



**Chemical Engineering  
Journal Storage**

homepage jurnal:  
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

**Chemical  
Engineering  
Journal  
Storage**

## **BIOFOAM BERBAHAN PATI SAGU DENGAN PENGUAT SELULOSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI KEMASAN MAKANAN DENGAN METODE THERMOPRESSING**

**Nur Rizqi Fattah Lubis, Rozanna Dewi,\* Sulhatun**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
Korespondensi: HP: 081262315868, e-mail: rozanna.dewi@unimal.ac.id

### **Abstrak**

*Penggunaan styrofoam sebagai kemasan makanan sangat banyak digunakan. Hal ini dikarenakan karakteristik styrofoam sangat ringan, mudah dibawa, tahan air, tahan panas maupun dingin, dan sangat murah. Penggunaan styrofoam sebagai kemasan makanan secara terus menerus dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan sekitar. Untuk mengatasi dampak tersebut diperlukan kemasan makanan alternatif yang ramah lingkungan dan dapat menggantikan penggunaan styrofoam. Biofoam merupakan kemasan makanan alternatif pengganti styrofoam berbahan pati dan serat. Serat tandan kosong kelapa sawit memiliki selulosa sebanyak 33,25%. Dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi ini maka serat tandan kosong kelapa sawit dapat dijadikan sebagai pilihan alternatif dalam pembuatan biofoam. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi NaOH serta penambahan serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kualitas biofoam. Biofoam ini dibuat dengan teknik thermopressing dan waktu pencetakan 60 menit, temperatur pencetakan 170°C, konsentrasi NaOH sebesar 3%, 4%, 5% dan 6%, serta berat serat tandan kosong kelapa sawit adalah 15 gram, 30 gram, 45 gram dan 60 gram lalu ditambah magnesium stearat sebanyak 3 gram. Karakteristik biofoam ditandai dengan adanya uji kuat tarik, kuat tekan, daya serap air, densitas, dan biodegradabilitas. Hasil karakteristik biofoam terbaik adalah konsentrasi NaOH 5% serta berat serat tandan kosong kelapa sawit 30 gram dengan kuat tekan sebesar 2,31 N/mm<sup>2</sup>, kuat tarik sebesar 2,23 N/mm<sup>2</sup>, densitas 0,183 gr/cm<sup>3</sup>, daya serap air 11,37% dan biodegradabilitas sebesar 21,01%.*

*Kata kunci:* Biofoam, Thermopressing, Selulosa, Biodegradabilitas, Styrofoam.

### **1. Pendahuluan**

Salah satu jenis plastik yang populer sebagai bahan pengemas makanan dan minuman adalah polistirena *foam* (PS) atau 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. Tetapi kerugian dari *styrofoam* dapat memiliki efek buruk bagi kesehatan serta merusak lingkungan (Coniwanti et al. 2018).

Pembuatan *biofoam* merupakan alternatif pengganti kemasan *styrofoam*. Bahan baku utama menggunakan pati sehingga kemasan yang dihasilkan tersebut dapat terurai secara alami. Menurut Bhatnagar (Iriani dkk, 2011), hasil penelitian menunjukkan bahwa pati dapat menggantikan 70% polistiren dalam pembuatan *foam*. Salah satu pati yang mudah didapat adalah pati sagu. Pati sagu mengandung beberapa komposisi kimia diantaranya amilosa dan amilopektin.

Penambahan serat berpengaruh terhadap peningkatan sifat hidrofobik. Serat alam yang cukup potensial dan mudah didapat salah satunya adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan serat yang cukup tinggi yaitu kandungan selulosa 33,25%, Holoselulosa 56,49% dan Hermiselulosa 23,24% (Dewanti 2018). Kandungan selulosa yang tinggi pada serat tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *biofoam*.

## 2. Bahan dan Metode

Peralatan yang diperlukan pada penelitian ini antara lain *Oven, thermometer, water bath, erlenmeyer, mesh 50*, pemberat an cetakan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain pati sagu, TTKS, magnesium stearat, aquades dan NaOH. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu persiapan bahan baku, proses delignifikasi dengan NaOH dan pencetakan *biofoam*. Pada tahap persiapan bahan baku, limbah tandan kosong kelapa sawit dibersihkan dan dikeringkan, kemudian dipotong kecil-kecil dan dihaluskan, setelah itu diayak menggunakan *mesh 50*. TTKS yang sudah halus ditimbang sesuai dengan variasi yaitu 15 gram, 30 gram, 45 gram dan 60 gram. Pada tahap proses delignifikasi, TTKS dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* kemudian ditambah NaOH dengan konsentrasi 3%, 4%, 5% dan 6%. Proses delignifikasi dilakukan selama 60 menit di *water bath* pada suhu 100°C, setelah itu di bilas sampai pH normal dan dikeringkan di dalam oven selama 3 jam dengan suhu 105°C.

