



Karakterisasi dan Sifat Biodegradasi Edible Film dari Pati Kulit Pisang Nangka (*Musa Paradisiaca L.*) dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol

Zakiah Darajat Nurfajrin¹, Gde Sumawisesa Mahendrajaya¹
Sri Sukadarti¹ dan Endang Sulistyowati¹,

¹Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta dan alamatnya
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta 55283

*E-mail: gmahendrajaya@yahoo.com
zakiahdarajat.zd@gmail.com

Abstract

Banana peel is an unused material from the rest of food production that made from banana, have no selling value, and easy to get. A lot content of starch that found in a banana peel can be used as raw material for making edible film which is interesting solutions as a innovative food wrapper. Starch from banana peel were chosen because they can be degraded well, and eatable. Edible films prepared by dissolving starch 10 g in 100 ml of aquadest at a temperature of 65 °C to 70 °C then stirred 1 hour. Chitosan variables are 0,5gr, 1 gr, 2 gr, 2,25gr, and 2,5gr. And glycerol variables are 2ml, 4ml, 5ml, and 6ml. The analysis includes tensile strength and percent elongation. Then continued with the biodegradable analysis for 40 days. Good composition for this edible film are 10 gr starch, 100 ml acetic acid 1%, 2 gr chitosan, and 5 ml glycerol with the result of tensile strength is 43.3953 kg/cm² and 14 % for percent elongation. Edible film could degraded well at day 28 with the rate of CO₂ production 178.2 mg /day. So this edible film proved more eco friendly than synthetic plastic.

Keywords: Edible Film, Chitosan, Glycerol, Biodegradable, Banana Peel Starch

Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat pada penggunaan plastik semakin besar, seperti kebutuhan kemasan produk pangan, peralatan rumah tangga, dan lain sebagainya. Namun ketergantungan masyarakat terhadap plastik dapat menyebabkan bahaya lingkungan yang sangat serius khususnya dalam meningkatkan efek *global warming*. Kulit pisang merupakan bahan yang tidak terpakai dari sisa produksi makanan yang berbahan dasar pisang, tidak memiliki nilai jual, dan mudah di dapat. Kandungan pati sebesar 18.50% dari 100 gr beratnya yang terdapat dalam kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku utama pada pembuatan *edible film*.

Edible film merupakan lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, serta 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 kualitas makanan (Krochta dan Johnston, 1997). Produk *edible film* yang dibuat tanpa adanya penambahan biopolymer akan bersifat rapuh dan mempunyai kualitas yang buruk, maka dari itu dalam pembuatan edible film dapat di tambahkan kitosan dan plasticizer gliserol.

Gliserol merupakan senyawa alkohol yang memiliki 3 gugus hidroksil, senyawa golongan alkohol polihidrat dengan tiga buah gugus hidroksil dalam satu molekul (alkohol trivalent). Gliserol memiliki nama baku 1,2,3-propanatriol dengan rumus kimia C₃H₈O₃. Senyawa ini berwujud cair, tidak berwarna. Gliserol efektif digunakan sebagai *plasticizer* karena kemampuannya untuk mengurangi ikatan hidrogen *internal*, dilain pihak dapat meningkatkan jarak intermolekuler (Nurdiana, 2002). Penambahan komponen ini diperlukan untuk mengatasi sifat rapuh film yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstensif (Kristanoko, 1996). Umumnya bahan pemlastis diperlukan dalam *edible film* dari polisakarida dan protein.

Kitosan merupakan produk biologis yang bersifat kationik, nontoksik, *biodegradable*, dan biokompatibel. Kitosan mempunyai sifat kuat tarik yang tinggi, mudah memanjang, fleksibel, tidak mudah disobek. Sifat biologi kitosan yang menguntungkan yaitu alami, (*biodegradable*) mudah diuraikan oleh mikroba, biokompatibel artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai akibat samping, dan tidak beracun.

Edible film mempunyai sifat dasar yaitu dapat terbiodegradasi oleh alam dengan cepat. Dimana sifat biodegradasi merupakan penyederhanaan sebagian atau pengancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh



reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme. Plastik yang terdegradasi oleh alam berarti bahwa plastik tersebut mengalami fragmentasi, yakni kehilangan kandungan kimianya akibat aktivitas mikroorganisme. Hal ini dapat diindikasikan dengan bertambahnya laju produksi CO₂ yang dihasilkan oleh mikroorganisme tersebut. Proses biodegradasi yang menyebabkan efek biofisik terjadi apabila ada kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai optimum dan mempelajari karakteristik (kekuatan tarik dan persen perpanjangan) serta sifat biodegradasi *edible film* dari pati kulit pisang dengan penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol, dengan variasi berat airkitosan dan volume gliserol.

