

**PENAMBAHAN KITOSAN PADA BIOFOAM BERBAHAN DASAR PATI*****Chitosan Addition in Starch-Based Biofoam***

*Fikri Ilyas Muharram*

Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan  
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia  
E-mail: fikriilyas@upi.edu

**ABSTRAK**

Biofoam berbahan dasar pati merupakan salah satu produk alternatif yang lebih ramah lingkungan daripada *Styrofoam*. Tetapi biofoam berbahan dasar pati memiliki beberapa kekurangan seperti memiliki daya serap air yang tinggi dan kuat tarik yang rendah. Untuk memperbaiki karakteristik tersebut salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah penambahan kitosan. Kitosan merupakan biopolimer yang didapatkan dari kitin dan berpotensi dapat memperbaiki daya serap air dan kuat tarik biofoam berbahan dasar pati. Penambahan kitosan pada biofoam berbahan dasar pati terbukti mampu memperbaiki karakteristik daya serap dan kuat tarik biofoam. Semakin tinggi konsentrasi kitosan pada biofoam maka daya serap air biofoam akan berkurang dan kuat tarik biofoam akan meningkat tetapi penambahan kitosan juga dapat menimbulkan efek samping yaitu penurunan degradabilitas biofoam

**Kata kunci:** *biofoam, pati, kitosan, daya serap air, kuat tarik, biodegradabilitas*

**ABSTRACT**

*Starch-based biofoam is an alternative product that is more environmentally friendly than Styrofoam. But starch-based biofoam has several disadvantages such as having high water absorption and low tensile strength. To improve these characteristics, one of the efforts that can be done is the addition of chitosan. Chitosan is a biopolymer obtained from chitin and has the potential to improve water absorption and tensile strength of starch-based biofoam. The addition of chitosan to starch-based biofoam is proven to be able to improve the absorption characteristics and tensile strength of biofoam. The higher the concentration of chitosan in biofoam, the absorption of biofoam water will be reduced and the tensile strength of biofoam will increase but the addition of chitosan can also cause side effects that is decreased of biofoam degradability.*

**Keywords:** *biofoam, starch, chitosan, water absorption, tensile strength, biodegradability*

**PENDAHULUAN**

Seiring berkembangnya industri makanan cepat saji, penggunaan kemasan satu kali pakai meningkat karena penggunaan kemasan jenis ini dianggap lebih praktis sehingga penggunaan yang meningkat dengan cepat. Salah satu jenis plastik yang populer sebagai bahan pengemas makanan dan minuman adalah Polistirena Foam (PS) atau yang lebih dikenal dengan nama dagang *styrofoam*.

*Styrofoam* banyak digunakan oleh produsen makanan sebagai bahan pengemas produk makanan ataupun minuman sekali pakai, baik makanan siap saji, segar maupun siap olah (Kartini, 2012). Banyak produsen pangan yang mengemas produknya dengan *styrofoam*, begitu pula dengan produk-produk pangan seperti bubur ayam, mie instan, bakso, kopi dan yoghurt (BPOM, 2008). Hal tersebut dikarenakan keunggulan *styrofoam* yaitu tidak mudah bocor, praktis, ringan, murah dan mampu mempertahankan panas atau dingin, serta sering pula digunakan sebagai bahan pengemas barang yang bersifat fragile (Sulchan, 2007).

Selain memiliki banyak keuntungan, ternyata *styrofoam* memiliki banyak dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan (Etikaningrum, 2018). *Styrofoam* yang selama ini digunakan mengandung berbagai macam zat kimia yang dapat membahayakan makhluk hidup. Selain itu, *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). Selain itu PS Foam yang tidak terurai sepenuhnya menjadi mikroplastik yang dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia jika mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi mikroplastik (GESAMP, 2015).

Berdasarkan sifat toxic yang dimiliki *styrofoam*, perlu dilakukan pembuatan biodegradable foam yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme dalam tanah. Salah satu pilihan untuk pengganti polimer berbasis minyak bumi dan sintetis adalah polimer alam seperti pati dan kitosan (Tharanathan, 2003). Tetapi meskipun Biodegradable foam berbahan dasar pati berpotensi untuk menjadi alternatif pengganti *styrofoam*. Biodegradable foam yang berbahan dasar dari pati masih memiliki kekurangan yaitu memiliki kelarutan dalam air, sifat fisik dan mekanik yang kurang baik.