Tahap pencetakan, adonan *biofoam* yang terdiri dari serat TTKS, pati sagu sebanyak 60 gram, magnesium stearat sebanyak 3 gram dan air sebanyak 40 ml yang sudah tercampur rata ditimbang sebanyak 50 gram kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dan dikeringkan di dalam *oven* pada suhu 170°C selama 60 menit dengan pemberat 4 kg. *Biofoam* didinginkan pada suhu ruang selama 1 hari. Dilakukan analisa untuk mengetahui mutu dari *biofoam* tersebut yang terdiri atas analisa daya serap air, densitas, biodegradabilitas, kuat tekan dan kuat tarik.

Daya serap air pada *biofoam* dianalisa dengan menggunakan acuan standar ABNT NBR NM ISO 535 (Muharram 2020). Sampel dipotong dengan ukuran 2,5 × 5 cm lalu ditimbang sebagai massa awal (M0) kemudian dicelupkan ke dalam air selama satu menit. *Biofoam* diangkat dan dikeringkan kemudian ditimbang kembali sebagai massa akhir (M1). Daya serap air *biofoam* dihitung dengan persamaan 2.1:

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{M1-M0}{M0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

M0 = massa awal (gram)

M1 = massa akhir (gram)

Densitas *biofoam* dianalisa dengan menggunakan metode Polat (Etikaningrum 2017). *Biofoam* dipotong dengan ukuran 3 x cm kemudian ditimbang, volume sampel dihitung dengan menggunakan jangka sorong. Densitas *biofoam* dihitung dengan persamaan 2.2:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$\rho$  = massa jenis (gr/cm<sup>3</sup>)

m = massa (gram)

v = volume (cm<sup>3</sup>)

Biodegradabilitas *biofoam* dianalisa dengan mengikuti acuan ASTM G-21-70 dengan metode pengontakan langsung *biofoam* dengan tanah (Nurfitasari 2018). Sampel dipotong dengan ukuran 2,5 × 5 cm, lalu ditimbang sebagai massa awal (M0), kemudian dimasukkan ke dalam tanah yang digali sedalam 30 cm selama

12 hari. Sampel diangkat dan dibersihkan dari sisa tanah yang menempel, kemudian ditimbang sebagai massa akhir (M1). Biodegradabilitas *biofoam* dihitung dengan persamaan 2.3:

$$\text{Biodegradabilitas (\%)} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

M0 = massa awal (gram)

M1 = massa akhir (gram)

Kuat tekan pada *biofoam* dapat dianalisa dilakukan mengikuti standar ASTM D, 695-96, dengan menggunakan *textureanalyzer* (TA) (Iriani 2013). Potong *biofoam* dengan ukuran 1cm x 5cm, kemudian ditekan dengan menggunakan probe TA18 pada kecepatan 1mm/s, lalu besarnya nilai kuat tarik dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.4:

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$\sigma$  = kuat tekan (N/mm<sup>2</sup>)

P = beban tekan (N)

A<sub>0</sub> = Luas permukaan (mm<sup>2</sup>)

Kuat tarik pada *biofoam* dapat dianalisa dilakukan mengikuti standar ASTM D, 1991, dengan menggunakan *textureanalyzer* (Iriani 2013). Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung sampel di jepit mesin penguji. Atur jarak maksimum, kecepatan pembedahan dan *range* beban atau gaya, kemudian sampel ditarik secara perlahan hingga putus. Besarnya nilai daya tarik dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.5:

