

PEMANFAATAN KULIT JAGUNG SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIODEGRADABLE FOAM

Yuniken Ruscahyani¹, Sarita Oktorina², Abdul Hakim³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
Email: ¹yuniken606@gmail.com, ²saritaoktorina@gmail.com, ³abdul.hakim@uinsby.ac.id

Masuk: 17 Januari 2021, Revisi masuk: 27 Januari 2021, Diterima: 31 Januari 2021

ABSTRACT

The food packaging used is mostly single-use packaging, one of which is styrofoam. Using of more styrofoam can lead to increase the amount of waste that cannot be degraded. Styrofoam combustion is also dangerous because it produces harmful gases such as styrene, polyaromatic hydrocarbons (PAHs), hydro chlorine flouro carbon (HCFC), and carbon monoxide (CO). One alternative to reduce the Styrofoam is to use environmentally friendly food packaging such as biodegradable foam (biofoam). The materials used in this research are Indonesian local corn husk waste, Mutiara corn. The purpose of this study is to determine the characteristics of the biofoam from corn husks and the best concentration of corn husks for making biofoam. The method of this study was an experimental method using variations the concentration of corn husk 3%, 5%, and 7%. The best result of biofoam is 3% of corn husk concentration with water absorption 13.93%, biodegradation 6.22%, tensile strength 2.63 N/mm², and compressive strength 5.00 N/mm².

Keywords: Biodegradable foam, Corn husk, Tapioca starch.

INTISARI

Kemasan makanan yang digunakan sebagian besar adalah jenis kemasan sekali pakai, salah satunya adalah styrofoam. Penggunaan styrofoam yang semakin banyak dapat menyebabkan peningkatan jumlah sampah yang tidak dapat terdegradasi. Pembakaran styrofoam juga berbahaya karena menghasilkan gas berbahaya seperti *styrene*, *polyaromatic hydrocarbon* (PAHs), *hydro cloro flouro carbon* (HCFC), dan karbon monoksida (CO). Salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan *styrofoam* adalah menggunakan kemasan makanan yang ramah lingkungan seperti *biodegradable foam* (biofoam). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit jagung lokal Indonesia, jagung mutiara. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik biofoam yang terbuat dari kulit jagung dan persentase konsentrasi kulit jagung yang terbaik untuk pembuatan biofoam dalam penelitian ini. Metode dari penelitian ini adalah metode eksperimen dengan variasi konsentrasi kulit jagung 3%, 5%, dan 7%. Hasil biofoam yang terbaik adalah dengan konsentrasi kulit jagung 3% dengan nilai hasil uji daya serap air 13,93%, tingkat biodegradasi 6,22%, kuat tarik 2,63 N/mm², dan kuat tekan 5,00 N/mm².

Kata-kata kunci: Biodegradable foam, Kulit jagung, Pati tapioka.

PENDAHULUAN

Sektor industri makanan yang meningkat membuat kebutuhan kemasan makanan semakin meningkat. Kemasan makanan yang sering digunakan adalah jenis kemasan sekali pakai. Penggunaan kemasan makanan sekali pakai menjadi salah satu masalah lingkungan secara global dan dapat merusak lingkungan. Kemasan makan yang tidak terpakai akan menumpuk menjadi sampah dan sulit untuk didegradasi oleh makhluk hidup dalam tanah. Salah satu jenis kemasan sekali pakai yang sering digunakan oleh

masyarakat adalah *styrofoam*. *Styrofoam* merupakan plastik dengan bahan dasar dari polistirena. *Styrofoam* tersusun dari banyak monomer stirena melalui proses polimerasi. *Styrofoam* terdiri dari ikan karbon tinggal dan rangkap yang beresonansi (Nugraha, 2018). *Styrofoam* bersifat praktis, tahan terhadap panas dan dingin, dan ringan. *Styrofoam* dinilai kurang ramah lingkungan karena menyebabkan timbulan sampah dan membutuhkan waktu yang lama untuk proses penguraian oleh mikroorganisme dalam tanah. Pembakaran *styrofoam* juga berbahaya karena menghasilkan gas

berbahaya, seperti *styrene*, *polyaromatic hydrocarbons* (PAHs), *hydro cloro fluoro carbon* (HCFC), dan karbon monoksida (CO) (Irawan, dkk., 2018).