Metodologi

Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit pisang nangka dengan kadar air 85,86 % dan kadar pati 13,23%, dengan kitosan dan gliserol sebagai bahan tambahan untuk memperbaiki sifat kuat tarik dan elongasi pada *edible film*. Selain itu digunakan asam asetat 1% sebagai pelarut kitosan, Bakteri EM-4 (bakteri *fotosintesis*, *lactobasilius sp*, *yeast*, *actinomycetes*) untuk analisa biodegradasi *edible film*, NaOH teknis 0,1 N, indikator fenol phtalein (PP), indicator metil jingga.

Pembuatan Pati Kulit Pisang

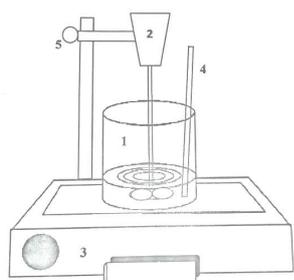
Kulit pisang dicuci, di potong-potong kecil dan dihancurkan. Kulit pisang yang telah di hancurkan di analisa komposisi kulit pisang nangka. Setelah itu di tambahkan air, disaring, dan diperas menggunakan kain penyaring kedalam wadah hingga ampas nya tidak mengeluarkan air perasan lagi. Filtrat yang dihasilkan kemudian didekantasi (diendapkan) selama 24-48 jam hingga pati mengendap sempurna. Cairan supernatan dibuang dan endapannya dicuci berulang-ulang dengan air hingga diperoleh endapan pati yang lebih jernih. Kemudian endapan pati dikeringkan menggunakan oven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam hingga kering. Endapan serbuk pati yang sudah kering kemudian di haluskan dan dianalisa kadar pati kuantitatif dan kadar air.

Pembuatan Edible film

Metode yang digunakan dalam pembuatan *edible film* ini berdasarkan penellitian Buttler *et al.* (1996). Pembuatan *edible film* dilakukan dengan dua cara, melarutkan kitosan terlebih dahulu ke dalam asam asetat 1%. Kitosan dapat larut sempurna dalam asam asetat 1% dengan pengadukan selama kurang lebih 30 menit dengan menggunakan stirrer. Larutan yang diperoleh berwarna putih bening dan terdapat gelembung-gelembung udara yang terbentuk akibat pengadukan. Setelah kitosan larut ditambahkan pati kulit pisang yang telah di larutkan dengan menggunakan asam asetat pada suhu 60°C - 65°C . Hal ini disebabkan pati kulit pisang dapat tergelatinasi pada suhu 52°C - 64°C . Campuran pati dan kitosan tersebut kemudian ditambahkan dengan gliserol. Setelah semua bahan tercampur, dilakukan pengadukan selama 1 jam agar diperoleh larutan yang homogen.

Sebelum campuran *edible film* ini dicetak di atas plat kaca. Larutan tersebut harus didiamkan selam 24 jam agar gelembung-gelembung udara yang terdapat didalamnya dapat hilang. Jika gelembung-gelembung udara tersebut tidak dihilangkan maka lapisan yang erbentuk akan mudah terdeformasi (rusak) karena terdapat *pinhole* di dalam lapisan. Proses pencetakan larutan *edible film* dilakukan dengan cara menuang larutan *edible film* diatas plat kaca yang kedua sisinya diberi selotip. Larutan *edible film* kemudian didorong dengan silinder stainless steel. Pada setiap cetakan, volume larutan *edible film* yang dituangkan sebanyak 100 ml. Setelah itu *edible film* dibiarkan kering selama 2 hari dengan udara bebas, sebelum masuk kedalam oven pada suhu 40°C .

Edible film yang terbentuk kemudian dilepaskan dari cetakan secara perlahan-lahan agar film tidak rusak. Untuk mempertahankan keadaan, film disimpan dalam aluminium foil dan kemudian dilakukan uji karakteristik maupun uji biodegradasi. Pada proses pembuatan *edible film* dilakukan variasi komposisi bahan pembuatan *edible film* diantaranya Gliserol (2 ml; 4 ml; 5 ml; 6 ml) dan berat kitosan (0,5; 1; 2; 2,25; 2,5) (gram). Setelah itu *edible film* yang telah jadi dianalisa kuat tarik dan elongasi menggunakan metode Kuat Tarik dan Persen Perpanjangan (%E) (ASTM D-638, 1991), selain itu dianalisa juga uji biodegradasi *edible film* dengan metode respirometri menggunakan bakteri EM-4.



