



## **Karakterisasi Biodegradable Foam dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif**

**Nanik Hendrawati\*, Ernica Novika Dewi, Sandra Santosa**

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno-Hatta No. 9, Malang, Indonesia

\*E-mail: nanik.hendrawati@polinema.ac.id

### **ABSTRAK**

Biodegradable foam merupakan kemasan alternatif pengganti styrofoam yang menggunakan bahan baku utama berupa pati sehingga kemasan tersebut dapat terurai secara alami. Namun, produk biodegradable foam yang dihasilkan masih memiliki karakteristik sifat yang rendah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi kitosan terhadap karakteristik sifat biodegradable foam yang dihasilkan dari pati sagu alami dan termodifikasi menggunakan metode hidrolisis asam – alkohol. Jenis asam yang digunakan pada hidrolisis asam adalah HCl. Konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada penelitian ini divariasikan mulai dari 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 % w/w dari pati. Pembuatan biodegradable foam dilakukan menggunakan metode baking process yang dimulai dengan pencampuran bahan selain pati sagu termodifikasi, dilakukannya pengadukan hingga campuran menjadi homogen dan mengembang, dan dipanggang didalam oven dengan suhu 125°C. Analisa pada biodegradable foam adalah analisa daya serap air, analisa kemampuan daya urai dan uji tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi asam – alkohol pada pati sagu tidak mempengaruhi gugus fungsi. Sifat mekanis biodegradable foam yang terbaik pada penelitian ini diperoleh menggunakan pati sagu termodifikasi HCl dan penambahan kitosan sebesar 20% w/w yang memiliki daya serap 4,95 %, densitas sebesar 1.2 g/m<sup>3</sup> kemampuan degradasi sebesar 25.12 % dan kekuatan tarik sebesar 1,27 Mpa.

**Kata kunci:** Biodegradable Foam, Pati Sagu modifikasi asam, Kitosan, HCl

### **ABSTRACT**

Biodegradable foam is an alternative packaging for styrofoam which uses the main raw material in the form of starch so that the packaging can be decomposed naturally. However, the biodegradable foam products produced still have low characteristics. This research is conducted to determine the effect of the addition of chitosan concentration on the characteristics of biodegradable foam properties produced from natural sago and modified sago starch using acid-alcohol hydrolysis method. The type of acid used in acid hydrolysis is HCl. The concentrations of chitosan added in this study are varied from 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30% w / w of starch. Biodegradable foam production is carried out by using the baking process method which begins with the mixing of ingredients other than modified sago starch, stirring until the mixture becomes homogeneous and expands, and baked in an oven at 125°C. The characterisation of biodegradable foam are water absorption analysis, biodegradability analysis, and tensile test. The results show that modification of acid-alcohol on sago starch do not affect the functional group. The best mechanical properties of biodegradable foam in this research are obtained by using HCl-modified sago starch and addition of chitosan by 20% w / w which have an absorption capacity of 4.95%, density of 0.6 g / m<sup>3</sup>, degradation ability of 25.12% and tensile strength of 1.27 MPa.

**Keywords:** Biodegradable Foam, Acid modified Sago Starch, Chitosan, HCl

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan styrofoam sebagai kemasan makanan dan minuman telah menjadi gaya hidup manusia yang serba praktis beberapa tahun terakhir. Karena plastik styrofoam mempunyai keunggulan praktis, ringan, serta mempunyai nilai ekonomis yang cukup rendah. Berbagai keunggulan yang dampak styrofoam bagi lingkungan yaitu ketidakmampuan styrofoam terurai secara alami yang apabila dilakukan pembakaran akan menghasilkan senyawa dioksin yang bersifat karsinogen.

Biodegradable foam merupakan alternatif pengganti kemasan styrofoam menggunakan bahan baku utama berupa pati sehingga kemasan alternatif tersebut dapat terurai secara alami. Namun, produk biodegradable foam yang dihasilkan masih memiliki sifat mekanis dan ketahanan terhadap air yang rendah rendah[1]. Perbaikan karakteristik sifat mekanik dapat dilakukan dengan menggunakan pati dengan rasio amilopektin tinggi dibanding amilosanya. Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa “bahan baku pati sagu lebih rendah daya serap airnya dari pada pati singkong dan jagung” [2]. Hal itu dikarenakan kadar amilopektin pada sagu lebih tinggi dari pada jagung dan singkong. Selain itu upaya dalam meningkatkan sifat fisik dan mekanis dari Biodegradable foam dapat dilakukan dengan memodifikasi pati seperti yang telah dilakukan bahwa penggunaan pati modifikasi juga dapat memperbaiki karakteristik biodegradable foam yang dihasilkan. Modifikasi asam dengan menggunakan metode hidrolisis asam akan mendegradasi hemiselulosa dan bagian amorf selulosa sehingga hanya tersusun bagian selulosa nanokristalin yang memiliki nilai modulus elastisitas tinggi sekitar 150 GPa sehingga diharapkan mampu meningkatkan sifat mekanik biodegradable foam[3,4]. Salah satu bahan yang dapat meningkatkan sifat mekanis biodegradable foam adalah kitosan. Penambahan konsentrasi kitosan dalam campuran biodegradable foam akan menurunkan daya serap air dan meningkatkan nilai kuat tarik

