



## Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan Jenis Protein Pada Pembuatan Biodegradable Foam Dengan Metode *Baking Process*

Nanik Hendrawati<sup>✉</sup>, Anna Rubi Sofiana, Ilmi Nur Widyantini

DOI 10.15294/jbat.v4i2.4166

Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang, Indonesia

### Article Info

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Oktober 2015  
Disetujui Desember 2015  
Dipublikasikan Desember 2015

*Keywords:*  
Biodegradable foam,  
baking process, magnesium  
stearat, protein.

### Abstrak

Biodegradable foam berbahan dasar pati singkong, protein, dan kitosan dihasilkan dengan metode baking process. Penambahan magnesium stearat dan jenis protein yang berbeda berpengaruh pada kualitas biodegradable foam. Jumlah penambahan magnesium stearat divariasikan dari 1; 1.6; 2.2; 2.8; 3.4; 4 % w/w, sedangkan sumber protein yang digunakan berasal dari protein kacang kedelai, kacang tanah, dan putih telur. Uji kualitas biodegradable foam yang dilakukan terhadap hasil yaitu water absorption test, biodegradability test, dan tensile strength. Penambahan magnesium stearat sebanyak 4 %w/w memiliki tingkat water absorption dan biodegradability yang paling rendah. magnesium stearat berpengaruh terhadap kemampuan penyerapan air dan kemampuan terdegradasinya foam, sedangkan tidak berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik. Jenis protein yang ditambahkan pada biodegradable foam berpengaruh terhadap water absorption test, biodegradability test dan kuat tarik. Kuat tarik terbesar dari semua variabel yang diujikan diperoleh dari jenis protein kacang kedelai.

### Abstract

*Biodegradable foam with cassava starch, protein and chitosan as the basic ingredients can be produced by using baking process method. Variation on magnesium stearate amount and protein types gave different effect on the biodegradable foam quality. The amount of magnesium stearate was varied as 1; 1.6; 2.2; 2.8; 3.4 and 4 % w/w and the sources of protein used in this research were taken from soy bean, peanut and egg white. The foam produced in this research was then tested for its mechanical properties, water resistance and biodegradability. It was found that addition of magnesium stearate as much as 4% w/w reduced water adsorption and biodegradability of foam. Magnesium stearate affected the ability of absorption of water and foam degradation, but did not influence on tensile strength. Different types of protein also gave influence on water absorption, biodegradability and tensile strength. The best improvement of tensile strenght among the compounds tested was shown by soy bean based foam.*

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, *styrofoam* atau *polystyrene* begitu banyak digunakan oleh manusia dalam kehidupannya sehari-hari. *Styrofoam* terbukti tidak ramah lingkungan, karena tidak dapat diuraikan sama sekali. Bahkan pada proses produksinya sendiri, menghasilkan limbah yang tidak sedikit, sehingga dikategorikan sebagai penghasil limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia oleh EPA (*Environmental Protection Agency*). Oleh karena itu, mulai banyak dikembangkan produk polimer *biodegradable*, salah satunya adalah dengan membuat polipaduan berbasis pati.

Telah banyak penelitian yang melaporkan pembuatan polipaduan pati, di antaranya dengan polipropilena (Azhari dan Wong, 2001), polietilena dan PS melalui teknik polimerisasi suspensi. Polipaduan gabus PS-pati yang mampu terbiodegradasi telah dirintis. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Pablo dkk (2007), penambahan protein bunga matahari mempengaruhi kemampuan penyerapan air, kemampuan terbiodegradasi, dan kekuatan tarik dari suatu *Biodegradable Foam*. Magnesium stearat adalah senyawa hidrofobik yang berfungsi untuk mencegah menempelnya *foam* yang terbentuk pada cetakan. Guar gum berfungsi untuk mencegah terjadinya *solid separation* atau pemisahan pada campuran *biodegradable foam* (Salgado dkk., 2008; Shrogen dkk., 1998). Sedangkan gliserol ditambahkan sebagai *plasticizer*. (Shrogen dkk., 1998).

