RAET: Research in Agricultural Engineering and Technology

Journal homepage: www.online-journal.unja.ac.id/raet

Pengaruh *biodegradable foam* serat sabut buah pinang dan tapioka dengan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA)

Irfan Yohanes Purba[1], Ade Yulia[1], Lisani[2*]
[1]Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia
[2]Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

ARTICLE INFO

Received: February 2026
Revised: March 2026
Accepted: March 2026
Published: March 2026

Corresponding Author:
Author Name*: Lisani
Email: lisani@unja.ac.id

ABSTRACT

Biodegradable foam or biofoam is a packaging that can be decomposed naturally by microbial activity, made from natural compounds such as starch and cellulose. This study aims to determine the effect of adding polyvinyl alcohol (PVA) on the characteristics of biodegradable foam from areca nut and tapioca fibers and to obtain the right addition of polyvinyl alcohol (PVA) to produce the best characteristics of biodegradable foam from areca nut and tapioca fibers. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 5 levels of treatment, namely the addition of polyvinyl alcohol (PVA) (0 g, 7.5 g, 15 g, 22.5 g, and 30 g), 4 replications. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% level to see the differences between each treatment. The results of this study indicate that the addition of polyvinyl alcohol (PVA) has a very significant effect on air content, air absorption, density, biodegradation, and compressive strength. The effective degradable formula is 15 g of polyvinyl alcohol (PVA) with a water content of 8.79%, air absorption of 20.68%, density of 0.70 g/cm3, 100% biodegradation, and compressive strength of 0.037 MPa.

Keywords:
Biodegradable Foam; Polyvinyl Alcohol; Areca Nut Fiber; Tapioca

Pendahuluan

Sampah plastik merupakan salah satu masalah yang paling memprihatinkan di Indonesia. Berdasarkan data (sipsn.menlhk.go.id), tahun 2024 terdapat 37,2 juta ton sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Indonesia, diantaranya 67,73% atau sekitar 25,2 juta ton sampah tersebut tidak dapat terkelola. Sampah plastik mencapai 19,49% atau sekitar 7,2 juta ton. Dalam upaya untuk mengurangi dampak negatif kemasan plastik terhadap lingkungan, kemasan ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan semakin menjadi perhatian utama.

Yudanto (2020), salah satu produk plastik sintetik yang sering digunakan yaitu *styrofoam* yang berperan sebagai kemasan makanan dan memiliki dampak negatif. Bahan dasar *styrofoam* yaitu *styrene*, merupakan zat karsinogenik yang tidak larut dalam sistem pencernaan dan sulit dikeluarkan melalui urin atau feses. Baunsele *et al*., (2020) *styrofoam* juga salah satu penyebab kerusakan lingkungan, *styrofoam* merupakan salah satu jenis plastik yang memiliki sifat sulit untuk didegradasikan oleh mikroorganisme, sehingga dapat bertahan hingga bertahun-tahun dan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan.

Penggunaan *biodegradable foam* sebagai pengganti kemasan plastik konvensional. *Biodegradable foam* atau *biofoam* adalah kemasan yang dapat terurai secara alami oleh aktivitas mikroba, bahan dasarnya terbuat dari senyawa alami yang diambil dari tumbuhan, seperti pati dan selulosa. Bahan dasar dari *biofoam* ini sangat berperan dalam menentukan kualitas, kekuatan, dan daya terurai kemasan tersebut (Cabanillas *et al*., 2019).

Pati singkong adalah salah satu bahan dasar yang baik untuk menghasilkan *biofoam* yang memiliki sifat *biodegradable* dan berasal dari sumber daya terbarukan cukup melimpah (Wang, 2020). Peningkatkan karakteristik dari *biofoam* berbahan dasar pati singkong dapat menjadi alternatif kemasan yang lebih unggul dan ramah lingkungan. Pati memiliki karakteristik berekspansi akibat adanya proses panas dan tekanan maka proses pembuatan *biofoam* berbasis pati menggunakan *baking process* (Putri *et al*., 2021). Metode *baking process* adalah metode yang menggunakan prinsip pencetakan dan pemanggangan untuk menghilangkan kadar air bahan. Proses pengeringan

How to Cite:
Purba, I.Y., Yulia, A., & Lisani (2026). Pengaruh *Biodegradable Foam* Serat Sabut Buah Pinang dan Tapioka dengan Penambahan *Polyvinyl Alcohol* (PVA). RAET, *1*(1), 16-25.

yang terjadi di dalam oven akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat lepasnya air, sehingga gel akan membentuk lapisan yang stabil (Hendrawati *et al*., 2015). Serat yang telah digunakan pada pembuatan *biofoam* adalah serat ampas tebu Hevira *et al*., (2021) dan batang daun pisang Isabella & Hendrawati, (2022).

