

Sintesis dan Karakterisasi *Biodegradable Styrofoam* Berbahan Dasar Tepung Singkong dan Selulosa Batang Singkong dengan Metode *Thermopressing*

Mochammad Rasyiid Febrianto*, Laily Tazkiyah, Dyah Suci Perwitasari

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: 21031010161@student.upnjatim.ac.id

Diterima: 12 Agustus 2025

Disetujui: 20 Agustus 2025

Abstract

Environmental concerns arising from the accumulation of synthetic styrofoam waste have prompted the search for eco-friendly packaging alternatives. This study aims to synthesize and characterize biodegradable styrofoam made from cassava flour and cellulose extracted from cassava stems using the thermopressing method. Cellulose was obtained through delignification and bleaching of dried cassava stems sieved to 80 mesh. The synthesis process involved varying polyvinyl alcohol (PVA) concentrations (0–20% w/w) and molding temperatures (140–180°C). Characterization included water absorption, soil burial biodegradation, and tensile strength testing. The results showed that increasing PVA concentration and molding temperature reduced water absorption and improved tensile strength. The optimal formulation was achieved with 20% PVA and a pressing temperature of 180°C, resulting in 8.41% water absorption, 30.33% biodegradation after 30 days, and a tensile strength of 2.88 MPa. Although the tensile strength does not yet meet the Indonesian National Standard (SNI ≥ 29.16 MPa), the material demonstrates promising potential as a biodegradable alternative to petroleum-based styrofoam.

Keywords: *biodegradable styrofoam, cassava flour, cassava stem cellulose, thermopressing, pva, characterization*

Abstrak

Permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh akumulasi limbah styrofoam sintesis mendorong upaya pencarian alternatif material pengemas yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi biodegradable styrofoam berbasis tepung singkong dan selulosa dari batang singkong menggunakan metode thermopressing. Selulosa diperoleh melalui proses delignifikasi dan *bleaching* terhadap batang singkong yang telah dikeringkan dan diayak hingga lolos 80 mesh. Proses sintesis *biodegradable styrofoam* dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi polivinil alkohol (PVA) sebesar 0–20% (w/w) dan suhu cetak 140–180°C. Karakterisasi dilakukan terhadap daya serap air, biodegradasi tanah (soil burial test), dan kekuatan tarik (tensile strength). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PVA dan suhu cetak dapat menurunkan daya serap air dan meningkatkan kekuatan tarik. Formulasi terbaik diperoleh pada penambahan 20% PVA dan suhu cetak 180°C, dengan daya serap air sebesar 8,41%, tingkat biodegradasi sebesar 30,33% selama 30 hari, dan kekuatan tarik mencapai 2,88 MPa. Meskipun belum sepenuhnya memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk kuat tarik ($\geq 29,16$ MPa), material ini menunjukkan potensi sebagai alternatif biodegradable pengganti styrofoam berbasis petroleum.

Kata Kunci: *biodegradable styrofoam, tepung singkong, selulosa batang singkong, thermopressing, pva, karakterisasi*

1. Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara di kawasan Asia Tenggara yang memiliki wilayah pertanian yang cukup luas. Salah satu komoditas hasil pertanian yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah tanaman singkong. Tanaman singkong (*Manihot Esculenta*) termasuk dalam kelompok tanaman pangan yang berperan penting sebagai sumber energi kedua setelah padi [1]. Masyarakat Indonesia umumnya memanfaatkan bagian akar yang mengalami pembengkakan atau biasa disebut umbi singkong untuk diolah menjadi berbagai jenis produk pangan. Namun, pemanfaatan bagian batang tanaman singkong masih sangat terbatas. Hanya sebagian kecil masyarakat Indonesia yang menggunakan batangnya, di mana selama ini hanya sekitar 10% dari tinggi batang yang digunakan kembali untuk proses penanaman, sementara 90% sisanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal [2].

Limbah batang singkong yang tidak dimanfaatkan ini umumnya dibakar karena apabila dibiarkan menumpuk, dapat menjadi tempat berkembang biaknya tikus dan berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman lain di sekitarnya. Padahal, batang singkong mengandung senyawa kimia yang cukup potensial, yaitu selulosa sebesar 44%, hemiselulosa sekitar 29,55%, dan lignin sekitar 15,39% [3]. Tingginya kandungan selulosa pada batang singkong membuka peluang untuk dijadikan bahan baku alternatif dalam pembuatan produk ramah lingkungan seperti biodegradable styrofoam.