Penambahan serat selulosa meningkatkan sifat mekanis pada *Biodegradable Foam*. (Schmidt, 2006). Dikarenakan mahalnnya harga biji bunga matahari, maka kami memiliki alternatif pengganti untuk biji bunga matahari tersebut. Protein dari kacang tanah dan kacang kedelai mampu menggantikan protein biji bunga matahari. *Biodegradable foam* yang dihasilkan selanjutnya dilakukan empat jenis pengujian, yaitu uji *water absorption* (kemampuan menyerap air), uji *biodegradability* (kemampuan terdegradasi) dan uji tarik.

Penelitian yang akan dilakukan adalah pembuatan *biodegradable foam* berbahan dasar pati singkong, kitosan, dan protein yang berasal dari kacang tanah, kacang kedelai, dan putih telur. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan produk *biodegradable foam* dengan tingkat *biodegradability* dan *water absorption* yang baik.

## METODE

Bahan baku yang digunakan yaitu pati singkong (lokal), kitosan (teknis), protein kacang tanah (lokal), protein kacang kedelai (lokal), pro-

tein putih telur. Pada percobaan digunakan pelarut asam asetat glasial (merck 36,5%) dan air, sedangkan aditif yang digunakan diantaranya magnesium stearat (sigma aldrich), karagenan, dan gliserol (merck).

### Pembuatan Isolat Protein

Kacang tanah atau kacang kedelai yang dijadikan sumber protein ditimbang sebanyak 500 gram dan dilakukan perendaman didalam air selama 6 jam. Tujuan utama dari perendaman adalah untuk melunakkan kacang supaya mudah saat dilakukan penggilingan. Setelah 6 jam, kacang tanah dan kedelai ditiriskan kemudian digiling untuk mendapatkan bentuk bubuk dari kacang tersebut. Setelah itu ditambahkan air dengan perbandingan kacang : air sebanyak 1:3. Setelah terbentuk dua lapisan yaitu endapan (pati) dan cairan (filtrat), kedua lapisan dipisahkan hingga didapatkanlah filtratnya. Filtrat dipanaskan hingga suhu 80°C. Asam asetat ditambahkan hingga pH larutan mencapai 4.5. Endapan yang terbentuk dari penambahan asam asetat kemudian dipisahkan dan disaring menggunakan kertas saring.

### Pembuatan *Biodegradable Foam*

Pati singkong dikeringkan didalam oven pada suhu 80 °C selama 24 jam kemudian disimpan dalam desikator. Pati singkong yang telah dikeringkan dan protein ditimbang dengan perbandingan 1:9, dan kitosan sebanyak 10 gram. Kitosan dilarutkan kedalam 100 gram asam asetat 1% sambil diaduk selama 5 menit agar homogen dan membentuk gel. Pati singkong sebanyak 36 gram dilarutkan kedalam 40 gram air. Kemudian larutan pati dan kitosan, dicampur dan ditambah protein dan bahan aditif. Bahan aditif yang ditambahkan adalah magnesium stearat 1; 1,6; 2,2; 2,8; 3,4; 4% (w/w), karagenan (1.5% w/w), dan gliserol (6% w/w) dengan pengadukan cepat menggunakan *mixer* selama 5 menit hingga terbentuk adonan yang homogen. Adonan dituang kedalam cetakan, kemudian dimasukan kedalam oven dengan suhu 100 °C selama 60 menit untuk menghilangkan kadar air. Setelah 1 jam, *biodegradable foam* dikeluarkan dari oven dan didinginkan disuhu ruang selama 4 hari. Sampel yang diperoleh dilakukan uji *water absorption*, uji tarik dan uji *biodegradability*.

### Uji *Water Absorption*

Pengujian *water absorption* mengacu pada standart ABNT NBR NM ISO 535, 1999. *Foam* dipotong dengan ukuran 2,5 x 5 cm, dilakukan penimbangan dan dicatat sebagai berat *foam*

awal. Kemudian *foam* direndam didalam air selama 60 detik. *Foam* diangkat, kemudian dikingkinkan menggunakan tisu untuk menghilangkan sisa air yang menempel pada *foam*. Dilakukan penimbangan lagi dan dicatat sebagai berat akhir *foam*. Perbedaan berat *foam* awal dan akhir dicatat sebagai banyaknya air yang terserap oleh *biodegradable foam*.