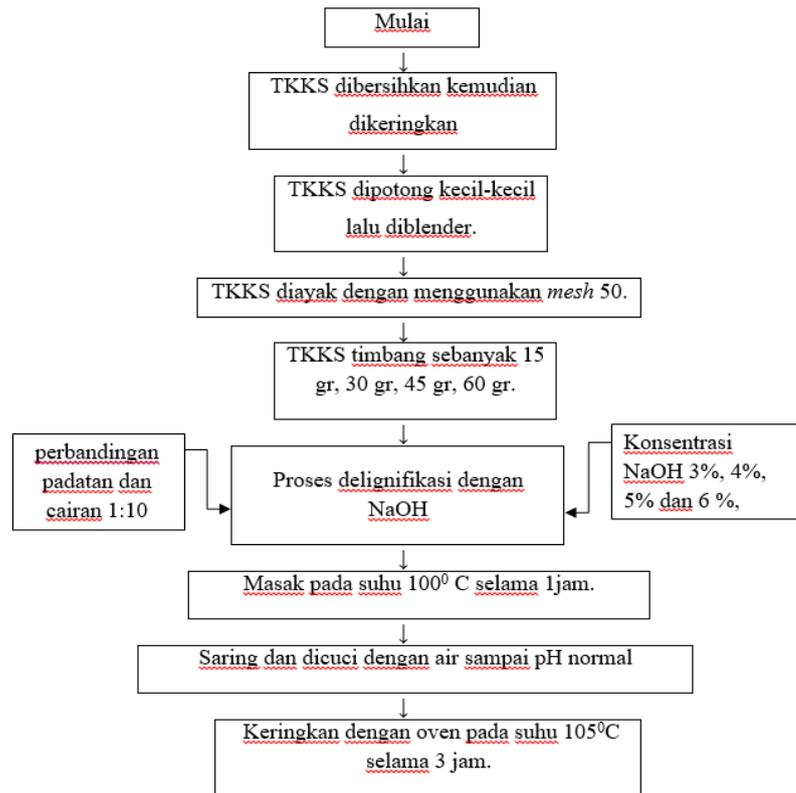
$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

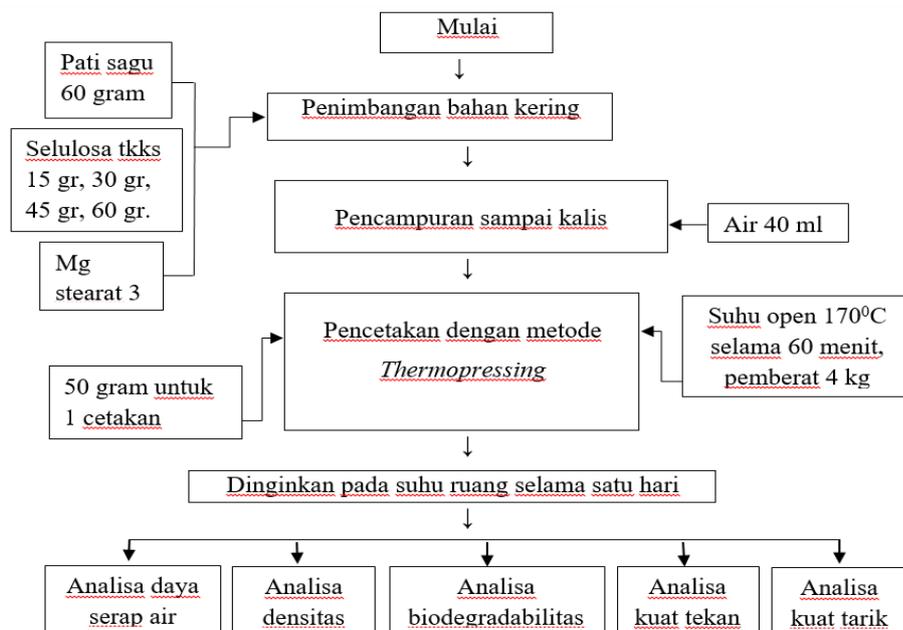
$\sigma$  = kuat tarik (N/mm<sup>2</sup>)

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

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



**Gambar 1** Tahap Delignifikasi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

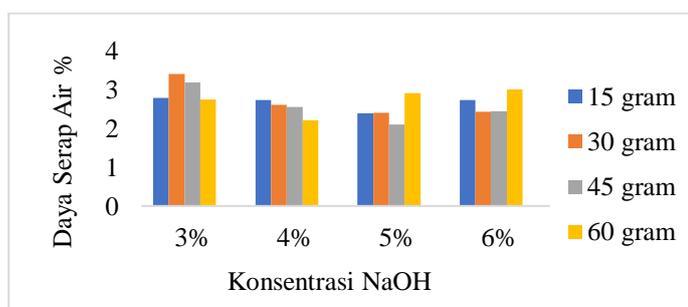


**Gambar 2** Tahap Pembuatan Biofoam

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1 Daya Serap Air

Biofoam berbasis pati sangat rentan terhadap air karena memiliki sifat higroskopis. Molekul air akan menyerang ikatan hidrogen pati, sehingga dapat melemahkan dan menurunkan sifat fungsional dari *biofoam* (Kaisangsri et al.2014).