Bahan kemasan ideal adalah yang dapat melindungi kualitas makanan dari waktu ke waktu, mudah dibawa kemana pun, nyaman digunakan, murah, dan dapat diperbarui atau dapat terurai secara hayati, sehingga tidak menyebabkan penumpukan limbah padat (Priyadarshi & Rhim, 2020). Kemasan polistiren yang saat ini banyak digunakan memberikan masalah lingkungan, sehingga dibutuhkan alternatif untuk mengurangi jejak karbon, risiko pencemaran, dan emisi gas rumah kaca akibat penggunaan polimer konvensional, yaitu biopolimer yang bersumber dari agroindustri yang terbarukan dan melimpah (Engel, dkk., 2019).

Penggunaan *biodegradable foam* (biofoam) merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan *styrofoam*. Biofoam terbuat dari pati yang bersifat *biodegradable*. Pembuatan biofoam juga dapat dimodifikasi dengan penambahan serat. Pati adalah polisakarida tumbuhan yang terdiri dari beberapa unit glukosa yang bergabung dengan ikatan glikosidik. Pati dapat ditemui dalam sereal (30%-70% bahan kering), umbi-umbian (60%-90%), dan kacang-kacangan (25%-50%). Pati merupakan salah satu biopolimer yang melimpah di bumi bersama dengan selulosa dan kitin, dapat diperbarui, dan dapat terurai dalam tanah (Muller, dkk., 2017). Tapioka merupakan pati yang berasal dari ubi kayu atau singkong. Komposisi kimia dari tapioka meliputi pati (73,3%-84,9%), lemak (0,08%-1,54%), protein (0,60%), dan abu (0,02%-0,33%). Tapioka terdiri dari 83% amilopektin dan 17% amilosa (Herawati, 2012).

Salah satu tanaman mengandung karbohidrat yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah jagung. Produksi jagung yang tinggi juga berdampak pada limbah pertanian hasil dari panen jagung, bobot limbah jagung yang dihasilkan sekitar 38,38% (Rahmidar, dkk., 2018).

Flint corn (*Zea mays indurata*) adalah salah satu varietas jagung lokal Indonesia yang umum ditanam oleh petani, karena sifatnya yang mampu bertahan dari hama gudang (Surbakti, dkk., 2017). Bagian dari jagung yang melindungi biji jagung disebut dengan kulit jagung. Kandungan selulosa pada kulit jagung tinggi. Komposisi kimia dari kulit jagung meliputi alkohol-

sikloheksana 4,57%, lignin 15%, abu 5,09%, dan selulosa 44,08% (Prasetyawati, 2015).

Karakteristik biofoam dapat dilihat dari sifat fisik dan sifat kimia biofoam. Karakteristik dari biofoam antara lain terdiri dari kuat tarik, ketebalan, ketahanan terhadap air, tingkat biodegradasi, dan FTIR.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik biofoam yang dibuat dari bahan kulit jagung dan persentase konsentrasi campuran kulit jagung yang optimal pada pembuatan biofoam.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen. Biofoam dibuat dari selulosa kulit jagung dan tanpa campuran kulit jagung. Konsentrasi kulit jagung yang digunakan adalah 3%, 5%, dan 7%. Metode yang dilakukan adalah ekstruksi yaitu dengan pencetakan adonan biofoam pada suatu wadah yang telah disiapkan.