ditawarkan oleh kemasan styrofoam tidak lepas dari berbagai kekurangan. Masalah yang ditimbulkan dari penggunaan kemasan styrofoam tidak sebanding dengan manfaat yang diperoleh. Dampak penggunaan kemasan styrofoam adalah terjadinya migrasi bahan kimia yang terkandung dalam styrofoam terhadap makanan. Selain itu pada biodegradable foam[2]. Kitosan sangat mempengaruhi daya serap air pada biodegradable foam, semakin tinggi kitosan yang ditambahkan dalam adonan, maka akan semakin baik daya serap airnya[5].

Berdasarkan uraian data penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh penambahan kitosan pada pembuatan biodegradable foam dengan bahan baku utama pati sagu termodifikasi. Modifikasi dilakukan dengan metode hidrolisis asam klorida. Penelitian ini diharapkan menghasilkan biodegradable foam mempunyai ketahanan air dan sifat mekanis yang baik.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Modifikasi Pati Sagu Metode Hidrolisis Asam - alkohol

Modifikasi pati sagu menggunakan metode hidrolisis asam - alkohol dilakukan dengan mengikuti metode yang digunakan oleh peneliti sebelumnya [6],[7]. Sagu sebanyak 300 g (basis kering) direndam dengan 3000 ml metanol dengan penambahan 12 ml larutan HCl 1 M dengan rentang waktu perendaman selama 60 jam pada suhu 25°C. Kemudian dinetralisasi dengan larutan NaHCO<sub>3</sub> 1 M dan dicuci dengan larutan etanol. Setelah itu dilakukan pengeringan dengan suhu 40°C. Setelah kering sagu digiling dan diayak dengan ukuran 40 mesh, kemudian disimpan dalam desikator hingga digunakan.

### 2.2 Pembuatan Biodegradable Foam

Kitosan ditimbang sesuai variabel penelitian. Isolat protein murni ditimbang sebanyak 29 % (w/w) dari berat pati. Kitosan yang telah ditimbang dilarutkan dalam larutan asam asetat. Aduk hingga larutan menjadi

homogen. Larutan kitosan, 5,56 % magnesium stearat, 2,08% karagenan, 16,67% gliserol, 29% isolat protein murni, dan 40% polivinil alkohol (PVOH) dari berat pati dimasukkan dalam satu wadah kemudian dilakukan pengadukan cepat menggunakan *mixer* selama 20 menit hingga terbentuk adonan yang homogen dengan penambahan air sedikit demi sedikit. Tunggu hingga adonan mengembang. Setelah itu pati sagu termodifikasi sebanyak 36 gram dimasukkan kedalam adonan dan lakukan pengadukan lambat selama 20 menit. Setelah semua tercampur rata tuangkan kedalam loyang hingga memenuhi setengah loyang. Kemudian dimasukkan dalam oven dengan suhu 125°C selama 1 jam. Setelah itu, didinginkan dalam suhu ruang selama 4 hari. selanjutnya dilakukan analisa kuat tarik, *water absorption* dan *biodegradability* pada sampel.