Biodegradable styrofoam merupakan alternatif kemasan makanan yang lebih ramah terhadap lingkungan karena terbuat dari bahan dasar pati dan selulosa. Hal ini tentu menjadi solusi yang lebih aman dibandingkan styrofoam konvensional yang mengandung zat kimia seperti styrene dan benzena, yang dapat melepaskan senyawa berbahaya saat dibakar dan berisiko menyebabkan berbagai penyakit [4]. Berdasarkan penelitian, biodegradable styrofoam yang dibuat dari campuran selulosa jerami dan pati kulit singkong dengan rasio 20:80 (g/g), serta ditambah dengan gliserol dan PVA (dengan rasio 10:20 g/g), menunjukkan hasil daya serap air sebesar 12,00%, tingkat biodegradasi sebesar 23,88% dalam waktu 14 hari, dan kekuatan tarik mencapai 2,02 MPa [5]. Sementara itu, biodegradable styrofoam berbasis pati singkong yang dibuat dengan metode pemanggangan (baking process) memiliki daya serap air sebesar 26,30% dan biodegradasi sebesar 29,39% dalam 14 hari. Namun demikian, metode ini masih menyisakan kelemahan berupa adanya rongga dalam produk akibat pemanasan yang tidak merata [6]. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa meskipun proses pembuatan biodegradable styrofoam telah dilakukan, hasilnya masih belum sepenuhnya memenuhi standar yang diharapkan. Namun, dari penjelasan tersebut juga dapat terlihat bahwa limbah batang singkong yang selama ini dianggap tidak bernilai ternyata memiliki potensi ekonomi jika diolah dengan tepat dan dikombinasikan dengan bahan tambahan lain, sehingga dapat menjadi kemasan makanan yang lebih ramah lingkungan.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah batang singkong secara optimal dengan meneliti pengaruh penambahan bahan kimia berupa polivinil alkohol (PVA) serta variasi suhu pencetakan terhadap karakteristik biodegradable styrofoam yang dibuat menggunakan metode thermopressing. Harapannya, hasil akhir dari penelitian ini dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan menghasilkan produk kemasan makanan yang aman bagi lingkungan serta bernilai guna tinggi.

2. Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian diantaranya yaitu limbah batang singkong, Tepung Singkong, Polivinil Alkohol ((C₂H₄O)_n), Magnesium Stearat (Mg(C₁₈H₃₅O₂)₂), Natrium Hidroksida (NaOH), Aquadest, Hidrogen Peroksida (H₂O₂).

Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan *biodegradables styrofoam* dengan menggunakan alat thermopressing. Hasil dari Thermopressing akan dilakukan uji biodegradasi, daya kuat tarik, daya serap air. Berikut ini merupakan tahapan dalam proses pembuatan *biodegradable styrofoam* pada penelitian ini.

1) Persiapan Bahan Baku

Batang singkong dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil dengan panjang 15 cm. Batang singkong dikupas untuk memisahkan dari kulitnya. Selanjutnya batang singkong digiling hingga berbentuk serbuk batang singkong, lalu dijemur selama 4 jam yang berfungsi untuk memudahkan selama proses pengayakan. Serbuk batang singkong yang telah kering, kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh. Setelah didapatkan serbuk batang singkong berukuran 80 mesh, kemudian dilakukan analisis kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin

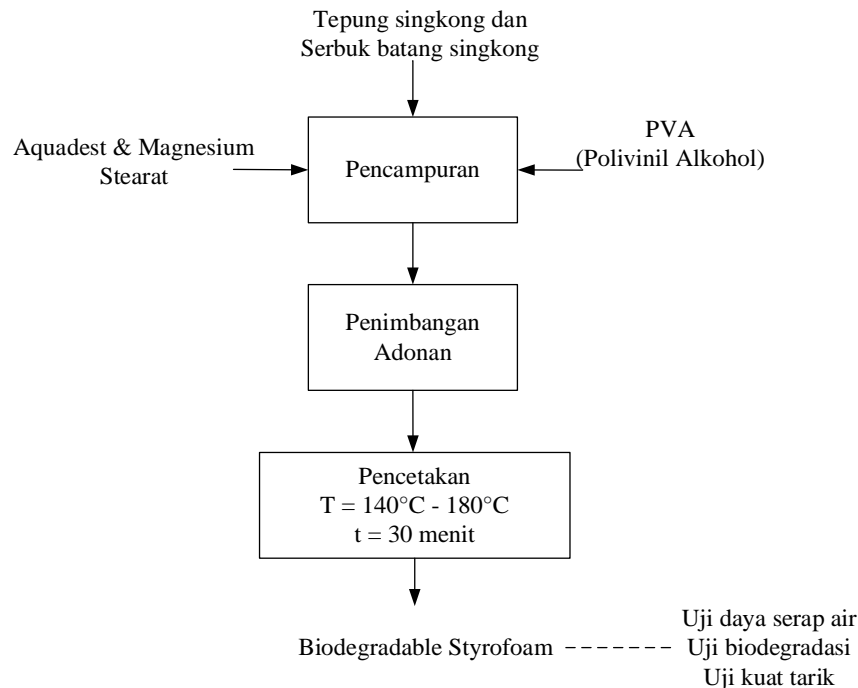
2) Delignifikasi dan Bleaching

Serbuk batang singkong dimasak dalam larutan NaOH 10% (rasio 2:25) pada 100°C selama 1 jam dengan kecepatan pengadukan 300 rpm, kemudian disaring dan residunya dicuci hingga pH netral serta dikeringkan pada 105°C selama 2 jam. Proses bleaching dilakukan menggunakan H₂O₂ 2% (rasio 1:8) pada suhu 60°C selama 2 jam, dilanjutkan pencucian hingga netral dan pengeringan ulang pada suhu yang sama. Serbuk hasil akhir dianalisis kandungan selulosa dan lignin.

3) Pembuatan Biodegradable Styrofoam

Polivinil alkohol dengan variasi polivinil alkohol 0%; 5%; 10%; 15% dan 20% (w/w) dari jumlah berat tepung singkong dan serbuk batang singkong dilarutkan dengan air 3:2 (perbandingan air : jumlah berat pati dan selulosa) kemudian dipanaskan hingga membentuk seperti adonan lem. Tepung singkong dan serbuk batang singkong dicampurkan dengan perbandingan tepung singkong dengan serbuk batang singkong yaitu 5:1. serta menambahkan magnesium stearat 4%(w/w) dari

jumlah berat tepung singkong dan serbuk batang singkong Adonan diaduk hingga tercampur dengan rata. Setelah tercampur rata adonan ditimbang dengan berat adonan sebanyak 60 gram. Adonan yang sudah diambil selanjutnya dicetak menggunakan alat thermopressing dengan kondisi suhu (140°C, 150°C, 160°C, 170°C dan 180°C) selama 30 menit. Setelah *biodegradable styrofoam* terbentuk, selanjutnya disimpan dan dilakukan uji kuat tarik, uji biodegradasi, dan uji daya serap air. Pada proses pembuatan *biodegradable styrofoam* dijelaskan pada diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram alir pencetakan Biofoam

4) Uji Biodegradable Styrofoam

Biodegradable styrofoam yang sudah dicetak akan dilakukan uji biodegradasi, daya serap air dan uji daya kuat tarik.

- Uji Biodegradasi : Uji ini dilakukan menggunakan metode soil burial test di mana sampel biodegradable styrofoam ditanam di dalam tanah pada selama waktu tertentu dengan mengamati perubahan berat sampel setiap hari. Sampel dipotong dengan ukuran 10 mm × 10 mm lalu masukan kedalam tanah dengan kedalaman 8 cm. Sebelum ditanamkan, sampel ditimbang sebagai berat awal (W₀). Kemudian sampel dibiarkan selama 14 hari. Setelah 14 hari, bersihkan sampel dari sisa – sisa tanah, lalu timbang hasilnya sebagai berat akhir (W_i) dan lakukan perhitungan berapa banyak kehilangan sampel dengan persamaan berikut :

$$Biodegradasi = \frac{W_0 - W_i}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W₀ : Massa Sampel awal

W_i : Massa Sampel setelah penanaman

[7]

- Uji Daya Serap Air : Analisa kemampuan serap air dari bahan dilakukan dengan metode yaitu ABNT NBR NM ISO 535 (1999) dan SNI 1969:2008. Sampel *biodegradable styrofoam* dipotong dengan ukuran 2,5 cm × 5 cm lalu ditimbang sebagai berat awal (M₀), kemudian sampel direndam dalam air selama beberapa menit, dan diangkat dan keringkan dengan tisu secara perlahan untuk menghilangkan sisa air, lalu ditimbang sebagai berat akhir (M_t). Berat akhir sampel dibandingkan dengan berat awal sampel, lalu dilakukan perhitungan banyaknya air yang terserap dengan menggunakan persamaan:

$$Daya\ serap\ air\ (\%) = \frac{m_t - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

M_t : Massa Sampel Setelah Perendaman

M₀ : Massa Sampel Sebelum Perendaman

[8]

- Uji Daya Kuat Tarik : Uji kekuatan tarik biodegradable styrofoam dilakukan sesuai standar ASTM D638 untuk mengetahui kemampuan material dalam menahan gaya hingga terjadi kerusakan. Nilai kuat tarik dihitung berdasarkan rasio antara gaya maksimum (F_{max}) yang diterima terhadap luas penampang sampel (A), menggunakan persamaan:

