat tua. Jenang yang dibungkus dengan plastik *biodegradable* terjadi perubahan warna dan bau pada hari ke-10 sedangkan jenang yang tidak dibungkus terjadi perubahan warna dan bau lebih cepat dibandingkan dengan jenang yang dibungkus menggunakan plastik *biodegra-*

dable yaitu pada hari ke-5 hal ini dikarenakan plastik *biodegradable* mampu mempertahankan nutrisi pada jenang. Pada jenang yang dibungkus plastik sintesis tidak ditumbuhi jamur. Jenang yang dibungkus menggunakan plastik *biodegradable* ditumbuhi jamur pada hari ke-10 dan jenang yang tidak dibungkus di tumbuhi jamur pada hari ke-5, hal ini dikarenakan plastik *biodegradable* dapat mengurangi tumbuhnya jamur yang menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* dapat bertindak sebagai penahan migrasi uap air, gas, aroma dan sebagainya dari bahan ke lingkungan dan sebaliknya.

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, yaitu kuat tarik plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya dengan variasi gliserol memiliki kuat tarik tertinggi pada penambahan gliserol 20% yaitu sebesar 5,88 Mpa, nilai kuat tarik tertinggi plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya dengan penambahan kitosan pada penambahan kitosan 20 mL yaitu sebesar 12,06 Mpa, nilai elongasi terbaik pada bioplastik tanpa penambahan kitosan yaitu sebesar 11,43%, nilai ketahanan air terbaik plastik *biodegradable* dari pektin lidah buaya pada penambahan kitosan 20 mL yaitu sebesar 11,05%, nilai *biodegradability* terbaik plastik terbaik pada plastik tanpa penambahan kitosan yaitu sebesar 77,28%, berdasarkan uji FT-IR plastik *biodegradable* terdapat gugus fungsi O-H, N-H amina, CH alkan dan CO gugus fungsi tersebut merupakan gugus yang bersifat polar sehingga plastik merupakan bahan yang ramah lingkungan, pada aplikasi plastik *biodegradable* sebagai pembungkus jenang diketahui bahwa jenang yang dibungkus plastik *biodegradable* mempunyai tekstur, bau dan bentuk yang hampir sama dengan jenang yang dibungkus dengan plastik sintetis.

Daftar Pustaka

- Anugrahati, A.N. 2002. *Karakterisasi Edible Film Komposit Tepung pektin Albedo Semangka (Citrus vulgaris Scard) dan Tapioka*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Darni, Y., H. Utami dan S.N. Asriah. 2009. *Peningkatan Hidrofobitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut (Euchema spinosum)*. Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Lampung: Universitas Lampung
- Firdaus, F. dan C. Anwar. 2004. Potensi Limbah Padat-cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik *Biodegradable*. *Jurnal Logika*. 1 (2): 38-44

- Nurtiyani, E. 1998. *Budidaya Tanaman Lidah Buaya (Aloe vera Linn)*. Depok: Universitas Indonesia
- Pimpan, V., K. Ratanarat, and M. Pongchawanakul. 2001. Preliminary Study on Preparation of Biodegradable Plastic from Modified Cassava Starch. *Journal Science*. 26 (2). Chulalongkom University
- Sanjaya, I.G. & P. Tyas. 2008. Pengaruh Penambahan Kitosan dan *Plasticizer* Gliserol pada Karakteristik Plastik *Biodegradable* dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Penelitian*. Hal. 2-3
- Satria, B. & Y. Ahda. 2008. Pengolahan Limbah Kulit Pisang menjadi Tepung pektin dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Sains*. Hal.1-2
- Yohana, S., Dewi, S. & R.B. Lestari. 2008. Teknolgi Produksi *Biodegradable* dari *Aloe vera* dan Aplikasinya sebagai Pengemasan Ramah Lingkungan pada Buah Duku. *Jurnal Penelitian*.10 (2): 8-12