### 2.3 Uji Daya Serap Air

Analisa daya serap air mengikuti acuan standart ABNT NBR NM ISO 535 (1999) yaitu dilakukan pemotong sampel *biodegradable foam* dengan ukuran 2,5 x 5 cm. Sampel ditimbang sebagai berat awal kemudian dicelupkan ke dalam air selama 1 menit dan dikeringkan menggunakan tisu untuk menghilangkan sisa air yang menempel pada permukaan sampel foam. Sampel ditimbang kembali dan dilakukan perhitungan pertambahan berat sampel sehingga didapatkan % daya serap airnya. Persamaan % daya serap air sebagai berikut.

$$\% \text{ Daya serap air} = \frac{M_t - M_o}{M_o} \times 100\%$$

Keterrangan:

M<sub>t</sub> = berat sampel setelah perendaman

M<sub>o</sub> = berat sampel awal

### 2.4 Uji Daya Urai

Analisa uji kemampuan daya urai dilakukan dengan memotong sampel *biodegradable foam* masing-masing berukuran 2,5 x 5 cm, kemudian sampel di

masukkan dalam desikator dan timbang sampel sebagai berat awal [8]. Kemudian sampel *biodegradable foam* dimasukkan dalam kotak yang berisi tanah dengan ketinggian 20 cm selama 14 hari. Dalam analisa ini tanah yang digunakan adalah tanah yang diambil dari Politeknik Negeri Malang. Setelah dilakukan pemendaman selama 14 hari, sampel dibersihkan dari sisa-sisa tanah yang menempel dan timbang berat akhir sampel. Untuk mengetahui persen kehilangan berat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{weight loss (\%)} = \frac{(W_0 - W_1)}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W<sub>0</sub> = Berat awal (gram)

W<sub>1</sub> = Berat Akhir (gram)

### 2.5 Uji Kekuatan Tarik ( Tensile Strenght)

Sampel yang akan diuji dipotong sesuai standar ASTM D-638, 1991. Disiapkan beberapa lembar sampel. Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung sampel dijepit mesin penguji, menyalakan *power suhally* dan *set up*. Mengatur jarak maksimum, kecepatan pembebanan, dan *range* beban atau gaya. Sampel ditarik secara perlahan hingga sampel putus. Dan data langsung di tampilkan ke PC. Besarnya nilai kuat tarik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A}$$

Keterangan:

σ = Kuat tarik (N/mm<sup>2</sup>)

F<sub>maks</sub> = Tegangan maksimum (N)

A = Luas permukaan (mm<sup>2</sup>)

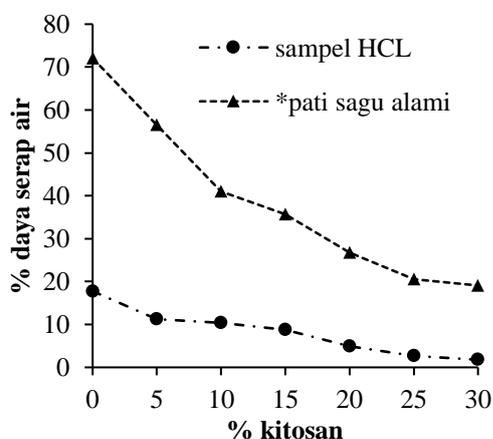
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Daya Serap Air

Gambar 1. menunjukkan bahwa *biodegradable foam* yang menggunakan pati modifikasi HCl memiliki daya serap yang lebih rendah dibandingkan dengan *biodegradable foam* yang menggunakan pati

alami, hal ini berarti biodegradable foam dari pati modifikasi asam HCl mempunyai ketahanan terhadap air yang jauh lebih baik daripada biodegradable foam yang berasal dari pati alami. Hal ini dimungkinkan karena pati hasil modifikasi, bagian amorfnya telah dirusak sehingga menyisakan pati bagian kristalin yang mempunyai ketahanan terhadap air yang lebih baik. Penurunan daya serap air dapat terjadi pada pati yang telah dirusak bagian amorfnya oleh hidrolisis asam yang ditandai sensitifitasnya cenderung menurun terhadap air[6].

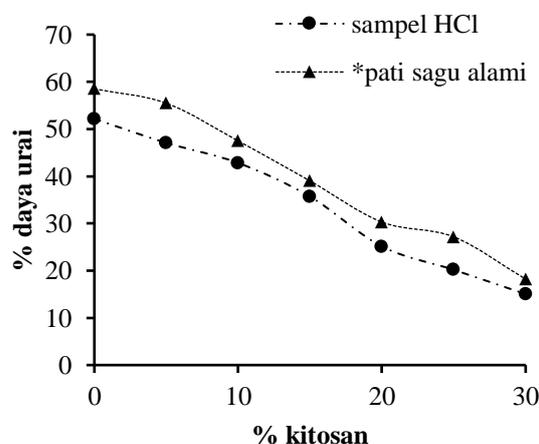
Gambar 1. juga menunjukkan pengaruh penambahan kitosan terhadap daya serap air *biodegradable foam* bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan kitosan, maka daya serap air *biodegradable foam* semakin rendah. Hal ini karena kitosan dapat membentuk ikatan hidrogen yang bersifat hidrofobik. Ikatan hidrogen pada kitosan terjadi karena adanya gugus fungsi amine dan gugus hidroksil[9]. Gugus amin ( $\text{NH}_2^-$ ) pada kitosan dalam larutan asam asetat akan terprotonasi menjadi  $\text{NH}_3^+$ . Selanjutnya gugus  $\text{NH}_3^+$  akan membentuk ikatan hidrogen dengan  $\text{OH}^-$  yang menyebabkan biofoam semakin kuat dan tidak mudah menyerap air [7]. Selain itu sifat kitosan yang dapat membentuk gel ketika dilarutkan dalam asam asetat menyebabkan pembentukan membran atau film yang sukar ditembus oleh air.



