



## Sintesis dan Karakteristik Bioplastik dari Tepung Sorghum – Tepung Kanji dengan Penambahan Kitosan dan *Plasticizer* Gliserol

Cristya Anggie Rosally, Wulan Sari, dan Titik Mahargiani\*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur Yogyakarta 55283

\*E-mail: [mahargiani@upnyk.com](mailto:mahargiani@upnyk.com)

### Abstract

*Sorghum is an Indonesia agricultural product which is still rarely used by Indonesia citizen. A lot content of starch that found in a sorghum can be used as raw material for making biodegradable plastic which is interesting solutions as a innovative food wrapper. Starch from sorghum were chosen because they can be degraded well, and eatable. Biodegradable plastic prepared by dissolving sorghum starch and tapioca starch with total starch ratio 10g in 100 ml of aquadest at a temperature of 60°C to 70°C then stirred for 20 minutes. Sorghum starch and tapioca starch ratios are 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3. Chitosan variables are 0,5g, 1g, 2g, 2,5g, and 3g, and sorbitol variables are 3ml, 4ml, 5ml, 6ml, and 7ml. The analysis includes tensile strength and percent elongation. Then continued with the biodegradable analysis for 14 days. Good composition for this biodegradable plastic are 10 g starch with sorghum starch and tapioca starch ratio at 5:5, 100 ml acetic acid 1%, , 1,5g chitosan, and 4ml sorbitol with the result of tensile strength is 2,2812 MPa and 43,95 % for percent elongation. Biodegradable plastic could degraded well at day 10. So this biodegradable plastic proved more eco friendly than synthetic plastic.*

**Keywords :** *biodegradable, chitosan, sorbitol, tapioca, sorghum.*

### Pendahuluan

Produk plastik yang banyak digunakan masyarakat saat ini merupakan jenis plastik yang tidak dapat terdegradasi, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dan mengancam ekosistem. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah plastik yaitu dengan pembuatan plastik yang mudah didegradasi (bioplastik). Bioplastik adalah polimer plastik yang tersusun atas monomer organik yang terdapat pada pati, selulosa, protein dan mikroorganisme. Plastik *biodegradable* dapat digunakan layaknya plastik konvensional biasa namun akan hancur oleh aktivitas mikroorganisme dan menghasilkan air dan senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan ketika dibuang ke lingkungan (Rinaldo, 2014). Jenis plastik ini dapat diproduksi dengan menggunakan bahan baku organik yang mudah didegradasi, salah satu diantaranya adalah tanaman sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Pembentukan plastik *biodegradable* dengan bahan dasar pati (*starch*) menggunakan prinsip gelatinisasi. Pati dilarutkan dengan sejumlah air dan kemudian dipanaskan dengan temperatur tertentu sehingga menguapkan kandungan air dan meninggalkan lapisan *film* yang bersifat kaku dan stabil. *Film* adalah lembaran tipis yang fleksibel dan tidak mengandung bahan metalik dengan ketebalan 0,01 inci sampai 250 mikron (Wiwik Pudjiastuti, 2012). Tetapi plastik *biodegradable* berbahan dasar pati memiliki kelemahan antara lain tidak tahan terhadap panas, sifat mekanis yang rendah, tidak tahan terhadap mikroorganisme dan air. Untuk meningkatkan sifat mekanis plastik *biodegradable* ditambahkan zat aditif antara lain kitosan dan sorbitol. (Murni dkk., 2013) .

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.