Oleh karena itu, pada pembuatan biofoam perlu dilakukan inovasi untuk memperbaiki sifat fisik dan mekaniknya (Ulfah, 2017). Salah inovasi untuk memperbaiki karakteristik dari biofoam adalah penambahan kitosan. Kitosan merupakan biopolimer yang melimpah dan memiliki pemanfaatan yang luas salah satunya dalam bidang medis terutama sebagai biopolimer yang biasanya digabungkan dengan material pengganti tulang dan gigi karena bersifat biocompatible, biodegradable, bioresorbable dan non-toxic (Aziz, 2005).

Penelitian dan pengembangan produk biodegradable foam ini di Indonesia masih belum maksimal dan belum dapat menghasilkan produk yang dapat bersaing dipasaran. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian lebih mendalam mengenai upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik biofoam tersebut. Oleh karena itu, Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan biofoam berbasis pati, menjelaskan kitosan dan menguraikan penambahan kitosan terhadap daya serap air, kuat tarik dan biodegradabilitas biofoam berbasis pati.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini berbasis studi literatur berupa analisis dan sintesis terhadap beberapa artikel ilmiah lain. Artikel yang dianalisis memuat hasil studi seputar pengembangan biofoam dengan penambahan kitosan. Artikel ilmiah yang digunakan diperoleh dari Google Scholar, Scencedirect, Elsevier dan beberapa sumber lainnya. Berdasarkan sumber tersebut didapatkan 30 artikel yang selanjutnya dianalisis dan disintesis untuk memperoleh informasi terkait pengaruh penambahan kitosan terhadap daya serap air, kuat tarik dan biodegradabilitas biofoam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Biofoam Berbasis Pati

Biofoam adalah kemasan alternatif pengganti *styrofoam* terbuat dari pati yang bersifat biodegradable. Biofoam dapat terurai secara alami, serta aman bagi kesehatan karena tidak mengandung bahan beracun. Pemakaian produk biofoam diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan serta inovasi biomaterial mampu menggantikan material sintetis. Salah satu bahan biodegradable yang berpotensi dijadikan bahan baku pengganti plastik pada *styrofoam* adalah pati.

Pati adalah salah satu bentuk polisakarida yang sudah banyak dimanfaatkan karena memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat diperbaharui, melimpah dan mudah didegradasi. Pati juga memiliki sifat khusus seperti memiliki kemampuan mengembang, dan mudah dimodifikasi. Kemampuan pati untuk mengembang dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia dan fungsionalnya. Kadar amilosa dan amilopektin, suhu gelatinisasi, swelling power, akan berpengaruh terhadap kemampuan mekanik dari produk biodegradable foam yang dihasilkan (Iriani dkk., 2011). Pati telah digunakan untuk menghasilkan foam karena biayanya yang rendah, kepadatan rendah, toksisitas rendah dan mudah terurai (Stevens dkk., 2010). Foam berbasis pati dapat diproduksi dengan banyak teknik, termasuk ekstrusi atau dipanggang di cetakan panas (Salgado dkk., 2008). Foam berbasis pati dapat dibagi menjadi dua langkah utama yaitu gelatinisasi pati dan penguapan air yang menyebabkan retrogradasi. Foam yang dibuat dari pati memiliki kekurangan yaitu rapuh dan memiliki ketahanan air yang buruk. Untuk meningkatkan kekuatan dan fleksibilitas busa berbasis pati, penambahan zat aditif dan serat sering dilakukan (Lawton dkk., 2004).

Pembentukan biodegradable foam dari pati, pada prinsipnya merupakan gelatinisasi molekul pati. Dengan adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu yang tinggi maka akan terjadi gelatinisasi. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat lepasnya air sehingga gel akan membentuk lapisan yang stabil (Anita dkk., 2013). Ada tiga jenis biodegradable foam, yang pertama yaitu foam berupa butiran kecil (*loose fill foam*) yang umumnya digunakan sebagai penyerap getaran atau bantalan pada produk-produk yang mudah rusak seperti produk elektronik. Kedua, foam berupa lembaran yang selanjutnya akan dibentuk atau dicetak, dan yang ketiga foam dengan bentuk khusus seperti mangkuk, piring, gelas yang dibuat dengan proses pencetakan dan pembakaran (Iriani dkk., 2011).