Proses Ekstraksi Selulosa Kulit Jagung

Proses ekstraksi selulosa menggunakan metode *pulping*. Pada proses ini diambil 1 kg kulit jagung yang dipotong dengan ukuran 1-2 cm dan dipanaskan selama 12 jam untuk menghilangkan kotoran. Setelah proses pemanasan kulit jagung ditambahkan larutan NaOH 10% untuk proses dilignifikasi. Kemudian dipanaskan pada suhu 121 °C selama 15 menit. Sampel yang telah dipanaskan kemudian dibilas hingga tidak terasa licin. Kulit jagung berubah bentuk menjadi *pulp*. *Pulp* dikeringkan ke dalam oven dengan suhu 50 °C selama 10 jam. Terakhir, sampel disaring dengan menggunakan saringan.

Pembuatan Biofoam

Bahan biofoam terdiri dari serbuk kulit jagung (3%, 5%, dan 7%), pati tapioka (85%), magnesium stearat (5%), polivinil alkohol (10%), dan aquades (40%). Berat adonan yang dibuat adalah 100 gram. Masing-masing bahan dicampurkan sampai kalis. Proses pencetakan adonan biofoam menggunakan metode ekstruksi dengan mencetak adonan langsung ke dalam cetakan. Adonan dipanaskan dalam oven dengan suhu 120 °C selama 1 jam.

Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air menggunakan metode ABNT NBR NM ISO 535 (1999). Sampel

dipotong dengan ukuran 2,5 cm x 5 cm yang dipanaskan dalam oven selama 5 menit dengan suhu 40 °C-50 °C. Sampel direndam dalam air selama 1 menit dan kemudian ditimbang. Perhitungan pertambahan berat dihitung dengan persamaan (1), yaitu:

$$\% \text{Daya serap air} = \left[\frac{w_1 - w_0}{w_0} \right] \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

W_0 = berat awal (gram)

W_1 = berat akhir (gram)

Uji Tingkat Biodegradasi

Metode yang digunakan untuk uji tingkat biodegradasi adalah *soil burial test* dengan cara mengontakkan secara langsung sampel biofoam dengan tanah. Sampel dipotong 2,5 cm x 5 cm dan direndam dalam air selama 1 menit kemudian ditimbang. Sampel ditanam dalam tanah selama 12 hari. Setelah itu, sampel dibersihkan dari tanah dan ditimbang kembali. Perhitungan kehilangan berat dilakukan menggunakan persamaan (2) yaitu:

$$\% \text{Kehilangan berat} = \left[\frac{w_0 - w_1}{w_0} \right] \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

W_0 = berat awal (gram)

W_1 = berat akhir (gram)

Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan cara menyiapkan sampel beberapa lembar dan sampel dijepit pada mesin pengujian pada kedua sisi sampel. Sampel diberikan tegangan maksimum hingga sampel putus. Besaran nilai kuat tarik dapat dihitung dengan persamaan (3), yaitu:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \quad (3)$$

Keterangan:

σ = kuat tarik (N/mm²)

F_{maks} = tegangan maksimum (N)

A = luas permukaan (mm²)

Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan dengan cara menyiapkan sampel beberapa lembar dan tepat di atas sampel diberi beban yang menekan pada bagian tengah sampel. Sampel diberikan tegangan maksimum hingga sampel patah. Nilai kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan (4) yaitu:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \quad (4)$$

Keterangan:

σ = kuat tekan (N/mm²)

F_{maks} = tegangan maksimum (N)

A = luas permukaan (mm²)

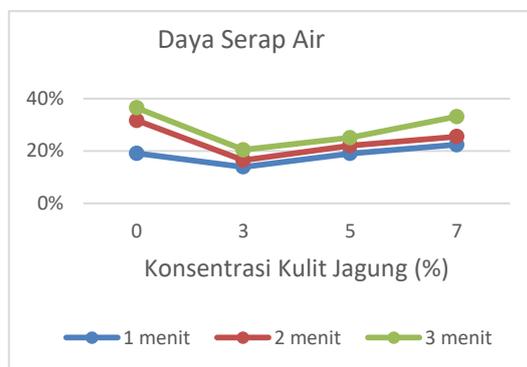
Gugus Fungsi Biofoam

Pengujian gugus fungsi biofoam menggunakan alat FTIR. Sampel diambil sebanyak ±0,5 gram dan dibuat plat dari bahan tersebut yang kemudian dipres selama 1-2 menit. Plat yang telah jadi diletakkan pada set holder dan lintasan sinar FTIR. Kemudian amati spektrum yang dihasilkan.