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

Keterangan :

σ : Kuat Tarik (N/mm²)

F_{maks} : Tegangan Maksimum (N)

A : Luas Permukaan (mm²)

[9]

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Kadar Lignin dan Selulosa pada Batang Singkong

Analisa kadar lignin dan selulosa batang singkong sebelum dan sesudah delignifikasi dan bleaching dilakukan di Laboratorium Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Hasil analisis kadar lignin dan selulosa batang singkong ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Lignin dan Selulosa pada Batang Singkong sebelum dan sesudah delignifikasi

Parameter	Sebelum Delignifikasi Dan Bleaching	Setelah Delignifikasi Dan Bleaching
Selulosa	41,65	48,72
Lignin	23,89	5,50

Data pada **Tabel 1** menunjukkan peningkatan kadar selulosa dan penurunan lignin setelah proses delignifikasi dan bleaching. Lignin merupakan salah satu komponen struktural kompleks yang terdapat pada dinding sel tanaman dan berfungsi untuk merekatkan antar sel dalam jaringan tanaman. Proses delignifikasi dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan lignin dari bahan lignoselulosa, sehingga kemurnian selulosa dapat ditingkatkan dan potensi pemanfaatannya menjadi lebih luas [10]. Tahapan bleaching dalam proses isolasi selulosa diperlukan untuk meningkatkan kecerahan serat yang telah mengalami delignifikasi, serta menghilangkan sisa-sisa lignin, hemiselulosa, kromofor, abu, dan pektin yang tidak sepenuhnya terurai. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bahan kimia pemutih yang mampu memecah rantai panjang lignin menjadi fragmen-fragmen pendek, yang kemudian larut selama tahap pencucian, sehingga diperoleh selulosa dengan tingkat kemurnian yang tinggi [11].

Penurunan kadar lignin dalam material lignoselulosa sangat berperan dalam meningkatkan interaksi antarmolekul serat. Dengan berkurangnya lignin yang bersifat hidrofobik, hambatan terhadap pembentukan ikatan hidrogen antar gugus hidroksil pun menurun. Akibatnya, permukaan serat menjadi lebih reaktif dan mampu berikatan lebih baik dengan matriks seperti pati atau selulosa, sehingga memungkinkan terbentuknya struktur foam yang lebih padat, stabil, serta homogen. Kondisi ini secara langsung mendukung peningkatan sifat mekanik, ketahanan bentuk, dan efektivitas proses biodegradasi dari produk biofoam. Serat selulosa sendiri dikenal memiliki kekuatan mekanik yang tinggi [12]. Oleh karena itu, kandungan selulosa yang tinggi dalam suatu bahan sangat penting, karena memungkinkan terbentuknya ikatan serat yang kuat dan mendukung pembuatan biodegradable styrofoam yang sesuai dengan standar mutu [13]. Hasil analisis uji daya serap air, uji biodegradasi, dan uji daya kuat tarik akan ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Daya Serap Air, Biodegradasi dan Daya kuat Tarik

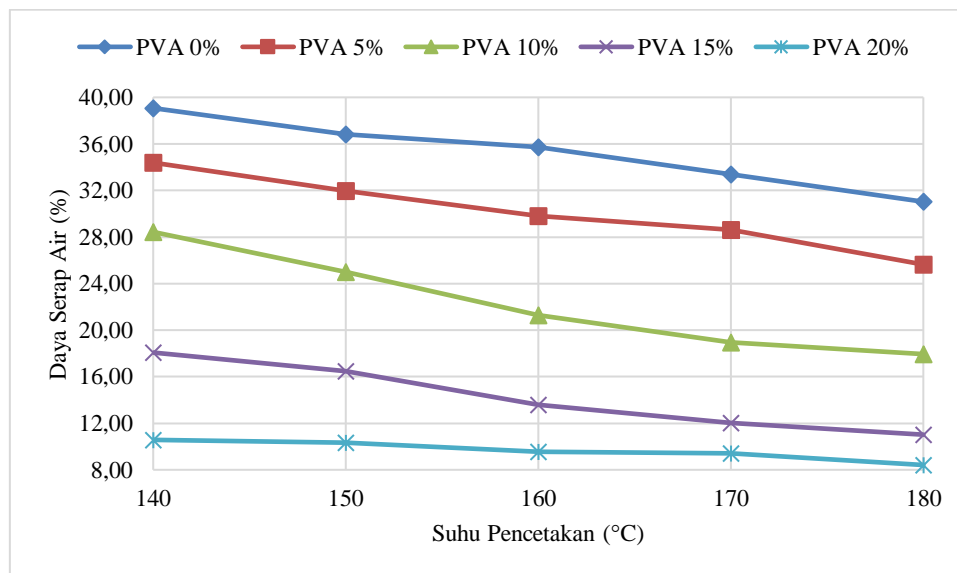
Suhu Pecetakan (°C)	Konsentrasi PVA	Daya Serap Air (%)	Biodegradasi (%)	Daya Kuat Tarik (N/mm ²)
140	0%	37,12	37,12	0,12
150		36,24	36,24	0,13
160		35,64	35,64	0,14
170		33,24	33,24	0,16
180		30,33	30,33	0,17
140	5%	29,98	29,98	0,13
150		27,08	27,08	0,14