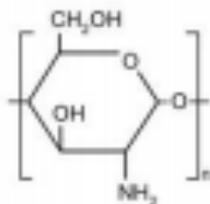
Teknologi lainnya yang dapat digunakan untuk membuat biodegradable foam adalah proses puffing dengan menggunakan bahan baku pati dengan kelembaban rendah. Proses ini seperti halnya pada pembuatan popcorn, dimana jagung dengan kadar air 10-15% dipanaskan pada suhu sekitar 177°C hingga mencapai ukuran maksimum (Delcour, 1998). Proses puffing dengan sistem eksplosif ini juga dapat dikembangkan untuk produk biji-bijian yang tidak bisa mengembang secara alami ketika dipanaskan (Sullivan, 1984). Teknologi ini dapat menghasilkan foam berbasis pati dengan densitas yang rendah dalam beberapa detik saja. Namun, teknologi ini kurang sesuai untuk membuat produk foam dengan bentuk tertentu seperti yang diinginkan (Iriani dkk., 2011). Seiring dengan berkembangnya gaya hidup, kebutuhan akan foam yang dapat dibentuk sesuai fungsinya mendorong berkembangnya teknologi *thermopressing*.

Teknologi tersebut menggunakan prinsip pembuatan wafer dimana 18 adonan dicetak pada suhu dan tekanan tertentu. Kadar air yang ada pada adonan akan menguap karena adanya panas yang kemudian berfungsi sebagai blowing agent. Selama proses pencetakan, uap air tersebut akan mendorong proses ekspansi dari adonan pati hingga terbentuk foam sesuai dengan bentuk cetakan yang digunakan (Shogren dkk., 2002).

Meskipun telah banyak penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan produk biodegradable foam, tetapi produk yang sudah komersial dan dipasarkan masih terbatas. Hal ini disebabkan karena produk biodegradable foam masih memiliki beberapa kelemahan seperti tidak kedap air, serta sifat mekanik yang rendah. Untuk itu penelitian masih terus dilanjutkan dengan menggunakan berbagai sumber pati, serat, polimer, dan metode yang berbeda agar dapat menghasilkan produk biodegradable foam yang dapat bersaing dengan produk styrofoam (Iriani dkk., 2011).

### Kitosan

Kitosan merupakan biopolymer alami yang terdiri dari d-glucosamine dan N-acetyl-d-glucosamine yang memiliki ikatan glycosidic  $\beta$  (1–4). Struktur molekulnya memiliki satu gugus amino dan 2 gugus hidroksil yang membentuk ikatan hydrogen. Ikatan tersebutlah yang menentukan stabilitas dari molekul tersebut (Rinaudo, 2006).