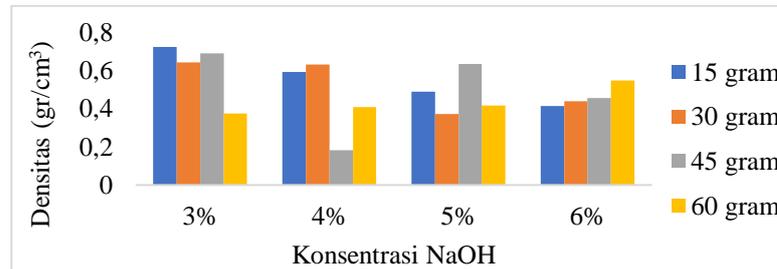
**Gambar 3.1** Daya serap air pada *biofoam*

Pada penelitian ini daya serap air terkecil pada *biofoam* dengan serat TTKS 5% dan berat 30 gram. Daya serap air yang paling besar *biofoam* dengan serat TTKS 3% dan berat 30 gram. Nilai daya serap air yang sesuai dengan SNI adalah maksimal 26,12%, maka *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian sudah sesuai dengan SNI. Pada kasus *biofoam* berbasis pati, sifat higroskopis molekul pati mengakibatkan molekul air akan menyerang ikatan hidrogen dari pati sehingga dapat melemahkan dan menurunkan sifat fungsional dari *biofoam* (Kaisangsri et al.2014). Menurut (Coniwanti et al. 2018), semakin tinggi konsentrasi NaOH sampai dengan konsentrasi NaOH 5% daya serap air *biofoam* semakin rendah. Menurut (Etikaningrum 2017) serat modifikasi berpengaruh nyata terhadap daya serap air *biofoam* sehingga untuk meningkatkan kualitas ketahanan terhadap air dapat dilakukan dengan memodifikasi serat yang akan digunakan.

#### 3.2.2 Densitas

Sebagai produk kemasan, *biofoam* diharapkan memiliki densitas yang rendah karena akan berpengaruh terhadap bobot produk secara keseluruhan. Densitas juga berpengaruh terhadap beberapa parameter seperti daya serap air dan

sifat mekanik lainnya (Iriani 2013). Secara umum menurut (Kaisangsri et al.2014) penambahan serat dapat meningkatkan densitas *biofoam*.

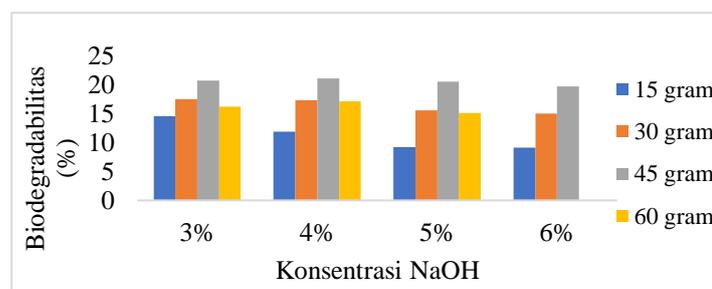


**Gambar 3.2** Densitas pada *biofoam*

Bila dibandingkan dengan densitas *Styrofoam* yang sebesar 0,96 - 1.05 g/cm<sup>3</sup>, maka *biofoam* pada penelitian ini sudah memenuhi standar SNI *Styrofoam*. Densitas *biofoam* paling rendah pada *biofoam* serat TTKS 5% dengan berat 30 gram sedangkan densitas *biofoam* paling tinggi pada *biofoam* serat TTKS 6% dengan berat 60 gram. Peningkatan densitas disebabkan karena campuran pati dan serat dapat menghasilkan adonan yang kaku yang tidak mendukung adanya gelembung udara yang dibutuhkan untuk proses ekspansi (Nabar et al. 2005). Rendahnya densitas *biofoam* terjadi karena adonan *biofoam* yang cenderung encer sehingga menghasilkan ekspansi yang berlebihan dan menyebabkan nilai densitas yang rendah dan rapuh (Matuana et al.1997).

### 3.2.3 Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu yang diperlukan oleh *biofoam* untuk terurai di alam secara sempurna dalam tanah (Nurfitasari2018).