Sorbitol adalah senyawa monosakarida polyhidrik alkohol. Nama kimia lain dari sorbitol adalah hexitol atau glusitol dengan rumus kimia  $C_6H_{14}O_6$  digunakan sebagai agen pengontrol kelembaban sedangkan untuk fungsi spesifiknya sebagai *plasticizer*. Sorbitol merupakan suatu poliol (alkohol gula) bahan pemanis yang ditemukan dalam berbagai produk makanan, kemanisan sorbitol sekitar 60% dari kemanisan sukrosa (gula tebu) dengan ukuran kalori sekitar sepertiganya. Lebih lanjut dikemukakan bahwa sorbitol bersifat nonkarsinogenik (tidak menyebabkan kanker) dan dapat berguna bagi orang-orang penderita diabetes, secara kimiawi sorbitol sangat reaktif dan stabil. Sorbitol



dapat berada pada suhu tinggi dan tidak mengalami reaksi *Maillard* (pencoklatan). (Suseno dkk., 2008). Sifat-sifat plastik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan pada Tabel 1 berikut :

**Tabel 1.** Karakteristik Plastik Sesuai dengan SNI

Karakteristik	Nilai
Kuat Tarik	24,7 – 302 Mpa
Elongasi	21 – 220 %
Hidrofobisitas	99 %

Pada pembuatan plastik *biodegradable* terdapat beberapa faktor yang akan mempengaruhi, yaitu temperatur, berat tepung, kitosan dan *plasticizer*. Pada penelitian ini menggunakan variabel perbandingan berat campuran tepung sorgum dan kanji, berat kitosan dan volume *plasticizer*, dimana hal ini nantinya akan mempengaruhi sifat mekanik, sifat fisik, dan *hidrofobisitas* plastik *biodegradable*. Penambahan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas bioplastik, sedangkan penambahan kitosan akan meningkatkan kuat tarik dan ketahanan bioplastik terhadap air (*hidrofobisitas*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum sifat mekanik bioplastik dengan variasi berat campuran tepung sorgum dan kanji, berat kitosan dan volume *plasticizer*.

## Metode Penelitian

### Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung sorgum dengan kadar air 9,4806 % dan kadar pati 58,9994 %, dengan kitosan dan sorbitol sebagai bahan tambahan untuk memperbaiki sifat kuat tarik dan elongasi pada bioplastik. Untuk melarutkan kitosan digunakan asam asetat 1%. Alat yang digunakan adalah gelas beker, motor pengaduk, batang pengaduk, termometer, statif, dan kompor listrik.

### Pembuatan Bioplastik

Langkah pertama yaitu 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 kekuningan dan terdapat gelembung-gelembung udara yang terbentuk akibat pengadukan. Langkah kedua yaitu melakukan gelatinasi tepung sorgum dan kanji dalam aquades dengan pengadukan selama 20 menit dengan suhu 60-70°C karena tepung sorgum dan kanji dapat tergelatinasi pada rentang suhu tersebut. Selanjutnya campurkan larutan kitosan dan larutan tepung, kemudian aduk kembali pada suhu 60°C-65°C selama 20 menit.. Campuran tersebut kemudian ditambahkan dengan sorbitol. Setelah semua bahan tercampur, dilakukan pengadukan selama 1 jam agar diperoleh larutan yang homogen. Sebelum campuran bioplastik ini dicetak di atas plat kaca. Larutan tersebut harus didiamkan selama 24 jam agar gelembung-gelembung udara yang terdapat didalamnya dapat hilang. Jika gelembung-gelembung udara tersebut tidak dihilangkan maka lapisan yang terbentuk akan mudah terdeformasi (rusak) karena terdapat *pinhole* di dalam lapisan. Proses pencetakan larutan bioplastik dilakukan dengan cara menuang larutan bioplastik diatas plat kaca yang keempat sisinya diberi selotip. Larutan bioplastik kemudian didorong dengan silinder *stainless steel*. Setelah itu bioplastik dibiarkan kering selama 1 hari dengan udara bebas, sebelum masuk kedalam oven pada suhu 60°C. Bioplastik 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. Setelah itu bioplastik yang telah jadi diuji kuat tarik dan elongasi menggunakan alat *Universal Testing Machine*, dan uji biodegradasi.

## Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh Perbandingan Tepung Sorgum dan Kanji Terhadap Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik

Pada percobaan dilaksanakan dengan kondisi sebagai berikut:

Berat total tepung	= 10 g
Volume Asam Asetat	= 100 ml
Konsentrasi Asam Asetat	= 1%
Volume Sorbitol	= 5 ml
Berat Kitosan	= 2 g

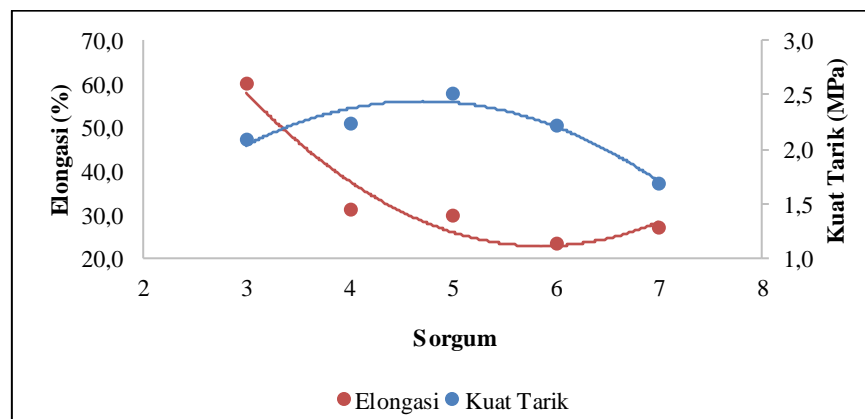
Penambahan tepung sorgum dan tepung kanji dengan perbandingan tertentu akan mempengaruhi sifat mekanik dari bioplastik yang nantinya akan terbentuk. Pati kanji pada percobaan ini digunakan sebagai sol kanji, dimana sol kanji berfungsi untuk mengikat air dan menambah kekentalan dari pati sorgum yang masih encer dalam percobaan yang dilakukan. Gel kental yang terbentuk pada proses gelatinasi disebabkan karena kandungan amilopektin pada sol kanji yang dapat memperkuat plastik. Selain amilopektin kandungan lain dari sol kanji adalah amilosa, walaupun

kandungannya tidak sebanyak amilopektin namun amilosa berfungsi untuk membentuk permukaan yang teratur dan meningkatkan elastisitas.

Sol kanji yang ditambahkan akan mempengaruhi sifat mekanik berupa elongasi, dimana semakin banyak solkanji yang ditambahkan maka nilai elongasinya akan semakin tinggi. Sedangkan pada nilai kuat tariknya dia akan berbanding terbalik dengan elongasinya, dimana semakin besar elongasi maka semakin kecil nilai kuat tariknya. Pada percobaan yang dilakukan bahwa hubungan antara kuat tarik dan elongasi sudah sesuai teori, namun pada hasil kuat tarik dan elongasi pada sorgum 4 gram : 6 gram solkanji serta sorgum 5 gram : 5 gram solkanji hasil yang didapat lebih besar dibandingkan sorgum 3 gram : 7 gram solkanji. Hal ini dapat disebabkan karena adanya gelembung udara yang belum sepenuhnya hilang, kurang halusanya tepung sorgum sehingga menyebabkan permukaan bioplastik yang terbentuk tidak rata sehingga kuat tariknya menjadi lebih kecil dan proses gelatinasi yang belum sempurna serta kurang homogenya campuran.