Suhu Pencetakan (°C)	Konsentrasi PVA	Daya Serap Air (%)	Biodegradasi (%)	Daya Kuat Tarik (N/mm ²)
160		25,97	25,97	0,15
170		24,95	24,95	0,18
180		23,76	23,76	0,19
140	10%	22,95	22,95	0,13
150		21,98	21,98	0,17
160		21,56	21,56	0,18
170	15	21,51	21,51	0,18
180		20,85	20,85	0,21
140		20,84	20,84	0,15
150	20%	19,15	19,15	0,16
160		18,91	18,91	0,17
170		17,68	17,68	0,19
180		13,88	13,88	0,19
140		13,61	13,61	0,18
150		11,1	11,1	0,2
160		9,49	9,49	0,21
170		7,57	7,57	0,26
180		5,33	5,33	0,3

Dari data **Tabel 2** di atas dapat diketahui pada setiap penambahan suhu dan konsentrasi polivinil alkohol dapat menyebabkan penurunan nilai pada daya serap air dan biodegradasi dan menaikkan nilai daya kuat tarik. Untuk penjelasan lebih lanjut tentang pengaruh suhu pencetakan dan konsentrasi akan dijelaskan pada penjelasan berikut ini:

Hasil Analisis Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan dengan cara memotong sampel sesuai ukuran lalu ditimbang berat sampel sebelum di masukkan kedalam air dan sesudah dimasukkan kedalam air. Berikut ini adalah hasil uji daya serap air yang telah dilakukan.



Gambar 1. Hubungan Suhu Pencetakan Dengan Daya Serap Air pada berbagai penambahan PVA

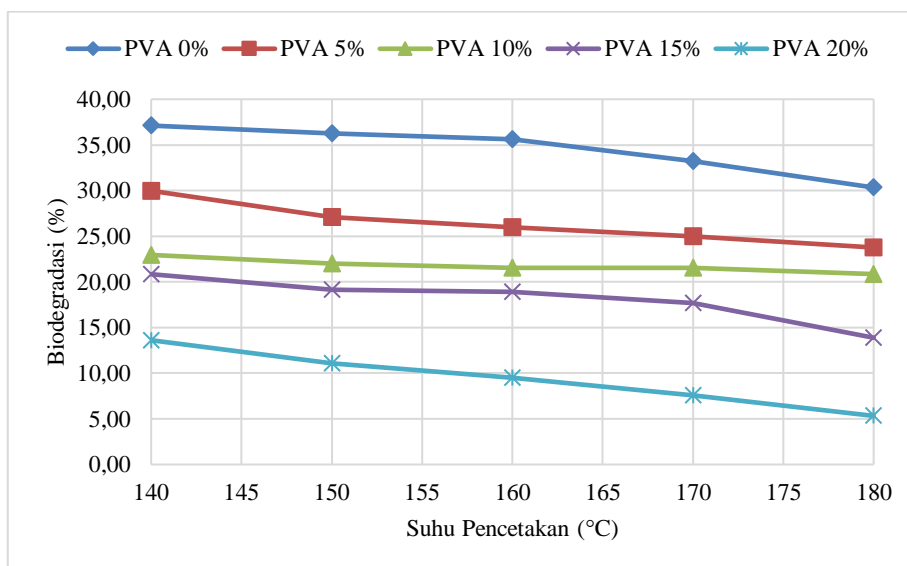
Pada grafik **Gambar 1** diatas dapat diketahui bahwa pengaruh peningkatan suhu pada setiap variasi penambahan PVA dengan nilai daya serap air berbanding terbalik, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan dari daya serap air seiring dengan penambahan PVA dan peningkatan suhu. Dapat dilihat pada tabel 2. Bahwa nilai daya serap air terendah diperoleh pada variasi suhu 180°C dan penambahan PVA 20% sebesar 8,41 %. Sedangkan data daya serap air tertinggi ada pada variasi suhu 140°C dan tanpa penambahan PVA sebesar 39,07%. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan PVA serta peningkatan suhu pencetakan memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat daya serap air pada biodegradable styrofoam.