Keterangan gambar :

1. Beaker glass
2. Stirrer
3. Kompur
4. Termometer
5. Statif

Gambar 1. Rangkaian Alat Pembuatan *Edible film*

Hasil dan Pembahasan

Pada awal percobaan, pati dibuat dengan cara menggiling kulit pisang dan menambahkan air. Kemudian disaring untuk diambil filtratnya dan diendapkan. Endapan yang diperoleh kemudian dikeringkan dan didapatkan pati dengan kadar 78,77% dan kadar air 9,77%

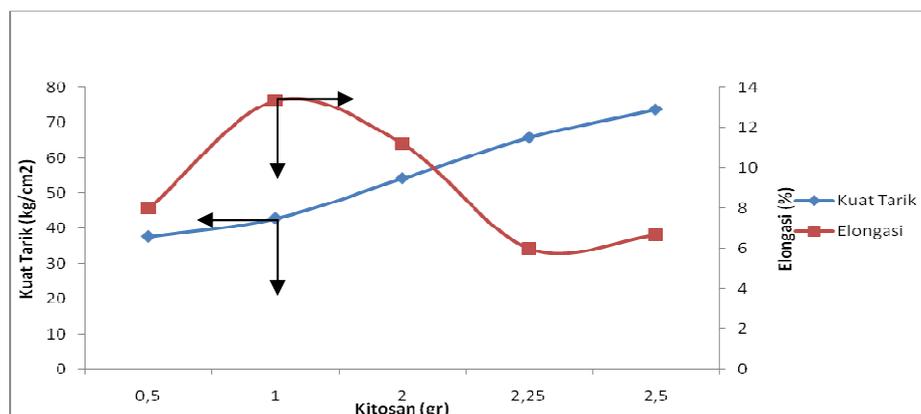
Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Kuat Tarik dan Persen Perpanjangan *Edible film*

Pada percobaan dilaksanakan dengan kondisi sebagai berikut:

Berat pati kulit pisang	= 10 g
Volume Asam Asetat	= 100 ml
Konsentrasi Asam Asetat	= 1%
Volume Gliserol	= 3 ml
Temperatur	= 65°C

Tabel 1. Hubungan Berat Kitosan Terhadap Kuat Tarik dan Persen Perpanjangan Putus *Edible film*

Kitosan (gr)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Elongasi (%)
0.5	37.630	8
1	42.830	13.33
2	54.140	11.2
2.25	65.700	6
2.5	73.640	6.7



Gambar 2. Hubungan Berat Kitosan Terhadap Kuat Tarik dan Persen Perpanjangan Putus *Edible film*

Dari tabel 1 dan gambar 2 dapat dilihat bahwa pada penambahan kitosan 0,5 – 1 gr film mengalami kenaikan kuat tarik dan elongasi. Hal ini disebabkan karena penambahan kitosan yang kecil dapat memperbaiki sifat kuat tarik dan elongasinya. Namun pada penambahan kitosan lebih besar dari 1 gr terlihat persen elongasi mulai mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena semakin rapatnya film atau paduan sehingga elastisitasnya menurun. Sedangkan pengaruh penambahan kitosan yang semakin besar menyebabkan kuat tarik juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena penambahan kitosan meningkatkan kerapatan paduan, sehingga keteraturan struktur polimer yang dihasilkan semakin meningkat dan sulit untuk diputus.

Persen elongasi semakin menurun apabila berat kitosan yang ditambahkan semakin besar. Pada umumnya keberadaan kitosan dalam proporsi yang lebih besar akan membuat nilai persen perpanjangan putus suatu film menjadi menurun. Kuat tarik merupakan kebalikan dari persen perpanjangan putus, karena akan semakin meningkat seiring meningkatnya aditif kitosan dalam film. Kuat tarik yang meningkat berarti fleksibilitas film menurun. Kuat tarik merupakan ukuran dasar dari kekakuan sebuah film.