PEMBAHASAN

Analisis Daya Serap Air

Uji daya serap air biofoam bertujuan untuk mengetahui banyaknya kadar air yang mampu diserap oleh biofoam dalam suatu waktu yang telah ditentukan. Nilai hasil daya serap biofoam ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Daya serap air biofoam

Berdasarkan grafik pada Gambar 1, daya serap air untuk biofoam dengan konsentrasi kulit jagung 0%, 3%, 5%, dan 7% pada perendaman 1 menit diperoleh hasil 19,12%, 13,93%, 19,05%, dan 22,38%. Pada perendaman 2 menit diperoleh hasil 31,61%, 16,48%, 22,07%, dan 25,49%. Pada perendaman 3 menit diperoleh hasil 36,45%, 20,44%, 25,08%, dan 33,09%.

Biofoam dengan konsentrasi 0% (tanpa campuran kulit jagung) memiliki nilai daya serap air yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan biofoam sepenuhnya diuat dengan pati. Pati bersifat hidrofilik yang bercenderung untuk berikatan dengan air. Sifat ini membuat biofoam tidak tahan terhadap air sehingga terjadi proses penyerapan air yang lebih besar. Biofoam mengalami peluruhan permukaan luar pada saat berkontak dengan air dan membuat kenaikan berat biofoam. Biofoam yang

terbuat dari pati memiliki sifat rentan terhadap air karena adanya penyerangan terhadap ikatan hidrogen pati yang dilakukan oleh molekul air (Etikaningrum, 2017), Adonan yang encer juga menyebabkan ekspansi berlebihan pada biofoam, sehingga membuat biofoam memiliki rongga, dinding tipis, dan daya serap air yang tinggi.

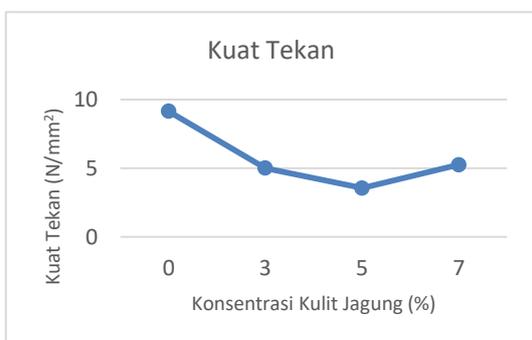
Biofoam dengan konsentrasi 3% dan 5% memiliki nilai daya serap air yang lebih rendah dari biofoam tanpa kulit jagung. Kulit jagung membantu pertahanan biofoam terhadap air. Hal ini dikarenakan kulit jagung mengandung serat yang dapat menahan pelarutan bahan dalam air. Selulosa merupakan kandungan utama dalam serat yang meningkatkan kristalinitas produk biofoam dan dapat menghambat proses penyerapan air (Iriani, 2013).

Biofoam dengan konsentrasi 7% memiliki nilai daya serap air yang tinggi dikarenakan adanya campuran bahan yang tidak merata. sehingga membuat kerenggangan antar komposisi biofoam yang mengakibatkan penyerapan air yang lebih pada permukaan biofoam yang renggang.

Berdasarkan standar nilai daya serap biofoam 26,12%, pada penelitian ini biofoam konsentrasi 3% dan 5% telah memenuhi standar dengan nilai lebih rendah dari 26,12%, sedangkan untuk konsentrasi tanpa kulit jagung dan 7% belum memenuhi standar.

Analisis Tingkat Biodegradasi

Hasil dari biodegradasi biofoam yang ditanam dalam tanah selama 12 hari dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 2.