Semakin tinggi konsentrasi PVA yang ditambahkan, maka nilai daya serap air cenderung menurun, yang mengindikasikan peningkatan kualitas karakteristik dari biodegradable styrofoam tersebut. Hal ini disebabkan karena peningkatan konsentrasi PVA menghasilkan struktur foam yang lebih padat dan rapat, serta porositas yang lebih kecil. Penambahan polivinil alkohol (PVA) mampu membentuk adonan dengan kepadatan tinggi dan rongga-rongga yang lebih kecil. PVA sendiri bersifat hidrofilik, sehingga memiliki kemampuan mengembang dalam air. Sifat ini ditentukan oleh keberadaan gugus hidroksil (-OH) dalam molekulnya, yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Ketika PVA dikombinasikan dengan pati, terjadi pembentukan ikatan silang (cross-linking) yang membentuk jaringan padat dan mampu mengisi ruang antar rantai molekul pati. Selain itu, kehadiran selulosa dari batang singkong turut memperkuat struktur material, karena berperan dalam membentuk serat-serat yang memperkuat ikatan antar komponen [14].

Peningkatan suhu selama proses pencetakan juga memberikan efek yang serupa. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin sedikit kandungan air yang tersisa dalam struktur biodegradable styrofoam. Suhu yang lebih tinggi menyebabkan air bebas dalam adonan cepat menguap karena energi panas yang lebih besar, sehingga mengurangi kelembaban akhir dari produk. Selain itu, suhu tinggi juga memicu pembentukan ikatan hidrogen yang lebih kuat antara gugus hidroksil dari pati dan PVA, menghasilkan matriks foam yang lebih padat dan rapat. Penambahan PVA dalam campuran pati turut meningkatkan fleksibilitas serta ketahanan terhadap air dari biodegradable styrofoam [15]. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji, di mana penambahan PVA sebanyak 20% menghasilkan nilai daya serap air sebesar 8,41%. Nilai tersebut telah memenuhi ketentuan daya serap air maksimum untuk biodegradable styrofoam yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu sebesar 26,12%.

Hasil Analisis Uji Biodegradasi

Uji Biodegradasi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama *biodegradable styrofoam* akan terurai dengan tanah (*soil burial test*). Uji ini dilakukan dengan cara menimbang berat sampel sebelum dan sesudah di kubur kedalam tanah sedalam 8 cm. Berikut ini adalah **Gambar 2** hasil uji biodegradasi yang telah dilakukan.



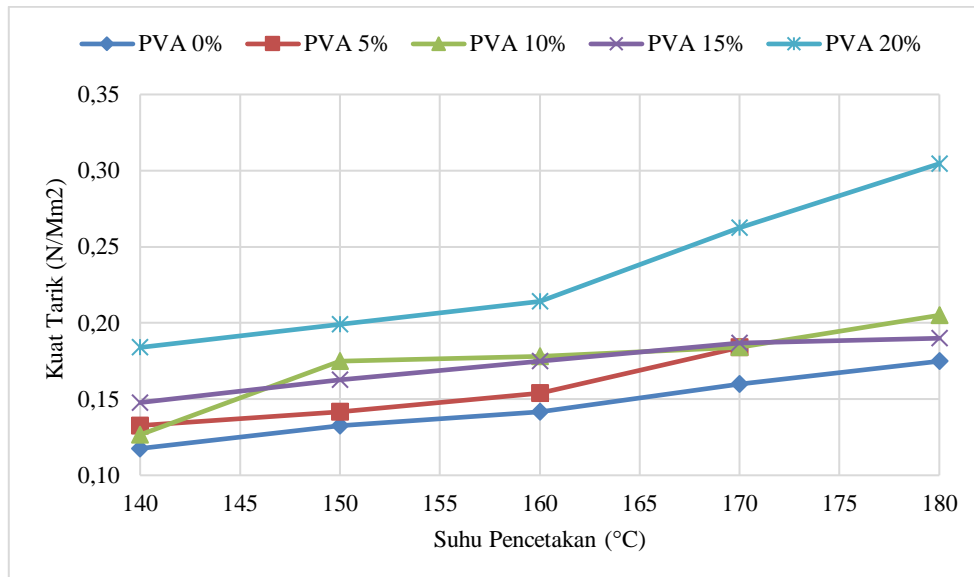
Gambar 2. Hubungan Suhu Pencetakan Dengan Biodegradasi pada Berbagai Penambahan PVA

Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PVA dan suhu pencetakan menurunkan laju biodegradasi, nilai biodegradasi semakin turun seiring dengan meningkatnya konsentrasi PVA yang ditambahkan. Pada table 2. Dapat dilihat bahwa nilai biodegradasi paling rendah terdapat pada penambahan PVA sebesar 20 % dengan suhu pencetakan 180°C dengan nilai 5,33 % serta nilai biodegradasi paling tinggi terdapat pada tanpa penambahan PVA dengan suhu pencetakan 140 °C dengan nilai 37,12%. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan kerapatan struktur foam yang dihasilkan dari penambahan PVA. PVA berfungsi sebagai penguat struktur, sehingga mampu mengurangi porositas dan menurunkan daya serap air material. Dampaknya, proses dekomposisi oleh mikroorganisme menjadi lebih lambat, karena rongga-rongga dalam foam telah terisi oleh PVA yang memiliki sifat tahan air dan memperkuat struktur [16]. Selain itu, kenaikan suhu selama proses pencetakan turut mempengaruhi sifat biodegradasi material.

Suhu tinggi menyebabkan terjadinya gelatinisasi, yang memungkinkan pencampuran antar komponen menjadi lebih homogen. Akibatnya, terbentuk struktur foam yang lebih padat dan kompak, yang kemudian menghambat penetrasi mikroorganisme dan memperlambat proses degradasi [17].

Hasil Analisis Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang.



Gambar 3. Hubungan Suhu Pencetakan dengan Daya Kuat Tarik pada Berbagai Penambahan PVA

Pada **Gambar 3** dapat diketahui hubungan linier antara peningkatan konsentrasi PVA dan suhu pencetakan terhadap kekuatan tarik biodegradable styrofoam, nilai kuat tarik dari setiap penambahan PVA dan kenaikan suhu pencetakan. Diketahui bahwa nilai kuat tarik terkecil sebesar 0,12 N/mm² tanpa penambahan PVA dan dengan suhu pencetakan sebesar 140 °C. Sedangkan data kuat tarik terbesar yaitu pada penambahan PVA 20% dan suhu pencetakan sebesar 180 °C sebesar 0,3 N/mm². Peningkatan karakteristik biodegradable styrofoam dipengaruhi oleh keberadaan serat selulosa dan polimer termoplastik yang berperan dalam memperkuat struktur material. Polimer termoplastik sendiri memiliki dua fase, yaitu fase kristalin dan amorf. Fase kristalin yang memiliki susunan molekul yang teratur berkontribusi terhadap peningkatan kekuatan tarik material, sedangkan fase amorf yang strukturnya tidak beraturan cenderung melemahkan kekuatan tersebut. Nilai kekuatan tarik yang masih tergolong rendah menunjukkan bahwa struktur foam yang dihasilkan didominasi oleh fase amorf [18].

Dari hasil pengujian, diketahui bahwa kekuatan tarik maksimum dari biodegradable styrofoam yang diperoleh adalah sebesar 0,30 N/mm², yang masih berada jauh di bawah standar minimum yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI), yakni sebesar $\geq 29,16$ MPa. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa produk yang dihasilkan belum memenuhi kriteria SNI dalam aspek kekuatan tarik, sehingga diperlukan upaya lebih lanjut dalam mengoptimalkan formulasi bahan dan parameter proses produksinya. Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi penambahan polyvinyl alcohol (PVA) sebanyak 20% dan suhu cetak sebesar 180°C memberikan hasil terbaik. Biodegradable styrofoam yang dihasilkan menunjukkan tekstur yang padat, serta memiliki karakteristik fisik yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan melalui nilai daya serap air yang rendah sebesar 8,41%, tingkat biodegradasi sebesar 5,33%, serta kekuatan tarik mencapai 0,3 N/mm².

4. Kesimpulan

Sintesis biodegradable styrofoam dengan menggunakan tepung singkong dan selulosa dari batang singkong berhasil menghasilkan produk styrofoam yang ramah lingkungan dan memiliki sifat mekanik yang cukup baik, seperti kekuatan tarik, daya serap air, serta kemampuan terurainya. Berdasarkan hasil uji, nilai tertinggi yang dicapai masing-masing adalah kekuatan tarik sebesar 0,3 N/mm², daya serap air sebesar 8,41%, dan tingkat biodegradasi sebesar 5,33%. Dari hasil tersebut, nilai daya serap air dan biodegradasi telah memenuhi ketentuan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI), sementara nilai kekuatannya masih berada di bawah standar yang ditetapkan. Penelitian menunjukkan bahwa adanya penambahan

polyvinyl alcohol (PVA) serta pengaturan suhu pada proses thermopressing berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik biodegradable styrofoam yang dihasilkan. Dengan formulasi penambahan PVA sebanyak 20% dan pengaturan suhu cetak sebesar 180°C, diperoleh produk styrofoam yang memiliki ketahanan mekanik yang baik, terutama dalam hal kekuatan tarik, ketahanan terhadap air, dan tingkat kemampuan terurai di lingkungan.