**Tabel 2.** Hubungan Variasi Tepung Terhadap Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik

Kanji : Sorgum (gram)	Elongasi (%)	Kuat Tarik (MPa)
3 : 7	27,1	2,08
4 : 6	23,7	2,24
5 : 5	29,9	2,5
6 : 4	31,5	2,2
7 : 3	60,2	1,6



**Gambar 1.** Hubungan variasi tepung terhadap kuat tarik dan persen elongasi bioplastik

### Pengaruh Berat Kitosan Terhadap Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik

Pada percobaan dilaksanakan dengan kondisi sebagai berikut:

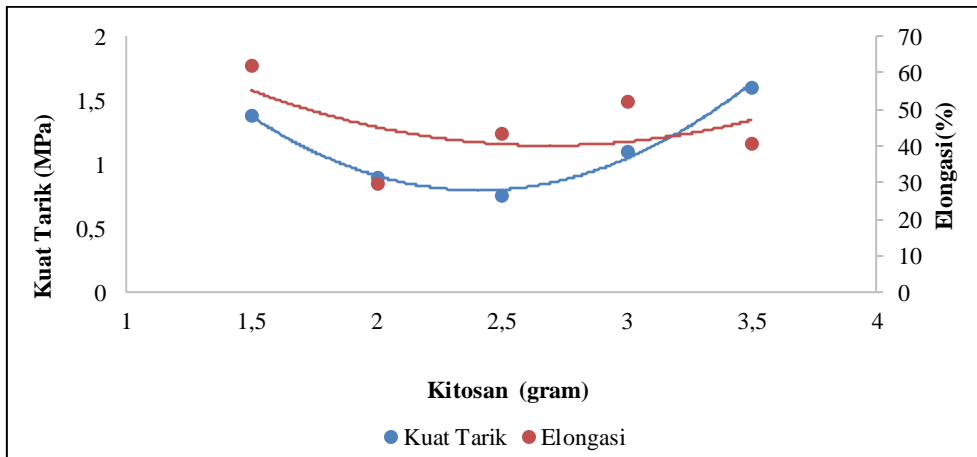
- Berat total tepung = 10 g (5:5)
- Volume Asam Asetat = 100 ml
- Konsentrasi Asam Asetat = 1%
- Volume Sorbitol = 5 ml

Kitosan merupakan biopolimer yang memiliki zat antimikroba sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengawet. Penambahan kitosan pada bioplastik diharapkan mampu menghasilkan bioplastik yang tahan lama dan membuat bioplastik tahan air. Kitosan akan mempengaruhi sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan, dimana semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka nilai kuat tarik akan meningkat. Berbanding terbalik dengan nilai elongasi, semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka nilai elongasi akan menurun. Penambahan kitosan menyebabkan terbentuknya interaksi antara pati dan kitosan dalam bentuk ikatan hidrogen yang menyebabkan nilai kuat tarik akan semakin meningkat, membuat struktur bioplastik menjadi padat sehingga plastik menjadi kaku dan tidak elastis.

Semakin besar ikatan hidrogen yang terjadi membuat ikatan kimianya semakin kuat dan susah untuk diputus, peningkatan akan terus terjadi hingga tidak ada pembentukan ikatan hidrogen serta penambahan kitosan dapat menurunkan jarak ikatan intermolekuler sehingga mengurangi elastisitas. Pada percobaan yang dilakukan terdapat penyimpangan nilai kuat tarik dan elongasi pada kitosan 2 gram, 2,5 gram, dan 3 gram. Hal ini dapat disebabkan kurang homogenya pencampuran kitosan dengan asam, penyimpanan yang terlalu lama dan berkontak dengan uap air sekitar, sudah tidak terbentuknya ikatan hidrogen karena gugus OH bebas tidak ada, dan ikatan antarmolekul bertambah sehingga elongasinya meningkat.