**Uji Biodegradability**

*Biodegradable foam* yang dihasilkan dari pati singkong diuji kemampuan terdegradasi dengan cara memendamnya didalam tanah selama 14 hari. Dilakukan penimbangan awal untuk mengetahui berat *foam* sebelum dipendam didalam tanah. Setelah dipendam didalam tanah, ditimbang kembali untuk mengetahui *biodegradable foam* yang terdegradasi.

**Uji Tarik**

Analisis mengacu pada Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI) No. T404. Pada aplikasinya, foam dipotong sesuai dengan ukuran. Kemudian foam dijepitkan pada alat uji tarik hasil modifikasidan ditarik hingga putus. Lalu dicatat beban saat penarikan (g). Besarnya tegangan maksimum yang mampu ditahan oleh foam hingga titik putusnya dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{maks} = m \cdot a \tag{1}$$

Keterangan:

- $F_{maks}$  = Tegangan maksimum (N)
- $m$  = Tegangan maksimum (Kg)
- $a$  = Percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Besarnya nilai kuat tarik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\sigma = F_{maks} / A \tag{2}$$

Keterangan:

- $\sigma$  = Kuat tarik (MPa)
- $F_{maks}$  = Tegangan maksimum (N)
- $A$  = Luas penampang film yang dikenai tegangan (mm<sup>2</sup>)

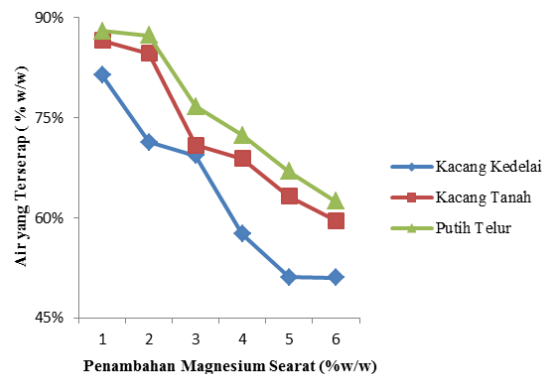
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Water Absorption**

Uji ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan *foam* terhadap air. Uji *water absorption* dilakukan dengan cara menghitung perubahan berat yang terjadi akibat banyaknya air yang diserap

*foam*. Jumlah air yang diserap dituliskan sebagai persen air yang terserap.

Dari hasil pengujian *water absorption* diketahui bahwa penambahan magnesium stearat berpengaruh terhadap kualitas *biodegradable foam*. Pada Gambar 1 terlihat bahwa semakin banyak magnesium stearat yang ditambahkan, maka ketahanan terhadap air semakin tinggi. Magnesium Stearat bersifat hidrofobik, di mana senyawa ini akan membentuk lapisan film hidrofobik yang tipis disekeliling *foam* yang menyebabkan kemampuan *water absorption foam* mengalami penurunan. Kecenderungan penurunan kemampuan penyerapan air ini terjadi pada *biodegradable foam* dengan tiga jenis isolat protein yang berbeda yaitu kacang kedelai, kacang tanah, maupun putih telur.



**Gambar 1.** Hubungan penambahan magnesium stearat (%w/w) dan jumlah air yang terserap (% w/w).

Hasil *water absorption* pada *foam* dengan ketiga jenis protein yang berbeda menunjukkan penurunan yang cukup signifikan. Pada protein kacang kedelai penurunan daya serap air dari sampel dengan penambahan magnesium stearat 1 % w/w hingga sampel dengan penambahan magnesium stearat 4% w/w mengalami penurunan dari 81.41 menjadi 51.04%. Pada protein kacang tanah sampel dengan penambahan magnesium stearat 1% w/w hingga sampel dengan penambahan magnesium stearat 4% w/w penurunan daya serap air mulai dari 86.61 sampai 56.67%. Sedangkan pada protein putih telur pada sampel dengan penambahan magnesium stearat 1% w/w hingga sampel dengan penambahan Magnesium stearat 4% w/w daya serap airnya mengalami penurunan dari 88 menjadi 62.51%.