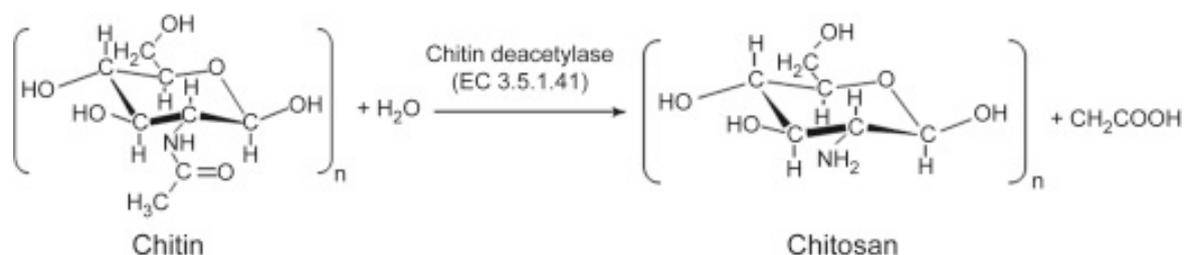


**Gambar 1.** Kitosan (Joseph Dkk., 2007)

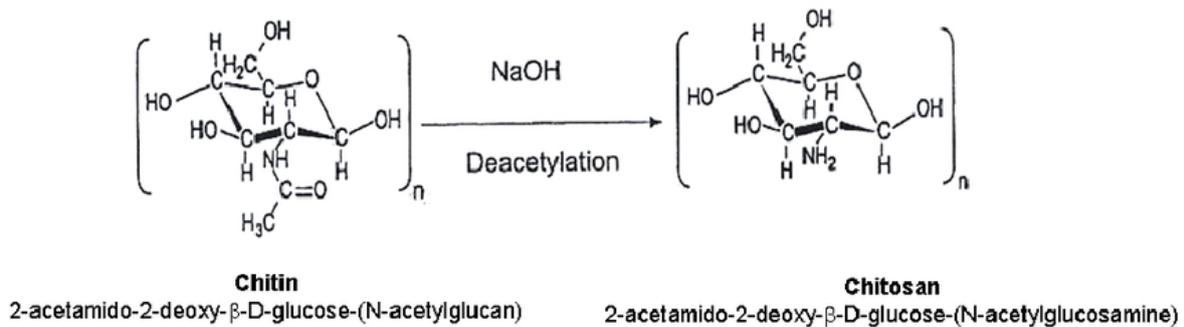
Kitosan merupakan biopolimer yang terdapat pada fungi, tetapi pada kitosan yang digunakan pada skala industry lebih banyak didapatkan dari hasil proses deasetilisasi kitin. Kitin merupakan eksoskeleton yang biasanya dihasilkan dari golongan hewan crustasea seperti udang, lobster, dan ranjungan (Sánchez-Machado, 2019).

Kitin dapat dikonversi menjadi kitosan dengan metode enzymatic maupun kimia. Baik metode kimia maupun enzymatic keduanya menggunakan menggunakan prinsip deasetilisasi. Deasetilisasi merupakan proses penghilangan gugus asetil pada m N-acetylglucosamine sehingga menjadi d-glucosamine.

Secara kimia metode untuk mendapatkan kitosan dari kitin adalah dengan hidrolisis. Hidrolisis dapat dilakukan dengan melarutkan kitin pada larutan NaOH atau KOH (40%-50%) pada suhu diatas 100°C. Sedangkan metode enzymatic yang dilakukan bisa dengan menggunakan enzim chitinase atau chitin deacetylase (EC 3.2.1.14).



**Gambar 2.** Deasetilisasi Enzimatik Kitin (Tsigos Dkk., 2000)



**Gambar 3.** Deasetilisasi Enzimatik Kitin (Saifuddin, dkk., 2005)

Secara fisik kitosan berbentuk butiran berwarna putih kekuningan. Kitosan juga memiliki sifat menguntungkan lain seperti hydrophilicity, biocompatibility, degradability, sifat anti bakteri, dan mempunyai afinitas yang besar terhadap enzim. Kitosan bersifat hidrofobik, menahan air dalam strukturnya dan membentuk gel secara spontan, sehingga kitosan mudah membentuk membran atau film. Pembentukan gel berlangsung pada harga pH asam yang disebabkan adanya sifat kationik kitosan (Lazuardi, 2013). Banyaknya keunggulan yang dimiliki oleh kitosan telah menjadikan kitosan sebagai bahan fungsional yang potensial di dalam teknologi material. Kitosan dalam biodegradable foam diharapkan dapat menurunkan daya serap air dan meningkatkan kuat tarik tanpa mengurangi kemampuan degradabilitas.

## Penambahan Kitosan Pada Biofoam

### 1. Daya Serap Air

Kemampuan dalam menyerap air merupakan salah satu parameter kualitas dari biofoam. Karena pada aplikasinya biofoam sangat mungkin dijadikan kemasan produk pangan yang mengandung air. Jika suatu biofoam terlalu mudah untuk menyerap atau bahkan larut dalam air maka biofoam tersebut dapat dikategorikan tidak layak pakai. Selain itu konsumen cenderung lebih memilih *styrofoam* dengan sifat yang sesuai keinginan, salah satunya adalah tahan terhadap air (Anggarini, 2013).