**Gambar 1** Hubungan antara % daya serap air dengan % kitosan

### 3.2 Analisa *Biodegradability*

Gambar 2. menunjukkan bahwa sampel *biodegradable foam* dengan bahan baku pati modifikasi HCl memiliki kemampuan daya urai 15,03% hingga 54,23%, sedangkan biodegradable foam yang berasal dari pati alami mempunyai daya urai sebesar 18,27 hingga 58,51 %. Hal ini dikarenakan hidrolisis asam akan mendegradasi hemiselulosa dan bagian amorf selulosa sehingga hanya tersusun bagian selulosa nanokristalin yang memiliki nilai modulus elastisitas tinggi sehingga mempunyai kekuatan mekanik yang lebih baik yang berakibat daya urai yang lebih rendah [9]. Gambar 2 juga menunjukkan pengaruh penambahan kitosan terhadap daya urai *biodegradable foam* bahwa semakin tinggi konsentrasi penambahan kitosan menyebabkan tingkat degradasi sampel *biodegradable foam* semakin rendah.

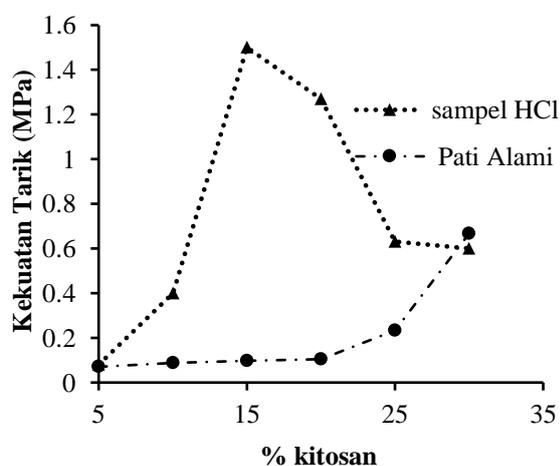


**Gambar 2** Hubungan antara % daya urai dengan % kitosan

Hal ini dikarenakan penambahan kitosan menyebabkan terbentuknya ikatan hidrogen yang kuat antara  $\text{NH}_3^+$  dari chitosan dan  $\text{OH}^-$  dari pati. Gugus  $\text{NH}_2^-$  yang terkandung pada chitosan akan terprotonasi menjadi  $\text{NH}_3^+$  dalam larutan asam asetat. Nilai dari  $\text{NH}_3^+$  akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah chitosan dalam pembentukan *foam* sehingga *foam* menjadi lebih kuat dan tidak mudah terdegradasi oleh mikroba.

### 3.3 Analisa Kuat Tarik *Biodegradable foam*

Gambar 3. menunjukkan bahwa *biodegradable foam* yang memiliki kekuatan tarik tertinggi terjadi pada bahan baku pati termodifikasi HCl dengan kadar konsentrasi kitosan 15% yaitu 1,5 Mpa sedangkan pada pati alami hasil tertinggi yaitu pada konsentrasi kitosan 25% yaitu sebesar 0,67 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *biodegradable foam* menggunakan pati sagu termodifikasi HCl memiliki nilai kekuatan tarik yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan pati sagu alami. Hal ini dikarenakan modifikasi asam dengan menggunakan metode hidrolisis HCl akan mendegradasi hemiselulosa dan bagian amorf selulosa sehingga hanya tersusun bagian selulosa nanokristalin yang memiliki nilai modulus elastisitas sehingga mampu meningkatkan sifat mekanik *biodegradable foam*[3].