Serat sabut buah pinang belum pernah dimanfaatkan sebagai sumber serat alami dalam pembuatan *biofoam*. Sabut pinang berasal dari bagian kulit buah pinang merupakan hasil samping dari pengolahan buah pinang untuk diambil bagian bijinya. Devaki & Sangeetha, (2017) buah pinang terdiri dari sekitar 40% bagian kulitnya. Pada saat panen, kulit buah pinang tersebut akan menimbulkan masalah lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Sabut pinang mengandung selulosa 70,09%, lignin 14,23%, wax 0,39% dan abu 2,72%. Selulosa merupakan komponen utama terbesar sabut buah pinang, yaitu sebesar 70,09%. Kandungan selulosa yang tinggi pada sabut buah pinang dapat digunakan sebagai bahan penguat dalam pembuatan *biofoam*.

Dalam upaya untuk mendapatkan kemasan *biodegradable* yang lebih baik, dalam aspek fisik dan mekanik kemasan, sebagai bahan tambahan dimasukkan *polyvinyl alcohol* (PVA) dan *magnesium stearate*. PVA merupakan polimer sintetis yang mudah larut dalam air dan dapat terdegradasi secara alami atau *biodegradable*. Hal ini yang menyebabkan PVA banyak digunakan sebagai bahan kemasan alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang sangat baik dalam pembentukan kemasan dan fleksibilitas yang tinggi (Savitri Iriani *et al*., 2015). Penambahan *magnesium stearate* berfungsi sebagai *demolding agent* yaitu sebagai bahan untuk mempermudah saat melepaskan produk hasil pengovenan (*baking*) dari cetakan (Taufiqurrahman, 2014).

Berdasarkan Penelitian Hutagalung *et al*., *(*2024) tentang pembuatan *biofoam* berbasis pati singkong dan serat eceng gondok menggunakan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) dan gliserol sebanyak 8% dengan hasil analisa uji daya serap air sebesar 9,76%, uji tekuk sebesar 9,20 MPa, dan uji tingkat biodegradabilitas sebesar 100% selama 15 hari. Penelitian Dayaka *et al*., (2023) tentang pembuatan *biofoam* berbasis pati sagu dan ampas tebu menggunakan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) sebanyak 15% dengan hasil analisa uji kadar air sebesar 9,54%, uji daya serap air sebesar 8,11% dan uji tingkat biodegradabilitas sebesar 81,34 % selama 7 hari. Penelitian Fitrianti *et al*., (2023) tentang pembuatan *biofoam* berbasis tepung biji nangka dan ampok jagung menggunakan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) sebanyak 10% hasil analisa daya serap air sebesar 8,82%, uji densitas sebesar 0,63 g/cm^3, uji tingkat biodegradabilitas sebesar 14,18% selama 12 hari, uji modulus elastisitas sebesar 300 MPa, dan uji kuat tarik sebesar 50 MPa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) terhadap karakteristik *biodegradable foam* dari serat sabut buah pinang dan tapioka serta mendapatkan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) yang tepat sehingga menghasilkan karakteristik *biodegradable foam* dari serat sabut buah pinang dan tapioka yang terbaik.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tapioka, sabut buah pinang, *magnesium stearate*, *polyvinyl alcohol* (PVA), natrium hidroksida (NaOH), dan aquadest. Alat yang digunakan adalah *chopper*, ayakan 20 *mesh*, panci *stainless*, sendok, kompor gas, oven listrik, kain saring, gunting seng, mixer, gelas ukur, seng, termometer, timbangan digital, neraca analitik, pinset, pisau, jangka sorong, desikator, *tissue*, gelas beaker, aluminium foil, cawan aluminium, plastik *ziplock*, *texture analyzer*, baskom plastik, wadah plastik, penggaris, *wrap paper*, cetakan 15 cm × 15 cm dengan tebal 2 mm, piring *stainless*, mangkuk *stainless*, dan kertas pH.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 taraf perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA), setiap perlakuan dilakukan ulangan 4 kali sehingga diperoleh 20 satuan percobaan.
P1= Penambahan 0 g *polyvinyl alcohol* (PVA)
P2= Penambahan 7,5 g *polyvinyl alcohol* (PVA)
P3= Penambahan 15 g *polyvinyl alcohol* (PVA)
P4= Penambahan 22,5 g *polyvinyl alcohol* (PVA)
P5= Penambahan 30 g *polyvinyl alcohol* (PVA)

Pada penelitian ini formulasi *biodegradable foam* serat sabut buah pinang dan tapioka dengan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) dapat dilihat pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Formulasi Komposisi Bahan pada Setiap Perlakuan Penambahan *Polyvinyl Alcohol (PVA)*