5. Referensi

- [1] Abubakar, Y., Anhar, A., Hamid, A.H. dan Nasution, A, 'Peningkatan Produksi Bahan Pangan Singkong dengan Memanfaatkan Lahan Gambut di Gampong Kuala Baro, Kecamatan Kuala Pesisir, Kabupaten Nagan Raya' *Community Development Journal*, 2(3), pp.829, 2021
- [2] Haidar, A., Tamrin, Asmara, S. dan Bustomi, 'Pengaruh Campuran Limbah Tongkol Jagung, Batang Singkong dan Batu Bara dengan Perekat Tapioka terhadap Kualitas Briket Biocoal' *J. Agricultural Biosystem Engineering*, 1(2), pp. 247, 2022
- [3] Utomo, Bagus Sediadi Bandol, Singgih Wibowo, and Tri Nugroho Widiyanto. *ASAP CAIR: Cara Membuat & Aplikasinya Pada Pengolahan Ikan Asap*. Penebar Swadaya Grup, 2012.
- [4] Setiawan, D.P, Kartini, K.S, Putra, I.N.T.A. 'Sosialisasi Video Animasi 2D Tentang Pengenalan Penggunaan Styrofoam dan Bahan Alami Dalam Pembuatan Ogoh-ogoh', *Jurnal Widya Laksmi*, 1(1), pp. 32, 2021
- [5] Utami, I., Rachmawati, F., Srianah, P., dan Triana, N. W., "Optimasi Proses Pembuatan Biofoam dari Jerami dan Kulit Singkong dengan RSM" *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2), P.140, 2024
- [6] Akmala, A, dan Supriyo, E, 'Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan Tepung Singkong', *Jurnal Pentana*, 01(1), p. 27-40, 2020
- [7] Sari, H. N., *Biokomposit Berbasis Serat Sembukan (Paederia Foetida L.) -Pati Colocasia Esculenta*, Deepublish Digital, Sleman, 2023
- [8] Gbadeyan, O. J., *Biomass-based Bioplastic and Film*, Department of Chemistry University of Technology Durban, South Africa, 2024
- [9] Rijal, M., Surati, Rosmawati, Natsir, M. A., Tomia, R., Keliandan A., *Limbah Sagu dan Tahu Sebagai Alternatif Bahan Bioplastik*, Uwais Inspirasi Indonesia, Ponorogo, 2025
- [10] Mahfud, A. M., Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. M. I. K., Safar, M., Nurannisa, A., dan Yani, A., *Delignifikasi Limbah Pertanian Menjadi Ransum Organik*, KBM Indonesia, Indonesia, 2024
- [11] Santhi M., Arnata I. W., dan Wrasati L. P., 'Isolasi Selulosa dari Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) pada Variasi Suhu dan Waktu Proses Bleaching dengan Asam Perasetat', *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, Vol. 10(3), 2022
- [12] Tarigan, R. A. P., Pramita, A., Hastuti, S., dan Nurhilal, M., (2024), 'Pengaruh Delignifikasi Alkali terhadap Perubahan Struktur Lignoselulosa Serbuk Sabut Kelapa sebagai Pengisi Komposit Geopolimer', *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 19(3), p. 403-410
- [13] Bahri, S., Fitriani, F. and Jalaluddin, J. (2021) 'Pembuatan Biodegradable foam Dari Ampas Tebu Dan Tepung Maizena', *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), p. 24
- [14] Rusdianto, A. S., Amilia, W., dan Nurjannah, R. N., (2024), 'Synthesis of Biofoam Based On Glucomannan Porang and Polyvinyl Alcohol (PVA) with The Addition of Seaweed Dregs', *International Jpurnal on Food, Agriculture, and Natural Resources*, Vol. 5(03). Pp. 91-97
- [15] Cornellia, A.D. et al. (2023) 'Kombinasi Jerami dan Ampas Tebu Sebagai Biofoam High Durability dan Waterproof dengan Metode Mixing dan Molding', *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(2), p.49-54
- [16] Putri, M., Putri, D. K., dan Putri, A., ' Penambahan Gliserin dan Polivinil Alkohol Terhadap Karakteristik Biofoam dari Kulit Singkong dan Daun Angsana', *Journal Of Research On Chemistry And Engineering*, 2(1), p. 15-18, 2021
- [17] Akmala, A, dan Supriyo, E., 'Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan Tepung Singkong', *Jurnal PENTANA*, 01(1), p. 27-40, 2020
- [18] Hendrawati, N., Dewi, E.N. and Santosa, S., 'Karakterisasi Biodegradable Foam dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif', *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 3(1), p. 47, 2019