**Gambar 3.** Hubungan antara kekuatan tarik dan % kitosan

Begitu pula penambahan kitosan mempunyai peran signifikan untuk peningkatan sifat mekanis *biodegradable foam*. Gambar 3 menunjukkan nilai kuat tarik yang terus meningkat hingga mencapai nilai maksimum pada konsentrasi kitosan 15% w/w sebesar 1,5 Mpa untuk pati sagu termodifikasi. Setelah itu nilai kuat tarik cenderung mengalami penurunan seiring penambahan kitosan disebabkan karena kitosan tidak

terdistribusinya secara merata pada *biodegradable foam*. Sedangkan untuk *biodegradable* yang berasal dari pati alami kuat tarik tertinggi dicapai pada penambahan kitosan 30 % sebesar 0,67 Mpa. Kitosan dalam pembuatan *biodegradable foam* ini akan berinteraksi dengan amilosa ataupun amilopektin yang terdapat pada pati. Interaksi yang terjadi adalah ikatan hidrogen. Dari interaksi yang terjadi dikatakan bahwa kitosan dapat meningkatkan sifat mekanik *biodegradable foam* dengan membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga *biodegradable foam* menjadi lebih rapat dan kaku. Hasil keseluruhan uji tarik pati termodifikasi menunjukkan kecenderungan penambahan kitosan yang dapat mempengaruhi sifat mekanis *biodegradable foam*.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian *biodegradable foam* menunjukkan bahwa *biodegradable foam* menggunakan pati sagu termodifikasi HCl memiliki ketahanan air dan kekuatan tarik yang baik dibandingkan dengan menggunakan pati sagu alami. Semakin besar konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada *biodegradable foam* maka memiliki kemampuan daya serap air yang rendah, sukar terdegradasi, dan semakin besar nilai kuat tariknya. Sifat mekanis *biodegradable foam* yang baik pada penelitian ini diperoleh dengan menggunakan pati sagu termodifikasi HCl dan penambahan kitosan sebesar 20% w/w yang memiliki daya serap 4,95 %, densitas sebesar 1,2 g/cm<sup>3</sup>, kemampuan degradasi sebesar 25.12 % dan kekuatan tarik sebesar 1,27 N/mm<sup>2</sup>.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri atas pemberian Hibah Penelitian Reguler No Nomor SP DIPA – 042.01.2.401004/2018 tanggal 05 Desember 2017 Politeknik Negeri Malang

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. M. Glenn, W. J. Orts, and G. A. R. Nobes, Starch, fiber and CaCo<sub>3</sub> effects on the physical properties of foams made by a baking process, *Ind. Crops Prod.*, vol. 14, no. 3, hal. 201–212, 2001.
- [2] N. Hendrawati, Y. I. Lestari, and P. A. Wulansari, Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati The Effect of Addition of Chitosan on the Property of Biodegradable Foam Prepared from Starch, *J. Rekayasa Kim. dan Lingkungan.*, vol. 12, no. 1, hal. 1–7, 2017.
- [3] M. A. Saïd Azizi Samir, F. Alloin, M. Paillet, and A. Dufresne, Tangling Effect in Fibrillated Cellulose Reinforced Nanocomposites, *Macromolecules*, vol. 37, no. 11, hal. 4313–4316, 2004.
- [4] Y. X. Xu, Y. Dzenis, and M. A. Hanna, Water solubility, thermal characteristics and biodegradability of extruded starch acetate foams, *Ind. Crops Prod.*, vol. 21, no. 3, hal. 361–368, 2005.
- [5] N. Kaisangsri, O. Kerdchoechuen, and N. Laohakunjit, Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan, *Ind. Crops Prod.*, vol. 37, hal. 542–546, 2012.
- [6] A. Taufiqurrahman, Modifikasi asam ampas sagu dan pengaruhnya terhadap sifat fisik mekanik biofoam Thesis, Institut Pertanian Bogor, 2014.
- [7] Y. H. Chang, J. H. Lin, and C. L. Pan, Type and concentration of acid on solubility and molecular size of acid-methanol-treated rice starches differing in amylose content, *Carbohydr. Polym.*, vol. 79, no. 3, hal. 762–768, 2010.
- [8] N. Hendrawati, A. R. Sofiana, and I. N. Widyantini, Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan Jenis Protein Pada Pembuatan Biodegradable Foam Dengan Metode Baking Process, *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 2, hal. 34–39, 2015.
- [9] P. Dallon et al., Effects of Chitosan Solution Concentration and Incorporation of Chitin and Glycerol on Dense Chitosan Membrane Properties, *J. Biomed. Mater. Res. B. Ahall. Biomater.*, vol. 81B, no. 1, hal. 394–405, 2007.