**Tabel 3.** Hubungan Berat Kitosan Terhadap Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik

Kitosan (gram)	Elongasi (%)	Kuat Tarik (MPa)
1,5	62,203	1,383
2	30,077	0,905
2,5	43,2829	0,7582
3	52,4011	1,1053
3,5	40,8758	1,6092



**Gambar 2.** Hubungan berat kitosan terhadap kuat tarik dan persen elongasi bioplastik

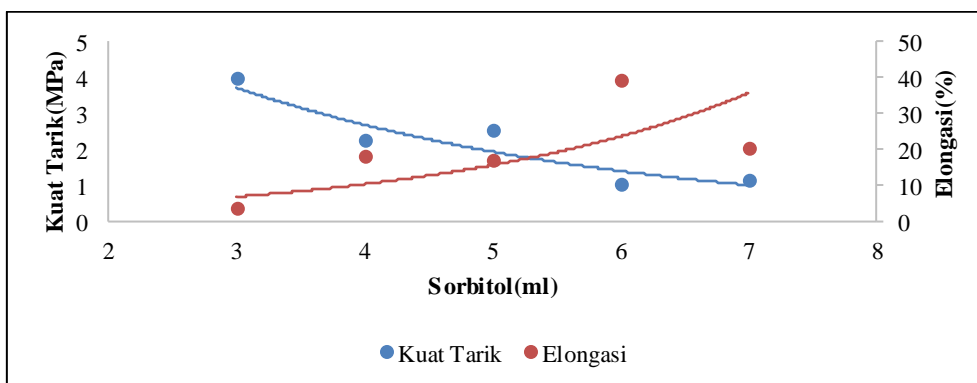
**Pengaruh Volume Sorbitol Terhadap Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik**

Pada percobaan dilaksanakan dengan kondisi sebagai berikut:

- Berat total tepung = 10 g (5:5)
- Volume Asam Asetat = 100 ml
- Konsentrasi Asam Asetat = 1%
- Berat Kitosan = 1,5 g

**Tabel 4.** Hubungan Variasi Volume Sorbitol Terhadap Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik

Sorgum : Kanji (gram)	Elongasi (%)	Kuat Tarik (MPa)
3	27,1	2,08
4	23,7	2,24
5	29,9	2,5
6	31,5	2,2
7	60,2	1,6



**Gambar 3.** Hubungan variasi volume sorbitol terhadap kuat tarik dan persen elongasi bioplastik

Sorbitol pada pembuatan plastik *biodegradable* yang dilakukan digunakan sebagai *plasticizer*. Penambahan sorbitol dapat meningkatkan sifat plastik atau elastisitas plastik *biodegradable*. Semakin banyak volume yang ditambahkan maka akan semakin tinggi pula nilai elongasinya, berbanding terbalik dengan nilai elongasinya semakin banyak sorbitol maka nilai kuat tarik akan mengalami penurunan serta mengurangi daya tahan terhadap air. Hal ini terjadi karena sorbitol yang bercampur dengan larutan polimer akan membentuk ikatan hidrogen antar molekul yang menyebabkan interaksi antar molekul polimer menjadi semakin berkurang sehingga mempermudah gerakan polimer serta dapat menurunkan ikatan hidrogen dalam bioplastik.

Pada percobaan yang dilakukan hubungan kuat tarik dan elongasi sudah sesuai teori, namun pada percobaan yang dilakukan untuk nilai kuat tarik serta elongasi terdapat penyimpangan pada penambahan sorbitol 5 ml dan 7 ml. Penyebab terjadinya penyimpangan dalam percobaan dikarenakan waktu penyimpanan bioplastik yang berbeda karena perbedaan waktu pembuatan bioplastik variabel sorbitol sehingga bioplastik berkontak dengan lingkungan terlalu lama menyebabkan perubahan sifatnya, baik sifat sebagai transfer uap air maupun sifat mekaniknya.