Kitosan memberikan efek terhadap kuat tarik. Kuat tarik akan bertambah seiring bertambahnya berat kitosan yang ditambahkan. Peningkatan ini disebabkan karena kitosan memiliki fungsi sebagai pengental. Kitosan memiliki gugus fungsi amin, gugus hidroksil primer dan sekunder, dengan adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifan kimia yang tinggi karena dapat membentuk ikatan hidrogen, sehingga dapat membentuk film dan membran dengan baik (Dallan et al., 2006).

Jika dilihat dari sifat kuat tarik dan perpanjangan putus, titik optimalnya penambahan kitosan adalah 2 gr. Tetapi dari hasil *edible film* pada perbandingan tersebut memiliki hasil yang kurang elastis, sehingga akan lebih baik jika diambil penambahan kitosan sebesar 1 gr dengan persen perpanjangan putus 13,33% dan kuat tarik sebesar 42,830 kg/cm². Hal ini bisa dibandingkan dengan plastik sintesis yang mempunyai kuat tarik sebesar 0,86 kg/cm² dan persen perpanjangan putus 79,68%. Dari gambar 6, diambil titik optimal pada penambahan berat kitosan 2 gr

sebagai komposisi dasar pada variabel selanjutnya. Untuk menambah nilai perpanjangan putus dengan menambah gliserol.

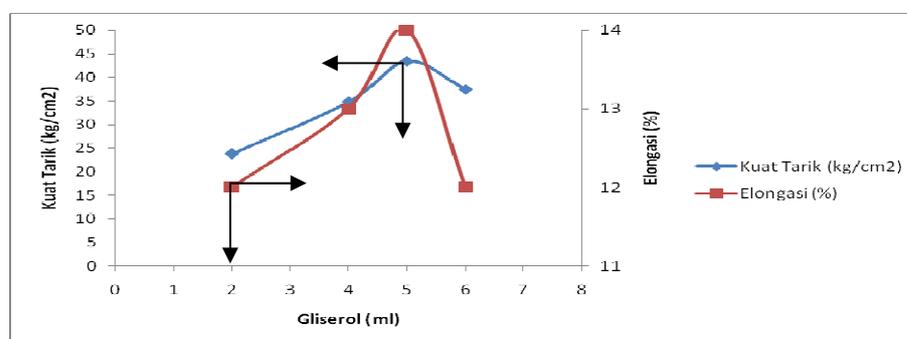
Pengaruh Volume Gliserol Terhadap Kuat Tarik dan Persen Perpanjangan Putus *Edible film*

Pada percobaan dilaksanakan dengan kondisi sebagai berikut :

Berat pati kulit pisang	= 10 g
Berat Kitosan	= 2 g (kondisi optimum dari percobaan 1)
Volume Asam Asetat	= 100 ml
Konsentrasi Asam Asetat	= 1%
Temperatur	= 65°C

Tabel 2. Hubungan Konsentrasi Gliserol Terhadap Kuat Tarik dan Persen Perpanjangan *Edible film*

Gliserol (ml)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Elongasi (%)
2	23.78	12
4	34.78	13
5	43.40	14
6	37.45	12



Gambar 3. Hubungan Konsentrasi Gliserol Terhadap Kuat Tarik dan Persen Perpanjangan *Edible film*

Dari tabel 2 dan gambar 3 dapat dilihat pada penambahan volume gliserol 2 – 5 ml, kuat tarik dan persen elongasi semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena penambahan gliserol menyebabkan molekul-molekul kitosan dan pati terdispersi semakin baik. Nilai perpanjangan putus yang optimal pada penambahan gliserol 5 ml sebesar 14%. Nilai tersebut lebih besar dari *edible film* dengan perbandingan kitosan 2 gr dan gliserol 3 ml sebesar 11,2 %. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan gliserol dapat memperbaiki perpanjangan putus *edible film*. Namun setelah mencapai titik optimal penambahan gliserol di atas 5 ml, film sudah melewati titik jenuh sehingga interaksi molekul kitosan dan pati sudah tidak dipengaruhi oleh penambahan gliserol. Tetapi penambahan gliserol menyebabkan struktur edibel film menjadi lembek dan mudah sobek sehingga persen elongasi dan kuat tariknya semakin menurun.