Pengujian daya serap air pada produk biodegradable foam mengacu pada standar ABNT NBR NM ISO 535. Biodegradable foam dipotong dengan ukuran 2,5 x 5 cm. Sampel terlebih dahulu dioven selama 5 menit pada suhu 40– 50°C untuk menghilangkan kandungan airnya. Kemudian sampel diletakkan dalam desikator selama 20 menit dan ditimbang, prosedur tersebut diulangi hingga berat sampel konstan. Selanjutnya sampel ditimbang dan dicatat berat awalnya. Kemudian sampel direndam di dalam air selama 1 menit untuk mengetahui daya serap sampel terhadap air. Setelah itu, air dihilangkan di permukaan sampel menggunakan tisu kering dan ditimbang berat sampel. Perubahan berat yang terjadi dicatat (Hendrawati, 2017).

Dalam penelitian Nurfitasari (2018) yang melakukan penyujian daya serap air pada biofoam dengan bahanbaku pati nangka dengan penambahan kitosan sebanyak 0%, 2%, 3.5%, 5% dan 6.5%, Biofoam yang memiliki daya serap air paling rendah adalah biofoam dengan kandungan kitosan 6.5%. Hal tersebut disimpulkan dari 3 kali ulangan pada lama perendaman 1 menit, 2 menit dan 3 menit. Secara konsisten biofoam dengan kitosan 6.5% memiliki daya serap air yang lebih rendah dari biofoam dengan konsentrasi dibawah 6.5%.

Dalam penelitian yang dilakukan Hendrawati, dkk (2017) yang melakukan penelitian *starch based foam* dari bahan dasar jagung, singkong dan sagu. Ketiga bahan tersebut memiliki tingkat penyerapan yang paling rendah saat ditambahkan kitosan dengan konsentrasi 30% dan memiliki tingkat penyerapan air paling tinggi pada sampel yang tidak ditambahkan kitosan.

Kemudian Hendrawati, dkk. (2017) melakukan penelitian lanjutan dengan mengaplikasikan kitosan pada pati sagu yang telah dimodifikasi terlebih dahulu dengan HCl. Hasilnya Pati termodifikasi asam (HCl) menunjukkan daya serap air yang lebih baik lagi dari pati sagu alami. Hal ini disebabkan pada pati hasil modifikasi, bagian amorf dari pati telah dirusak pada saat proses modifikasi pati 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 (Taufiqurrahman, 2014).

Sedangkan penelitian lain yang dilakukan Kaisangsri (2012) menunjukkan bahwa kitosan cenderung meningkatkan daya serap air karena memiliki banyak kandungan asam amino. Tetapi setelah ditambahkan serat, kitosan dapat berinteraksi dengan serat dan menimbulkan efek hidrofobik. Hal tersebut dikarenakan kitosan bereaksi dengan gugus hidroksil pada serat yang memunculkan karakter hidrofobik.

Perbedaan hasil tersebut bisa diakibatkan karena perbedaan bahan yang digunakan pada penelitian. Pada penelitian Hendrawati, Nurfitasari dan Setiani dilakukan penambahan PVOH sedangkan pada penelitian Kaisangsri biofoam hanya terbuat dari pati saja. Adanya PVOH pada adonan biofoam akan menambah kandungan gugus hidroksil sehingga gugus hidroksil tersebut dapat berinteraksi dengan kitosan dan memunculkan sifat hidrofobik (Bourtoom, 2008).

Pada penelitian Kaisangsri (2012) Interaksi antara kitosan dan serat memiliki kelarutan air yang paling rendah dan lebih baik daripada biofoam yang hanya ditambahkan kitosan saja. Berdasarkan hasil pengujian biofoam dengan kitosan 6% tanpa serat memiliki tingkat kelarutan 12.57% sedangkan biofoam dengan kitosan 6% dan serat memiliki kelarutan dalam air sebesar 3.97%. Hal tersebut terjadi karena gugus amino dalam kitosan berikatan dengan gugus hidroksil pada serat.

## 2. Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan kemampuan maksimum biofoam dalam menahan gaya dari luar sebelum biofoam tersebut rusak atau patah. Kerusakan bisa terjadi oleh perpecahan karena tekanan yang berlebihan atau kemungkinan juga disebabkan oleh deformasi struktur. Tensile termasuk juga ketahanan material terhadap kuat tekan atau tegangan.