Gambar 2. Tingkat biodegradasi biofoam

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan kulit jagung berpengaruh terhadap sifat terurainya biofoam dalam tanah. Nilai biodegradasi

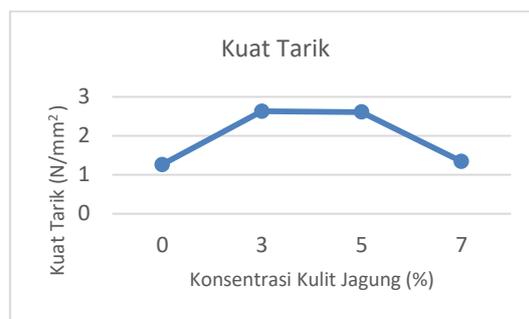
biofoam secara berturut-turut yaitu 5,62%, 6,22%, 8,95%, dan 7,75%.

Penambahan konsentrasi kulit jagung yang tinggi tidak membuat biofoam semakin cepat terurai dalam tanah. Hal ini diperlihatkan adanya penurunan nilai dari 5% ke 7%, biofoam konsentrasi 7% memiliki tekstur yang lebih lembab karena penyerapan air yang lebih besar sehingga permukaan biofoam lebih menggelembung dan mempengaruhi berat biofoam.

Berdasarkan *European Union Standard* (EN 13432) waktu maksimal yang diperlukan material untuk terdekomposisi sempurna dalam tanah adalah 6 samapai 9 bulan. Hasil tingkat biodegradasi biofoam menunjukkan biofoam akan terdegradasi sempurna pada 9 bulan. Berdasarkan hal tersebut biofoam kulit jagung memenuhi standar.

Analisis Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik bertujuan untuk mengetahui besaran tarikan maksimum yang dapat ditahan oleh biofoam sebelum patah atau sobek. Hasil kuat tarik biofoam ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kuat tarik biofoam

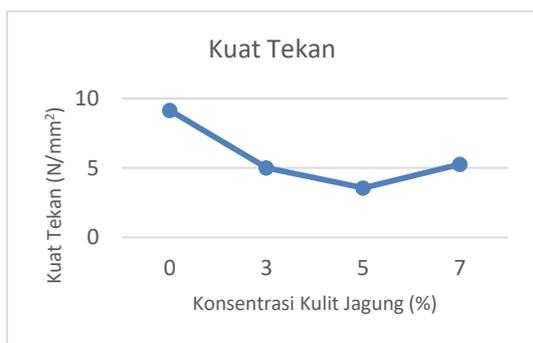
Hasil kuat tarik dari biofoam kulit jagung secara berturut-turut dari konsentrasi 0%, 3%, 5%, dan 7% yaitu 1,26 N/mm², 2,63 N/mm², 2,61 N/mm², dan 1,34 N/mm². Nilai kuat tarik yang tinggi ditunjukkan oleh biofoam dengan konsentrasi 3% (2,63 N/mm²) dan nilai terendah adalah biofoam tanpa campuran kulit jagung (1,26 N/mm²).

Penambahan konsentrasi kulit jagung mempengaruhi nilai kuat tarik. Konsentrasi 7% mengalami penurunan nilai karena penambahan serat dalam jumlah besar dapat menurunkan kompabilitas antara pati, serat, dan PVA. Perbedaan kompabilitas menyebabkan polimer tidak terdistribusi secara merata pada permukaan biofoam saat proses pencetakan (Iriani, 2013).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, nilai kuat tarik biofoam adalah $29,16 \text{ N/mm}^2$. Nilai kuat tarik biofoam kulit jagung belum memenuhi standar karena nilai kuat tarik tertinggi adalah $2,63 \text{ N/mm}^2$.

Analisis Kuat Tekan

Uji kuat tekan bertujuan untuk mengetahui besaran kekuatan maksimum yang dapat ditahan oleh biofoam sebagai kemasan pelindung produk. Nilai kuat tekan biofoam ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kuat tekan biofoam

Berdasarkan grafik di atas, nilai hasil kuat tekan biofoam dari konsentrasi 0%, 3%, 5%, dan 7% secara berturut-turut yaitu $9,13 \text{ N/mm}^2$, $5,00 \text{ N/mm}^2$, $3,55 \text{ N/mm}^2$, dan $5,25 \text{ N/mm}^2$. Nilai kuat tekan tertinggi adalah biofoam dengan konsentrasi tanpa campuran kulit jagung.