### Uji Biodegradasi



**Gambar 4.** Hasil Uji Biodegradasi pada sampel bioplastik setelah 12 hari (a) sebelum terdegradasi (b) sesudah terdegradasi

Bioplastik dikatakan ramah lingkungan apabila dapat terdegradasi dengan baik. Pengujian biodegradasi yang dilakukan pada sampel bioplastik, lama waktu bioplastik terdegradasi pada setiap variabel adalah 12 hari. Pada hari pertama bioplastik masih memiliki warna yang sama namun fisik dari bioplastik sendiri sudah mulai koyak dan pada hari ke-6 bioplastik ukurannya sudah mulai kecil dan terurai. Bioplastik mudah terdegradasi karena komponen penyusun didalamnya merupakan bahan alami yang mudah terurai oleh mikroba tanah serta kandungan gugus hidroksil (OH) dan gugus karbonil (CO) yang membuat bioplastik terurai dengan baik. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kecepatan proses degradasi yang dilakukan antara lain, struktur polimer yang sama (kitosan, pati, sorbitol), aktivitas bakteri tanah, suhu, lingkungan serta kelembaban. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bioplastik yang dibuat merupakan jenis plastik yang ramah lingkungan.

### Kesimpulan

1. Berdasarkan percobaan yang dilakukan dapat diketahui bahwa :
  - a. Semakin banyak tepung kanji maka nilai elongasi semakin besar.
  - b. Penambahan kitosan akan meningkatkan kuat tarik plastik *biodegradable* tetapi akan menurunkan elongasi.
  - c. Penambahan sorbitol sampai batas tertentu akan meningkatkan elongasi dan memperbaiki karakteristik film.
2. Komposisi relatif baik untuk sifat bioplastik yang dihasilkan adalah tepung 10 gr dengan perbandingan tepung sorgum 5 gram dan tepung kanji 5 gram, asam asetat 1% 100 ml, kitosan 1,5 gr, dan sorbitol 5 ml dengan kuat tarik sebesar 2,5 MPa dan persen elongasinya sebesar 29,9%.
3. Bioplastik dapat terdegradasi sempurna pada hari ke 12.
4. Bioplastik hasil penelitian belum memenuhi standar SNI.

### Daftar Pustaka

- Mat. B. Zakaria. Chitin and chitosan: The versatile environmentally friendly modern materials. Universiti Kebangsaan Malaysia. 1995.
- McHugh TH, Krochta JM. Permeability properties of edible film in "Edible coating and films to improve food quality" ed. Technomic Publishing Co, Inc. Lancaster. Pennsylvania. 1994
- Murni SW, Pawignyo H, Widyawati D, Sari N. Pembuatan edible film dari tepung jagung dan kitosan. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2013 ; B17-1.
- Nofita T. Pengaruh pemberian *carboxymethyl cellulose* dan sorbitol pada pembuatan *edible film* dengan bahan dasar *whay* terhadap kadar air, pH, ketebalan dan waktu kelarutan. Universitas Andalas. 2011.