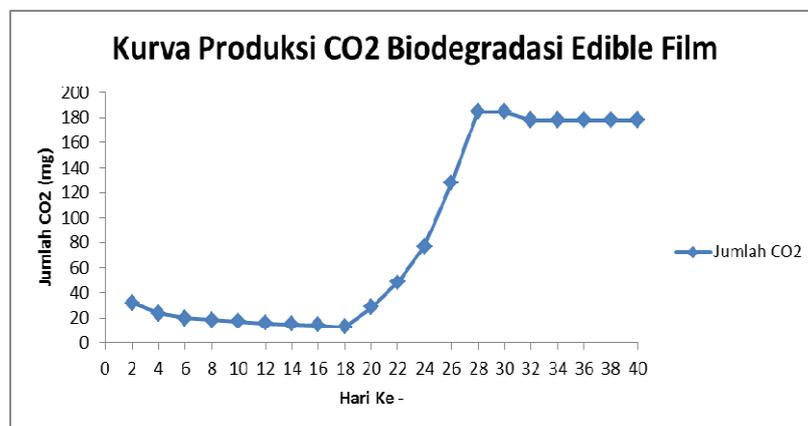
Dari tabel 2 dan gambar 3 dapat dilihat bahwa kuat tarik akan semakin meningkat apabila volume gliserol bertambah. Nilai kuat tarik optimal dapat dilihat pada penambahan gliserol sebesar 5 ml sebesar 43,40 kg/cm². Penambahan gliserol dapat mengatasi sifat rapuh film yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstentif sehingga menghasilkan film yang lebih fleksibel, lebih kuat, dan tidak mudah dipecah.

Komposisi ideal pada pembuatan edibel film dari pati kulit pisang dengan perbandingan berat kitosan 2 gr dan volume gliserol 5 ml. Nilai kuat tarik edibel film ideal sebesar 43,40 kg/cm² dan persen perpanjangan putus sebesar 14%.

Uji Biodegradasi

Tabel 3. Rekapitulasi pengukuran produksi CO₂ Kitosan 2 gr + Gliserol 5 ml (Kondisi Optimal)

Pengamatan hari ke-	Laju Produksi CO ₂
2	31.9
4	23.76
6	20.02
8	18.48
10	17.38
12	15.84
14	14.96
16	14.3
18	12.54
20	28.6
22	48.4
24	77
26	127.6
28	184.8
30	184.8
32	178.2
34	178.2
36	178.2
38	178.2
40	178.2



Gambar 4. Kurva Produksi CO₂ Biodegradasi Edible film

Dari tabel 3 dan gambar 4 dapat dilihat gambaran pertumbuhan bakteri, semakin besar produksi CO₂, maka bakteri yang hidup semakin banyak sehingga *edible film* semakin terdegradasi. Pada hari ke 0-18 merupakan fase adaptasi dimana bakteri tersebut diinokulasikan pada biakan murni sehingga bakteri tersebut masih menyesuaikan diri, maka dari itu laju CO₂ menjadi konstan. Setelah itu merupakan fase logaritma dimana populasi bakteri sudah beradaptasi dan berkembang biak secara cepat menjadi dua kali lipat pada interval waktu pada hari ke 18-28. Kemudian pada hari ke 28-40 hari merupakan fase *stationary* dimana pada fase ini bakteri kehabisan nutrisi dan beberapa sel mati sedangkan yang lain tumbuh membelah jadi jumlah sel hidup menjadi tetap.

Edible film berbahan dasar pati kulit pisang dengan penambahan kitosan dan gliserol ini terbukti ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik sintetis yang baru terdegradasi selama 50 tahun. Hal ini dibuktikan dari tabel 8 dan grafik 8 bahwa film dapat terdegradasi dengan baik mulai hari ke 18. Hal ini dikarenakan penambahan kitosan dan gliserol memiliki sifat biologi yang menguntungkan yaitu alami, (*biodegradable*) mudah diuraikan oleh



mikroba, *biokompatibel* artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai akibat samping, tidak beracun, dan kemampuannya sebagai bahan pengawet yang anti mikroba, yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroba perusak makanan.

Karakteristik *Edible Film* yang Dihasilkan

Pada penelitian ini, dipergunakan plastik sintesis pembungkus makanan dan buah jenis *wrapping (stretch film)* sebagai pembanding. Pada percobaan analisa uji mekanik plastik *wrapping* dengan kondisi sebagai berikut:

Kuat tarik = 0.86 kg/cm²

Persen Perpanjangan = 79.68 %

Sedangkan pada *edible film* yang dihasilkan dengan variabel :