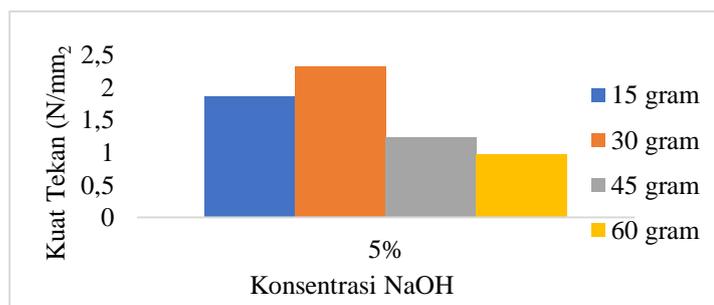


**Gambar 3.3** Biodegradabilitas pada *biofoam*

Pada penelitian ini tingkan biodegradasi paling tinggi terdapat pada *biofoam* dengan serat TTKS 5% berat 30 gram dan biodegradasi paling rendah terdapat pada *biofoam* serat TTKS 3% berat 30 gram. Penurunan ini diakibatkan oleh banyaknya jumlah selusosa pada *biofoam*, karena selusosa memiliki sifat *biodegreable* yang rendah sehingga semakin banyak serat yang di tambahkan maka biodegradasi *biofoam* akan semakin rendah. Menurut Hendrawati dkk (2020) persen biodegradasi yang tinggi bisa didapat dengan penambahan *blowing agent* berupa  $\text{NaHCO}_3$ . Penambahan *blowing agent* berfungsi untuk membentuk pori pada sel sehingga porositas semakin besar. Penggunaan pati terasetilasi juga dapat dilakukan untuk meningkatkan persen bioderadasi *biofoam* (Hendrawati et al.2020).

### 3.2.4 Kuat Tekan

Sebagai kemasan alternatif yang menggantikan fungsi *styrofoam biofoam* harus memiliki elastisitas yang baik agar kuat menahan benturan dari luar tanpa melukai produk yang dikemasnya (Iriani 2013).

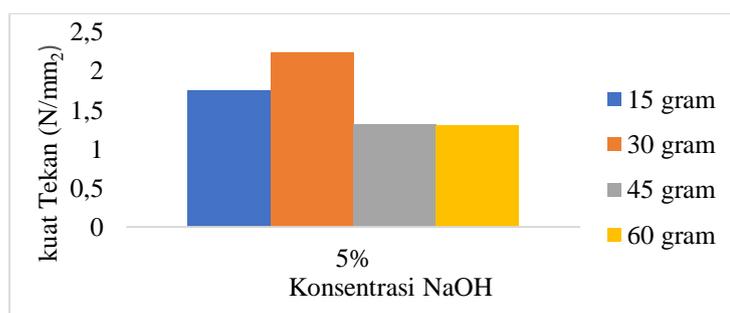


Kuat tekan *biofoam* paling rendah adalah *biofoam* serat TTKS 5% dengan berat 60 gram sedangkan kuat tekan *biofoam* paling tinggi adalah *biofoam* serat TTKS 5% dengan berat 30 gram. Menurut (Gaspar et al. 2005), penambahan serat hingga 15% dapat bersifat sebagai *reinforcing filler* karena serat yang ditambahkan akan mengisi celah pada matriks pati yang terbentuk. Namun demikian, jumlah serat yang terlalu besar (>30%) akan menyebabkan serat tidak terdistribusi secara merata pada matriks pati dan menyebabkan penurunan kekuatan (Lawton, J et al.2004). Penambahan PVOH pada adonan *biofoam* dapat memperkuat struktur yang lemah dari pati serta meningkatkan ketahanannya

terhadap suhu proses yang tinggi (Fishman, M et al. 2016). Menurut (Takagi and Ichihara 2004), ukuran serat berpengaruh terhadap kemampuannya untuk meningkatkan sifat mekanik *biofoam*. Serat dengan ukuran 15 mm merupakan nilai kritis. Serat yang terlalu panjang akan menyulitkan proses pendispersian ke dalam adonan.

### 3.4 Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan kemampuan maksimum *biofoam* dalam menahan gaya dari luar sebelum *biofoam* tersebut rusak atau patah (Muharram 2020).



**Gambar 4.5** Kuat tarik pada *biofoam*

Kuat tarik paling rendah adalah *biofoam* serat TTKS 5% dengan berat 60 gram sedangkan kuat tarik paling tinggi adalah *biofoam* serat TTKS 5% dengan berat 30 gram. Nilai kuat tarik pada *biofoam* yang sesuai dengan SNI adalah 29,16Mpa, maka *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian mendekati dengan SNI. Menurut Iriani (2013) penurunan kekuatan tarik tersebut dapat dicegah dengan menambahkan polimer sintetik PVOH. Hal ini disebabkan karena selama proses pencetakan, PVOH akan meleleh dan lelehannya tersebut akan mengisi rongga-rongga yang terbentuk selama proses ekspansi.