Nilai kuat tekan yang tinggi pada biofoam tanpa kulit jagung dikarenakan adonan biofoam tercampur secara merata sehingga dapat menyatukan ikatan antar bahan biofoam dengan baik dan kuat. Nilai tinggi ini menunjukkan bahwa pendistribusian antar bahan yang merata dan didukung dengan PVA sebagai polimer sintesis yang mampu mengikat bahan biofoam lebih optimal. PVA dapat mencegah penurunan nilai kuat tekan karena PVA mengandung gugus hidroksil yang saling berikatan dengan pati sehingga striktur yang lemah dari pati dapat diperkuat (Iriani, 2013).

Nilai kuat tekan biofoam dengan campuran kulit jagung mengalami hasil yang tidak stabil. Hal ini dikarenakan campuran kulit jagung kurang merata dan berakibat kurangnya ikatan yang kuat terhadap bahan biofoam. Kadar selulosa yang tinggi dapat membuat air tidak dapat terikat sempurna dengan adonan dan berakibat pada rendahnya kekentalan adonan. Kekentalan yang berlebihan ini menyebabkan ekspansi

yang berlebihan sehingga biofoam yang dihasilkan bersifat lebih rapuh (Coniwanti, dkk., 2018).

Berdasarkan standar kuat tekan styrofoam komersial yaitu $1,3 \text{ Mpa}$ - $1,39 \text{ Mpa}$, nilai kuat tekan biofoam lebih dari standar, nilai minimum kuat tekan biofoam pada konsentrasi 5% sebesar $3,55 \text{ Mpa}$.

Analisis Gugus Fungsi

Analisis ini bertujuan untuk identifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam susunan biofoam sebelum dan sesudah penanaman biofoam dalam tanah. Analisis dilakukan menggunakan alat FTIR. Analisis ini untuk melihat ada tidaknya gugus fungsi O-H yang merupakan salah satu gugus fungsi yang mempengaruhi sifat biodegradasi biofoam dalam tanah (Coniwanti, dkk., 2018). Tabel 1 menunjukkan spektrum yang dihasilkan dari analisis gugus fungsi biofoam sebelum dan sesudah ditanam dalam tanah dengan menggunakan alat FTIR.

Rentang serapan gugus fungsi:

O – H = $3100 - 3700 \text{ cm}^{-1}$

C – H = $2850 - 3000 \text{ cm}^{-1}$

C – O = $1025 - 1160 \text{ cm}^{-1}$

Tabel 1. Hasil analisis gugus fungsi biofoam

Konsentrasi Kulit Jagung	Sebelum ditanam (cm ⁻¹)	Sesudah ditanam (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
0%	3270,50	3262,09	O-H
	2850,35	2851,55	C-H
	1144,37	1078,30	C-O
3%	3291,96	3247,90	O-H
	2850,42	2917,34	C-H
	1076,97	1078,50	C-O
5%	3280,32	3255,68	O-H
	2915,75	2851,61	C-H
	1081,59	1077,94	C-O
7%	3305,58	3296,18	O-H
	2916,74	2851,72	C-H
	1077,19	1077,60	C-O

Berdasarkan analisis gugus fungsi pada Tabel 1, terdapat gugus fungsi O-H yang merupakan gugus fungsi penanda bahwa *biofoam* dapat terdegradasi dalam tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil yang diperoleh dari setiap uji biofoam dengan penambahan konsentrasi kulit jagung (0%, 3%, 5%, dan 7%) secara berturut-turut yaitu uji

daya serap air 19,12%, 13,93%, 19,05%, dan 22,38%, tingkat biodegradasi 5,62%, 6,22%, 8,95%, dan 7,75%, kuat tarik 1,26 N/mm², 2,63 N/mm², 2,61 N/mm², dan 1,34 N/mm², dan kuat tekan 9,13 N/mm², 5,00 N/mm², 3,55 N/mm², dan 5,25 N/mm².