Kandungan protein dari ketiga sumber yang digunakan mempengaruhi kemampuan *water absorption* suatu *foam*. Karena semakin tinggi komposisi protein, maka akan semakin menu-

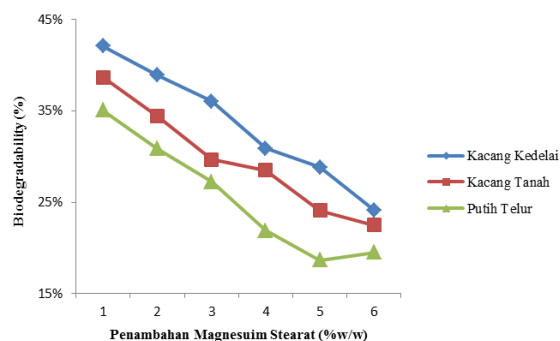
runkan kemampuan *water absorption* pada *foam*. Hal ini dapat dilihat dari jumlah beberapa asam amino yang bersifat hidrofobik seperti valin, isoleusin, dan asam glutamat. Jumlah asam amino tersebut lebih banyak terdapat pada kacang kedelai. Tiap 100 gram kacang kedelai terdapat valin sebanyak 1.6 gram, isoleusin sebanyak 2.1 gram, dan asam glutamat sebanyak 7.6 gram. Pada tiap 100 gram kacang tanah terdapat 1.1 gram valin, 0.9 gram isoleusin, dan 7 gram asam glutamat. Sedangkan pada 100 gram putih telur hanya terdapat 1.676 gram asam glutamat. Struktur asam glutamat yang dikarboksilasi menunjukkan dia bersifat hidrofobik pula. Oleh karena itu, dari ketiga jenis protein tersebut yang menghasilkan *foam* dengan ketahanan air paling baik adalah protein kacang kedelai dengan penambahan Magnesium Stearat 4 %w/w. Hal ini dikarenakan kadar protein dan jumlah asam amino yang bersifat hidrofobik dalam kedelai paling tinggi diantara ketiga jenis protein lain. Kandungan protein yang tinggi menurunkan post-pressing moisture content dan kapasitas penyerapan air dari *foam* (Salgado, dkk. 2008).

**Biodegradability test**

Uji *biodegradability* dilakukan untuk mengetahui kemampuan terdegradasi dari *biodegradable foam*. Uji ini dilakukan dengan cara merendam sampel di dalam tanah. Tanah yang digunakan sebagai media ditambahkan pupuk cair EM4 sebagai pengkondisian kesuburan tanah. EM4 adalah kultur campuran mikro yang terdiri dari bakteri *Lactobacillus*, *Actinomyces*, *Streptomyces*, ragi jamur dan bakteri fotosentik yang bekerja saling mendukung (simultan) dalam pembusukan bahan organik (Heddy, 2000). Proses pembusukan bahan organik dengan dengan molekul EM4 berlangsung secara fermentasi baik dalam keadaan aerob maupun anaerob. Bakteri-bakteri ini akan mendegradasi *biodegradable foam* yang mengandung pati dengan cara memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya melalui enzim yang dihasilkan dari bakteri tersebut. Waktu pembedaman yang diamati pada penelitian ini adalah selama 14 hari.

Ketiga jenis protein yang digunakan pada pembuatan *biodegradable foam* mempengaruhi terdegradasinya *foam*. Hal ini dikarenakan komposisi dan jumlah asam amino yang bersifat hidrofobik pada ketiga sumber protein tersebut yang berbeda. Banyaknya asam amino yang hidrofobik ini juga mempengaruhi kemampuan penyerapan air *foam* dan berdampak pada kecepatan terdegradasi dari *foam*. Sedangkan sifat magnesium stearat yang hidrofobik berhubungan dengan ak-

tifitas mikroorganismenya. Karena mikroorganismenya membutuhkan air untuk metabolismenya. (Hendritomo, 2010). Semakin banyak magnesium stearat, maka air yang terserap oleh *foam* akan semakin sedikit. *Foam* yang demikian ini akan lebih lama terdegradasi akibat terhambatnya metabolisme mikroorganismenya. Maka secara tidak langsung magnesium stearat berpengaruh terhadap kemampuan *foam* untuk terdegradasi.