Pengujian daya serap air pada produk biodegradable foam mengacu pada standar ASTM D-638. Pengujian dilakukan dengan menjepit cara kedua ujung sampel 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:

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

$\sigma$	= Kuat tarik (N/mm <sup>2</sup> )
$F_{maks}$	= Tegangan maksimum (N)
$A$	= Luas permukaan (mm <sup>2</sup> )

Berdasarkan penelitian Hendrawati Dkk (2017) yang melakukan pengujian uji tarik pada biofoam dengan bahan pati sagu, jaung dan singkong menunjukkan penambahan kitosan berbanding lurus terhadap peningkatan kuat Tarik biofoam. Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada foam berbahan baku pati sagu dengan penambahan kitosan sebesar 30% w/w yaitu sebesar 2 MPa, dan nilai kuat tarik terendah didapatkan dari biofoam yang tidak ditambahkan kitosan.

Sementara penelitian yang dilakukan Nurfitasari (2018) menunjukkan hasil kuat tarik biofoam yang diperoleh paling tinggi yaitu 1.1119 MPa pada konsentrasi kitosan 6,5%, sedangkan nilai kuat tarik yang paling rendah yaitu 0,4450 MPa pada konsentrasi kitosan 0%. Hasil serupa juga ditemukan pada penelitian Fauzan (2019) biofoam dengan 50% kitosan memiliki kuat tarik terbaik yaitu 8,716 MPa sedangkan biofoam dengan 0% kitosan memiliki kuat tarik terendah yaitu 1,423 MPa. Kemudian biofoam dengan kitosan 10% dan dan biofoam dengan kitosan 30% dengan kuat tarik masing-masing 1,909 MPa dan 4,771 MPa.

Hasil uji kuat tarik memiliki kecenderungan yang sama dengan penelitian yang dilakukan Hendrawati Dkk (2017). yang juga melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan pati termodifikasi sebagai bahan baku biofoam. Hasilnya 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 memiliki 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 tersebut 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. (Saïd Dkk, 2004).

Dari rata-rata hasil pengujian kuat tarik biofoam menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi kitosan, maka akan meningkatkan nilai kuat tarik karena kitosan memiliki gugus fungsi amin, hidroksil primer dan sekunder (Dallan, dkk, 2006) yang mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifan tinggi karena dapat membentuk ikatan hidrogen yang kuat dengan amilosa dan amilopektin.

### 3. Biodegradabilitas

Biodegradabilitas merupakan parameter yang tidak mempengaruhi kualitas pemakaian biobased foam tetapi merupakan elemen penting dalam sebuah produk biofoam. Karena jika memiliki biodegradabilitas yang buruk maka biofoam berpotensi merusak lingkungan dan tidak berbeda dengan *Styrofoam* yang saat ini sudah beredar luas di masyarakat.

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh alam terhadap biodegradable foam dalam jangka waktu tertentu, sehingga akan diperoleh persentase kerusakan. Selanjutnya, dapat diperkirakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh biodegradable foam untuk terurai di alam secara sempurna dalam tanah (Nurfitasari, 2018). Biodegradable foam dipotong masing-masing berukuran 2,5 × 5 cm. Selanjutnya berat awal sampel ditimbang dan sampel biodegradable foam ditanam di dalam tanah selama 28 hari. Selanjutnya sampel diambil dan dibersihkan dari sisa-sisa tanah yang menempel dan ditimbang berat akhir sampel (Ghorpade, 1995).

Dari Hasil penelitian yang dilakukan Nurfitasari (2018) tingkat biodegradasi paling tinggi terjadi pada penambahan kitosan 0% dan tingkat biodegradasi paling rendah terjadi pada penambahan kitosan 6,5%. Penelitian ini serupa dengan penelitian yang dilakukan Fauzan (2019) yang menunjukkan kitosan 0% memiliki biodegradasi tertinggi yaitu 55,179% dan kitosan 50% memiliki biodegradasi terendah yaitu 25,495%.

Berdasarkan penelitian Hendrawati Dkk (2017) penambahan kitosan terhadap daya urai sampel menunjukkan semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka semakin sulit pula sampel tersebut terurai. Penambahan kitosan menyebabkan terbentuknya ikatan hidrogen yang kuat antara  $\text{NH}_3^+$  dari chitosan dan 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 kitosan dalam pembentukan foam sehingga foam menjadi lebih kuat dan tidak mudah terdegradasi oleh mikroba (Bourtoom dan Chinnan, 2008).