- Nurfajrin ZD, Sukadarti S, Mahendrajaya GS, Sulistyowati E. Karakterisasi dan sifat biodegradasi *edible film* dari pati kulit pisang nangka (*Musa paradisiaca* L.) dengan penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2015 ; L1 1-7
- Pudjiastuti W. Polimer monokomposit sebagai master batch polimer *biodegradable* untuk kemasan makanan. Jurnal Riset Industri 2012; 6 (1): 51-60.
- Saputra A, Lutfi M, Masruroh M. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik plastik *biodegradable* berbahan dasar ubi suweg (*amorphophallus campanulatus*). Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem 2015; 3 (1): 1-6
- Setiawan H, Faizal R, Amrullah A. Penentuan kondisi optimum modifikasi konsentrasi *plasticizer* sorbitol pva pada sintesa plastik *biodegradable* berbahan dasar pati sorgum dan *chitosan* limbah kulit udang. Jurnal Sains dan Teknologi (Saintek) 2015; 13 (1): 29-38
- Sinaga, Rinaldi Febrianto. 2014. Pengaruh Variasi Temperatur Gelatinisasi Pati terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan pada saat Putus Bioplastik Pati Umbi Talas. Jakarta. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, TK-002
- Suseno TIP, Fibria N, Kusumawati N. Pengaruh penggantian sirup glukosa dengan sirup sorbitol dan penggantian butter dengan salastrim terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kembang gula karamel. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi 2008; 7 (1): 1 – 18.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Adi Ilcham (UPN "Veteran" Yogyakarta)**  
**Notulen : Heni Anggorowati (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Elfrida Aspiana (UMS)  
Pertanyaan : Tadi dikatakan bahwa penyimpanan pada cetakan selama satu hari untuk mengurangi bubble yang ditimbulkan. Apa pengaruh yang menyebabkan terjadinya bubble pada film bioplastik pada penelitian kalian dengan suhu yang lebih rendah sekitar 60-70 C yang anda lakukan ?  
Jawaban : Gelembung pada campuran bioplastik terjadi akibat pengadukan, gelembung harus dihilangkan karena jika ada gelembung maka permukaan bioplastik akan menjadi tidak rata sehingga dapat menyebabkan kuat tarik bioplastik menjadi rendah dan plastik menjadi lebih mudah robek
2. Penanya : Siti Muftiyatus Sarifah (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Berdasarkan bioplastik yang dihasilkan belum memenuhi SNI, bagaimana saran dari saudara agar bioplastik memenuhi SNI ?  
Jawaban : Penggunaan sorbitol dapat diganti dengan *plasticizer* lain misalnya dengan menggunakan gliserol, selain itu metode pembuatan bioplastik menggunakan metode lain, misalnya dengan menggunakan pemanas *water bath*.
3. Penanya : Alfia Virgiandini (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Mengapa digunakan pati kanji, padahal tepung kanji merupakan salah satu bahan makanan?  
Jawaban : Pati kanji digunakan sebagai sol kanji. Kanji digunakan karena merupakan sol alami yang dapat digunakan untuk membuat plastik biodegradable dan aman bagi manusia, sebenarnya masih ada sol lain tetapi hanya kanji yang merupakan sol alami. Sol lain antara lain ada cat dan lem, dll. Sol sendiri digunakan untuk perekat air dan memperbaiki sifat bahan yang kurang dalam mengikat air ketika proses gelatinasi.
4. Penanya : Ruli Aji Priambudi (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Apakah asam kitosan memang harus diencerkan terlebih dahulu dengan asam asetat 1%? Mengapa? Dan apakah ada asam lain yg dapat digunakan?  
Jawaban : Karena kitosan hanya dapat larut pada kondisi asam berair dan hanya bisa pada konsentrasi 1%. Kitosan larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat (Mat,B.Zakaria. 1995). Kitosan juga sedikit larut dalam HCl dan HNO<sub>3</sub> 0,5%, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Sedangkan dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tidak larut.
5. Penanya : Ismail Saifurasyid (UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Berdasarkan penggunaan suhu pada mekanisme kerja, Apa pertimbangan anda menggunakan suhu dengan rentan suhu 60-65oC dengan waktu 20 menit?  
Jawaban : Perlakuan panas diperlukan untuk membuat plastik tergelatinisasi, sehingga terbentuk pasta pati yang merupakan bentuk awal dari plastik. Kisaran suhu gelatinisasi pati rata-rata 60°C-70°C (Mc.Hugh dan Krochta, 1994). Suhu terlalu rendah tidak dapat membuat gelatinisasi dalam kondisi maksimal sedangkan apabila suhu terlalu tinggi akan menyebabkan timbulnya kerak.
6. Penanya : Elfrida Aspiana (UMS)  
Pertanyaan : Kenapa terjadi gelembung pada suhu dan kecepatan pengadukan tersebut?  
Jawaban : Terjadi gelembung pada suhu dan kecepatan tersebut karena bahan baku yang digunakan berbeda dengan yang digunakan pada penelitian yang lainnya, dan konsistensi dari bahan baku yang kental sehingga pada kecepatan dan suhu tersebut dapat menimbulkan gelembung, meskipun pengadukan dan suhu tersebut dianggap relatif kecil dibandingkan dengan penelitian yang lainnya.