2. Hasil biofoam optimal diperoleh pada konsentrasi 3% kulit jagung.

Saran atas hasil penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian pada jenis pati lainnya dan bahan-bahan pendukung untuk pembuatan biofoam lainnya untuk mengetahui lebih banyak tentang pemanfaatan kulit jagung sebagai bahan pembuatan biofoam.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode *thermopressing* dalam pembuatan biofoam.

DAFTAR PUSTAKA

- Coniwanti, P., Mu'in, R., Saputra, H.W., M. Andre, R.A., & Robinsyah, 2018, Pengaruh konsentrasi NaOH serta rasio serat daun nanas dan ampas tebu pada pembuatan biofoam, *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 1-7, <https://doi.org/10.36706/jtk.v24i1.411>.
- Engel, J.B., Ambrosi, A., & Tessaro, I.C., 2019, Development of biodegradable starch-based foams incorporated with grape stalks for food packaging, *Carbohydrate Polymers*, 225, 115234. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115234>.
- Etikaningrum, 2017, *Pengembangan berbagai modifikasi serat tandan kosong sawit pada pembuatan biofoam*, Institut Pertanian Bogor.
- Herawati, H., 2012, *Teknologi proses produksi food ingredient dari tapioka termodifikasi*, 9.
- Irawan, C., Aliah, A., & Ardiansyah, A., 2018, Biodegradable foam dari bonggol pisang dan ubi nagara sebagai kemasan makanan yang ramah lingkungan (Biodegradable foam Derived from Musa acuminata and ipomoea batatas L. as an Environmentally Friendly Food Packaging), *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 10(1), 33-42, <https://doi.org/10.24111/jrihh.v10i1.4196>.
- Iriani, E.S., 2013, Pengembangan produk biodegradable foam berbahanbaku campuran tapioka dan ampok, 201.
- Muller, J., González-Martínez, C., & Chiralt, A., 2017, Combination of Polyplactic

acid and starch for biodegradable food packaging, *Materials*, 10(8), 952, <https://doi.org/10.3390/ma10080952>.

- Nugraha, I.K., 2018, *Biodegradasi oksidatif styrofoam dengan kapang pelapuk putih dan bakteri*, Institut Pertanian Bogor.
- Prasetyawati, D.P., 2015, *Pemanfaatan kulit jagung dan tongkol jagung (Zea mays) sebagai bahan dasar pembuatan kertas seni dengan penambahan natrium hidroksida (NaOH) dan pewarna alami*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Priyadarshi, R. & Rhim, J.W., 2020, Chitosan-based biodegradable functional films for food packaging applications, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 62, 102346, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102346>
- Rahmidar, L., Nurilah, I., & Sudiarty, T., 2018, Karakteristik metil selulosa yang disintesis dari kulit jagung (Zea mays), *PENDIPA: Jurnal Pendidikan Sains*, 2(1), 117-122.
- Surbakti, N.A., Syafruddin, R.E., & Sunarti, 2017, *Morfologi tanaman dan fase pertumbuhan jagung*.

BIODATA PENULIS

- Yuniken Ruscahyani**, lahir di Gresik pada tanggal 6 Juni 1997. Saat ini tercatat sebagai mahasiswa tingkat akhir di Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Sarita Oktorina, M.Kes.**, menyelesaikan pendidikan sarjana Jurusan Kesehatan Lingkungan dan K3 di STIKES Tamalatea Makassar dan Magister Jurusan Gizi di Universitas Hasanuddin Makassar. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap Program Studi Teknik Lingkungan pada Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dengan bidang minat gizi, kesehatan, dan lingkungan.
- Abdul Hakim, M.T.**, menyelesaikan pendidikan sarjana Jurusan Teknik Sipil di Universitas Diponegoro dan Magister Jurusan Teknik Sipil di Universitas Islam Sultan Agung. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya pada bidang minat teknik sipil, geodesi, dan mitigasi bencana.