Selain faktor reaksi kimia pada proses pembentukan bifoam, Sarwono (2010) menjelaskan bahwa penambahan kitosan dapat menghambat pertumbuhan mikroba pendegradasi di tanah karena kitosan memiliki sifat anti-mikroba. Kitosan memiliki gugus fungsi amina yang bermuatan positif yang dapat menarik molekul asam amino bermuatan negatif pembentuk protein pada mikroba sehingga menghambat pertumbuhan mikroba pada biodegradable foam.

## KESIMPULAN

1. Biofoam adalah material pengganti Styrofoam yang dapat terurai secara alami (biodegradable).
2. Kitosan merupakan bahan yang terbuat dari kitin dan berpotensi untuk dijadikan bahan tambahan pada pembuatan biofoam berbahan dasar pati untuk meningkatkan kuat tarik dan menurunkan daya serap air.
3. Semakin tinggi konsentrasi kitosan dan serat/PVOH maka daya serap air akan berkurang, Terutama bila dikombinasikan dengan perlakuan lain seperti penggunaan pati termodifikasi yang terbukti dapat berinteraksi dengan baik dengan kitosan sehingga menghasilkan biofoam dengan daya serap air yang rendah.
4. Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka kuat tarik biofoam akan semakin tinggi dan semakin rendah konsentrasi kitosan kuat Tarik biofoam akan semakin rendah hal tersebut disebabkan karena ikatan hidrogen antara kitosan dengan amilopektin dan amilosa pada pati.
5. Biodegradabilitas bifoam dipengaruhi konsentrasi kitosan, semakin rendah konsentrasi kitosan maka biofoam akan mudah terurai, dan semakin tinggi konsentrasi kitosan maka biofoam akan semakin sulit terurai karena banyak ikatan hidrogen yang terbentuk dan kitosan yang memiliki sifat anti bakterial dapat menghambat pertumbuhan mikoba pada biofoam.

## SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan PVOH dan bagaimana interaksinya dengan kitosan sehingga pengaruhnya pada daya serap air, kuat tarik dan tingkat biodegradabilitas biofoam dapat diketahui secara pasti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anita, Z., Akbar, F., & Harahap, H. (2013). Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat mekanik film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 37-41.
- Anggarini, F. (2013). *Aplikasi Plasticizer gliserol pada pembuatan plastik biodegradable dari biji nangka* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Aziz, N. A. (Ed.). (2005). *Bone grafts and bone substitutes: Basic science and clinical applications*. World Scientific.
- Bourtoom, T., & Chinnan, M. S. (2008). Preparation and properties of rice starch–chitosan blend biodegradable film. *LWT-Food Science and Technology*, 41(9), 1633-1641.
- Dallan, P. R. M., da Luz Moreira, P., Petinari, L., Malmonge, S. M., Beppu, M. M., Genari, S. C., & Moraes, A. M. (2007). 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: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 80(2), 394-405.
- Delcour, J. A., & Hosney, R. C. (2010). Principles of cereal science and technology.
- Etikaningrum, N., Hermanianto, J., Iriani, E. S., Syarief, R., & Permana, A. W. (2018). Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit pada Sifat Fungsional Biodegradable Foam. *Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research*, 13(3), 146-155.
- Fauzan, F. (2019). *Karakteristik biodegradable foam berbahan dasar pati biji alpukat, serat ijuk aren dan kitosan* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- GESAMP, 2015, *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment* (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 p.
- Hendrawati, N., Lestari, Y. I., & Wulansari, P. A. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan dalam Pembuatan Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 12(1), 1-7.
- Hendrawati, N., Dewi, E. N., & Santosa, S. (2019). Karakterisasi Biodegradable Foam dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 3(1), 47-52.
- Iriani, E. S., Richana, N., & Sunarti, T. C. (2016). Pengembangan Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati. *Buletin Teknologi Pasca Panen*, 7(1), 30-40.
- Joseph, C. S., Prashanth, K. H., Rastogi, N. K., Indiramma, A. R., Reddy, S. Y., & Raghavarao, K. S. M. S. (2011). Optimum blend of chitosan and poly-( $\epsilon$ -caprolactone) for fabrication of films for food packaging applications. *Food and Bioprocess Technology*, 4(7), 1179-1185.
- Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O., & Laohakunjit, N. (2012). Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 542-546.
- Kartini, A., Ravichandran, M., & Suhana, S. (2012). Environmental ethics in governing recycled material styrofoam for building human habitat. *American Journal of Environmental Sciences*, 8(6), 591-596.