- a. penambahan kitosan dengan titik optimum 2 gr kitosan

Kuat tarik = 54.140 kg/cm²

Persen perpanjangan = 11.2 %

- b. penambahan gliserol dengan titik optimum 5 ml gliserol

kuat tarik = 43.40 kg/cm²

Persen perpanjangan = 14 %

Karena belum adanya SNI untuk *edible film*, maka peneliti membandingkan dengan plastik *wrapping*. Dapat dilihat *edible film* yang dihasilkan belum memenuhi standart bila dibandingkan dengan plastik *wrapping, edible film* yang hasilkan cenderung kaku dan kurang fleksibel. Hal ini dapat disebabkan karena *edible film* yang dihasilkan mempunyai kuat tarik yang relative tinggi dengan persen perpanjangan yang rendah. Warna *edible film* yang dihasilkan adalah cokelat, hal ini dikarenakan pati kulit pisang sebagai bahan baku berwarna cokelat. Pada kulit pisang terdapat reaksi *browning* dan mudah teroksidasi, hal ini yang menyebabkan pati kulit pisang berwarna cokelat.

Kesimpulan

1. Dapat disimpulkan sebagai berikut:
 - a. Penambahan kitosan akan meningkatkan kuat tarik *edible film* tetapi akan menurunkan elongasi.
 - b. Penambahan gliserol sampai batas tertentu akan meningkatkan elongasi dan memperbaiki karakteristik film
2. Komposisi relative baik untuk sifat *edible film* yang dihasilkan adalah pati 10 gr, asam asetat 1% 100 ml, kitosan 2 gr, dan gliserol 5 ml dengan kuat tarik sebesar 43.40 kg/cm² dan persen elongasi nya sebesar 14%.
3. *Edible film* terbukti ramah lingkungan dan dapat terdegradasi dengan baik mulai hari ke 18.
4. Warna pati yang didapat dari kulit pisang berwarna cokelat. Hal ini mengakibatkan warna dari *edible film* yang dihasilkan juga berwarna cokelat.

Daftar Pustaka

- Andrady, A. L. 2000. Assesment of Biodegradability in Organic Polymers. *Dalam* Hamid, S. H. (ed). Handbook of Polymer Degradation. New York. Marcel Dekker, inc
- ASTM. 1991. Annual book of ASTM standards. Volume ke-8. Philadelphia: American Society for Testing and Material.
- Butler BL, Vernago PJ, Testin RF, Bunn JM, Wiles JL. 1996. Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and storage. *Journal of Food Science* Vol 61(5): 953-955.
- Dallan, P. R. M., Moreira, P. da Luz., Petinari, L., Malmonge, S. M., Beppu, M. M., Genari, S. C. and Moraes, A. M. (2006). Effects of Chitosan Solution Concentration and Incorporation of Chitin and Glycerol on Dense Chitosan Membrane Properties. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*: 394-405.
- Krochta, J.M. and Johnston, C. D.M. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Films *J. Food Technol.* 51 (2). 61.
- Nurdiana Dani. 2002. Karakteristik Fisik *Edible film* Dari Kitosan dengan Sorbitol Sebagai *Plasticizer*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Kristianoko, Heru 1996. "Pengaruh Penambahan Carboxymethyle Celulose dan Sorbitol Terhadap Karakteristik *Edible film* dari Ekstraksi Protein Bungkil Kedelai". Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Zubaidi Achmad (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

Notulen : Putri Restu D. (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Dwi Suheryanto (Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta)
Pertanyaan :
 - Bagian mana dari kulit pisang yang digunakan?
 - Berapa batasan minimal penambahan gliserol?
 - Apakah aman untuk dikonsumsi?
 - Berapa masa tepung yang dihasilkan dari kulit pisang?Jawaban :
 - Endapan dari filtrat kulit pisang yang dapat dipakai (dari bagian luar dan dalam kulit pisang).
 - penambahan gliserol >5ml akan merusak kuat tarik dan juga daya elongasinya menurun. Selain itu gliserol berfungsi sebagai bahan pemlastis, mengikat protein dan amilopektin dengan baik, menyeimbangkan pH dan juga merupakan plasticizer berbahan organik.
 - Kitosan juga bermanfaat sebagai antibakteri sehingga kitosan aman untuk dimakan.
 - Dari penelitian 1 karung kulit pisang dapat dihasilkan pati kulit pisang 250 gram.

2. Penanya : Hendro (Kementrian Perindustrian)
Pertanyaan : Gliserol dan asam asetat jenis apakah yang digunakan?
Jawaban : Asam asetat dan gliserol yang dipakai termasuk *food grade* dengan konsentrasi 1% sehingga aman untuk dikonsumsi.