**Gambar 2.** Hubungan antara penambahan magnesium stearat terhadap jumlah *biodegradable foam* yang terdegradasi setelah 14 hari

Kecenderungan penurunan persen terdegradasinya *foam* akibat penambahan magnesium stearat terlihat pada ketiga jenis protein. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan penurunan persen terdegradasi *foam* dengan protein kacang kedelai dari sampel dengan penambahan magnesium stearat 1% w/w hingga sampel dengan penambahan magnesium stearat 4%w/w mengalami penurunan dari 42 menjadi 24%. Pada protein kacang tanah penurunan persen terdegradasi *foam* dari sampel dengan penambahan magnesium stearat 1% w/w hingga sampel dengan penambahan Magnesium Stearat 4% w/w mengalami penurunan dari 39 menjadi 22%. Pada protein putih telur persen terdegradasi *foam* dari sampel dengan penambahan Magnesium Stearat 1% w/w hingga sampel dengan penambahan magnesium stearat 4% w/w mengalami penurunan mulai dari 35 sampai 18%.

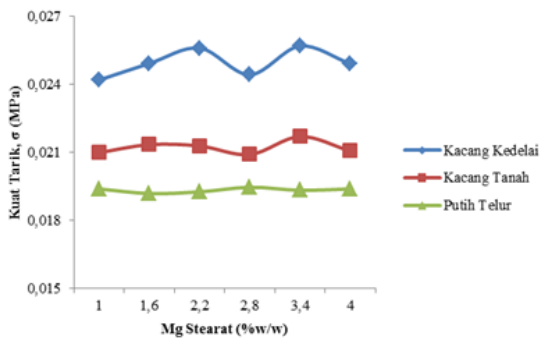
Menurut standar Internasional (ASTM 5336) lamanya film plastik terdegradasi (*biodegradasi*) untuk plastik PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris membutuhkan waktu 60 hari untuk dapat terurai secara keseluruhan (100%). Pada penelitian pembuatan *biodegradable foam* berbasis pati singkong, kitosan dan protein pada uji *biodegradability* (waktu terdegradasi) *foam* selama 14 hari yang mendekati standard adalah *foam* yang dibuat dengan menggunakan protein kacang kedelai dengan penambahan magnesium stearat se-

besar 4% (w/w) dengan persen terdegradasinya sebanyak 24.14%.

**Uji Tarik**

Sifat mekanis *biodegradable foam* dilihat dengan melakukan uji tarik. *Tensile Strength* atau kuat tarik adalah kekuatan putus suatu bahan yang dihitung dari pembagian gaya maksimum yang mampu ditanggung bahan terhadap luas penampang bahan mula – mula. Tujuan melakukan uji tarik adalah untuk mengetahui kekuatan tarik *biodegradable foam*.

Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa penambahan magnesium stearat tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kuat tarik *foam*. Sedangkan jenis protein mempengaruhi besarnya kuat tarik foam. Kuat tarik ( $\sigma$ ) pada *foam* dengan protein kacang kedelai dengan penambahan magnesium stearat 1 hingga 4 % w/w adalah 0.0241 - 0.0249 MPa. Pada protein kacang tanah nilai kuat tarik ( $\sigma$ ) dari sampel dengan penambahan magnesium stearat 1 hingga 4 %w/w adalah 0.0209 - 0.0210 MPa. Pada protein putih telur nilai kuat tarik ( $\sigma$ ) pada sampel dengan penambahan Magnesium Stearat 1 hingga 4 % w/w adalah 0.0193 - 0.0193 MPa. Pada penelitian Pablo dkk(2007) formulasi yang dihasilkan dari sifat terbaik dengan komposisi 20% serat selulosa dan 10% isolat protein memiliki kuat tarik maksimum sebesar 6,57 MPa. Hal ini dikarenakan penggunaan serat selulosa pada *biodegradable foam* yang dapat meningkatkan kuat tarik dari foam yang dihasilkan.