## 4. Simpulan dan Saran

Kesimpulan pada penelitian ini adalah semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan daya serap air *biofoam* semakin rendah dan biodegradasi *biofoam* semakin tinggi sampai dengan konsentrasi NaOH 5%. Semakin banyak banyak serat tandan kosong yang digunakan kemampuan degradasi *biofoam*, nilai kuat tarik dan kuat tekan semakin rendah. *Biofoam* terbaik diperoleh dengan penambahan serat TTKS 5% berat 30 gram.

Saran dari penulis pada penelitian selanjutnya untuk memperoleh *biofoam* dengan kualitas yang lebih baik dapat dilakukan dengan cara memodifikasi bahan baku yang digunakan, baik itu memodifikasi pati yang digunakan maupun memodifikasi serat yang digunakan.

## 5. Daftar Pustaka

1. Baldwin, f, Daniel, Chul Park, b, and Nam Suh, p. 1996. "An Extrusion System for the Processing of Microcellular Polymer Sheets: Shaping and Cell Growth Control." 36: 1425–35.
2. Coniwanti, Pamilia, Roosdiana Mu, Hendra Wijaya Saputra, and M R A Andre. 2018. "Pengaruh Konsentrasi NaOH Serta Rasio Serat Daun Nanas Dan Ampas Tebu Pada Pembuatan Biofoam." 24(1): 1–7.
3. Dewanti, Dian Purwitasari. 2018. "Potensi Selulosa Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan Cellulose Potential of Empty Fruit Bunches Waste as The Raw Material of Bioplastics Environmentally Friendly." 19(1): 81–88.
4. Etikaningrum. 2017. "Pengembangan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit Pada Pembuatan Biofoam."
5. Fishman, M, L, R Coffin, D, I Onwulata, C, and L Willett, J. 2006. "Two Stage Extrusion of Plasticized Pectin/Poly(Vinyl Alcohol) Bleds." : 421–29.
6. Gaspar, M et al. 2005. "Reducing Water Absorption in Conpostable Starch-Based Plastics." : 564–69.
7. Hendrawati, Nanik, Agung Ari Wibowo, and Rosita Dwi Chrisandari. 2020. "Biodegradable Foam Dari Pati Sagu Terasitilasi Dengan Penambahan Blowing Agent NaHCO<sub>3</sub>." 4(2): 186–95.
8. Iriani, E V I Savitri. 2013. "Pengembangan Produk Biodegreable Foam Berbahanbaku Campuran Tapioka Dan Ampok."
9. Kaisangsri, Nattapon, Orapin Kerdchoechuen, and Natta Laohakunjit. 2014. "Characterization P=of Casava Starch Bassed Foam Blended with Plant Proteins, Karft Fiber and Palm Oil." : 70–76.
10. Lawton, J, W, L Shogren, R, and F Tiefenbacher K. 2004. "Aspen Fiber Addition Improves the Mechanical Properties of Baked Cornstarch Foams." 19: 41–48.
11. Matuana, Laurent M, Park Chul B, and John J Balatinez. 1997. "Processing and Cell Morphplogy Relationships for Microcellular Foamed PVC/Wood-Fiber Composites." 37: 1137–47.
12. Muharram, fikri ilyas. 2020. "Penambahan Kitosan Pada Biofoam Berbahan Dasar Pati." 5(2).
13. Nabar, Yogaraj, Jean Marie Raquez, Philippe Dubois, and Ramani Narayan. 2005. "Productions of Strach Foams by Twin-Screw Extrusion: Effect of Maleated Poly(Butylene Adipate-Co-Terephthalate) as a Compatibilizer." 6: 807–17.

14. Nurfitasari, Irma. 2018. “Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar 2018.” Samir, Ahamad said azizi, Fannie Alloin, Michel Paillet, and alain dufresne. 2004. “Tangling Effect in Fibrillated Celullose Rainforced Nanocomposites.” 37: 4313–16.
15. Takagi, Hitoshi, and Yohei Ichihara. 2004. “Effect of Fiber Lenght on Mecanichal Poperties of" Green" Composites Using a Starsh-Based Resin and Short Bamboo Fibers.” 47: 551–55.