- Lawton, J. W., Shogren, R. L., & Tiefenbacher, K. F. (2004). Aspen fiber addition improves the mechanical properties of baked cornstarch foams. *Industrial Crops and Products*, 19(1), 41-48.
- Lazuardi, G. P., & Cahyaningrum, S. E. (2013). Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan Dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol (Preparation And Characterization Based Bioplastic Chitosan And Cassava Starch With Glycerol Plazticizer). *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3).
- Nurfitasari, I. (2018). *Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gelatin terhadap Kualitas Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati Biji Nangka (Artocarpus Heterophyllus)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Rinaudo, M. (2006). Chitin and chitosan: properties and applications. *Progress in polymer science*, 31(7), 603-632.
- Saifuddin M, N., & Kumaran, P. (2005). Removal of heavy metal from industrial wastewater using chitosan coated oil palm shell charcoal. *Electronic journal of Biotechnology*, 8(1), 43-53.
- Sarwono, R. (2010). Pemanfaatan Kitin I Kitosan Sebagai Bahan Anti Mikroba. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia (Indonesian Journal of Applied Chemistry)*, 12(1).
- Saïd Azizi Samir, M. A., Alloin, F., Paillet, M., & Dufresne, A. (2004). Tangling effect in fibrillated cellulose reinforced nanocomposites. *Macromolecules*, 37(11), 4313-4316.
- Salgado, P. R., Schmidt, V. C., Ortiz, S. E. M., Mauri, A. N., & Laurindo, J. B. (2008). Biodegradable foams based on cassava starch, sunflower proteins and cellulose fibers obtained by a baking process. *Journal of Food Engineering*, 85(3), 435-443.
- Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Correa-Murrieta, M. A., Sánchez-Duarte, R. G., Cruz-Flores, P., & de la Mora-López, G. S. (2019). Chitosan. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements* (pp. 485-493). Academic Press.
- Schmidt, V. C. (2006). Desenvolvimento de embalagens biodegradáveis a partir da fécula de cassava, calcário e fibra de celulose. *Dissetac, ao de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Flori-anópolis, Brazil*.
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi dan karakterisasi edible film dari poliblend pati sukun-kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*, 3(2).
- Shogren, R. L., Lawton, J. W., & Tiefenbacher, K. F. (2002). Baked starch foams: starch modifications and additives improve process parameters, structure and properties. *Industrial Crops and Products*, 16(1), 69-79.
- Stevens, E. S., Klamczynski, A., & Glenn, G. M. (2010). Starch-lignin foams. *Express Polymer Letters*, 4(5), 311-320.
- Sulchan, M., & Nur, E. (2007). Keamanan pangan kemasan plastik dan styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia*, 57(2), 54-59.
- Sullivan, J. F., & Craig Jr, J. C. (1984). The development of explosion puffing. *Food technology (USA)*.
- Taufiqurrahman, A.(2014), *Modifikasi asam ampas sagu dan pengaruhnya terhadap sifat fisik mekanik biofoam* (Doctoral dissertation, Institut Pertanian Bogor)
- Thariq, M. R. A., Fadli, A., Rahmat, A., & Handayani, R. (2016). Pengembangan Kitosan Terkini Pada Berbagai Aplikasi Kehidupan: Review. In *Conference Paper* (Vol. 3, No. 7).
- Tharanathan, R. N. (2003). Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in food science & technology*, 14(3), 71-78.
- Tsigos, I., Martinou, A., Kafetzopoulos, D., & Bouriotis, V. (2000). Chitin deacetylases: new, versatile tools in biotechnology. *Trends in biotechnology*, 18(7), 305-312.
- Ulfah, F., & Nugraha, I. (2014). Pengaruh Penambahan Montmorillonit Terhadap Sifat Mekanikkomposit Film Karagenan-Montmorilonit. *Molekul*, 9(2), 155-165.
- Xu, Y. X., Kim, K. M., Hanna, M. A., & Nag, D. (2005). Chitosan–starch composite film: preparation and characterization. *Industrial crops and Products*, 21(2), 185-192.