**Gambar 3.** Hubungan penambahan magnesium stearat (%w/w) dan kuat tarik (MPa)

Sifat polimer yang termoplastik umumnya mempunyai dua fasa, yaitu fasa amorf dan fasa kristalin. Daerah kristalin tersusun dari rantai molekul yang teratur dan rapat sehingga mempunyai kuat tarik yang lebih besar dibandingkan daerah amorf. Sedangkan daerah amorf mempunyai rantai molekul yang tidak teratur. Dilihat dari hasil uji tarik *biodegradable foam* yang rata – rata

bernilai kecil, maka fasa amorf lebih mendominasi daripada fasa kristalin.

Kuat tarik juga dipengaruhi oleh penambahan kitosan dan gliserol. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka kuat tarik *foam* akan semakin baik. Sebaliknya semakin banyak gliserol yang ditambahkan, maka meningkatkan elastisitas *foam* karena fungsi dari gliserol sebagai *plasticizer*. Hal ini dikarenakan semakin banyak kitosan yang ditambahkan, semakin banyak ikatan hidrogen pada *foam*, sehingga *foam* akan memiliki nilai kuat tarik yang tinggi.

**SIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian pembuatan *biodegradable foam* adalah sebagai berikut:

1. Jenis protein yang ditambahkan pada *biodegradable foam* berpengaruh terhadap uji *water absorption* dan uji *biodegradability*. Semakin banyak jumlah asam amino valin, isoleusin, dan asam glutamat dalam protein maka *foam* yang dihasilkan memiliki daya tahan terhadap air yang tinggi. Jenis protein juga mempengaruhi besarnya kuat tarik *foam*. Kuat tarik terbesar diperoleh dari jenis protein kacang kedelai dengan nilai 0,025698 MPa.
2. Penambahan Magnesium Stearat pada *biodegradable foam* menurunkan *water absorption* dan *biodegradability* foam, namun tidak berpengaruh secara signifikan terhadap uji kuat tarik. Penambahan Magnesium Stearat 4% (w/w) menghasilkan persen air yang terserap (51,04%) dan tingkat terdegradasinya foam paling rendah (24,14%).
3. *Biodegradable foam* terbaik dari seluruh variable yang diujikan berasal dari protein kacang kedelai dengan penambahan magnesium stearat 4% (w/w) memiliki daya tarik 0,025698 MPa. Persen air yang terserap 51,04% dan persen terdegradasi paling rendah 18%.

**DAFTAR PUSTAKA**

Azhari, C. H. dan Wong, S. F. (2001), *Morphology-Mechanical property Relationship of Polypropylene/Starch Blends*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4 (2001) 693-695

Heddy, S. (2000), *Pengaruh dosis EM4 dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (Brassica juncea L.)*. *J.Agritek* 8(4): 505-510

Hendritomo, H. dan Isnawan, H., (2010), *Pengaruh Pertumbuhan Mikroba terhadap Mutu Kecap Selama Penyimpanan*. Jakarta: Pusat Pengkajian dan Penerapan teknologi Bioindustri.

- Kaewtatip, K. dan Tanrattanakul V., (2008), *Preparation of cassava starch grafted with polystyrene by suspension polymerization*. *Carbohydrate Polym.*, 73 647-655
- Pablo, Schmidt, V.C., Ortiz, S.E.M., Mauri, A.N., Laurindo, J.B (2007), *Structure and morphology of baked starch foams*, *Polymer* 39, 6649–6655.
- Salgado, P.R., Schimdt, V.C., Sara, E., (2008) , *Biodegradable Foam Based on Cassava Starch, Sun Flower Proteins, and Celullose Fibers by a Baking Process*. *Journal of Food Engineering* 85 435 – 443
- Schmidt, V. C., (2006), *Desenvolvimento de embalagens biodegradáveis a partir da fécula de cassava, calca'rio e fibra de celulose*. *Dissetac\_ao de Mestrado em Engenharia de Alimentos*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianopólis, Brasil.
- Shogren, R. L., Lawton, J. W., Doane, W. M., dan Tiefenbacher, K. F., (1998), *Structure and morphology of baked starch foams*. *Polymer*, 39(25), 6649–6655.