Bahan Yang Digunakan	**Perlakuan**				
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
Serat sabut buah pinang (g)	15	15	15	15	15
Tapioka (g)	33	33	33	33	33
Magnesium stearate (g)	2	2	2	2	2
Aquadest (ml)	100	100	100	100	100
Polyvinyl Alcohol (g)	0	7,5	15	22,5	30
Jumlah Total (g)	**150**	**157,5**	**165**	**172,5**	**180**

Sumber: Dayaka *et al*., (2023) dimodifikasi

Persiapan bahan baku

Buah pinang yang digunakan adalah buah pinang dengan varietas Pinang Betara berwarna kuning sempurna. Proses awal, sabut buah pinang dibelah. Lapisan luar (*epicarp*) pada kulit buah pinang dikupas, sehingga menyisakan lapisan tengah (*mesocarp*) sabut dan (*endocarp*) biji buah pinang. Sabut buah pinang dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan cara dicuci. Proses penjemuran dengan sinar matahari selama 48 jam. Biji buah pinang dicungkil menggunakan pisau, sabut buah pinang dipotong dengan ukuran ± 0,5 cm. Sabut buah pinang disimpan yang tertutup rapat sebelum digunakan.

Proses pembuatan serat sabut buah pinang (modifikasi Aprilyo, 2019)

Proses pembuatan serat sabut buah pinang menggunakan metode *pulping*. Sabut buah pinang dideliginifikasi menggunakan larutan NaOH. Sebanyak 500g sabut buah pinang dimasukkan ke dalam panci *stainless*. Pemasakan menggunakan larutan konsentrasi NaOH 25% sebanyak 7 liter. Sabut buah pinang dimasak pada suhu 100ºC selama 90 menit, selanjutnya dicuci menggunakan air bersih. Bahan yang telah bersih dihaluskan menggunakan *chopper* selama 10 menit menjadi bentuk bubur serat dan menjadi *pulp*. *Pulp* disaring menggunakan kain saring, kemudian *pulp* dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 105ºC selama 5 jam, lalu dilakukan penghalusan kembali menggunakan *chopper* selama 5 menit. Serat sabut buah pinang yang telah halus diayak menggunakan ayakan 20 *mesh* dan disimpan dalam wadah plastik yang tertutup rapat sebelum digunakan.

Proses pembuatan biodegradable foam (modifikasi Hendrawati *et al*., 2015)

Pembuatan *biofoam* menggunakan metode *baking process*, proses pembuatan *biofoam* diawali dengan melarutkan PVA sesuai perlakuan (0 g, 7,5 g, 15 g, 22,5 g, dan 30 g) dengan aquadest 50 ml pada suhu 85ºC hingga homogen. Penimbangan bahan kering tapioka sebanyak 33 g, serat sabut buah pinang sebanyak 15 g, dan *magnesium stearate* sebanyak 2 g. Tapioka sebanyak 33 g dan serat sabut buah pinang sebanyak 15 g dicampur menggunakan aquadest 50 ml, lalu mixer selama 5 menit hingga homogen. PVA yang telah dilarutkan dicampurkan dengan adonan tapioka dan serat. Pencampuran menggunakan mixer selama 5 menit. Campurkan *magnesium stearate* sebanyak 2 g ke dalam adonan lalu mixer selama 5 menit. Adonan dimasukkan ke cetakan dengan ukuran 15 × 15 cm dengan ketebalan 2 mm, selanjutnya adonan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 80ºC selama 15 jam untuk menghilangkan kadar air. Proses selanjutnya *biofoam* dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu ruang selama 1 jam, kemudian disimpan dalam plastik *ziplock*.

Analisis kadar air (AOAC, 2005)

Salah satu parameter penting yang menentukan kualitas *biofoam* adalah kadar air, karena dapat mempengaruhi awet atau tidaknya *biofoam*. *Biofoam* dengan kadar air tinggi akan mudah rusak dan ketahanan terhadap air menjadi rendah. Tujuan pengukuran kadar air yaitu untuk menentukan kualitas dan ketahanan pada suatu bahan terhadap kerusakan yang mungkin terjadi (Arifin Dayaka *et al*., 2023). Kadar air pada *biofoam* dianalisa dengan menggunakan acuan standar AOAC, 2005. Kadar air ditentukan dengan cara pengeringan di dalam oven. Dipanaskan cawan aluminium dalam oven pada suhu 105ºC selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit untuk menghilangkan uap air lalu ditimbang sebagai (A). Sampel dikecilkan ukurannya terlebih dahulu kemudian dimasukkan ke dalam cawan aluminium dan ditimbang seberat 2 g sebagai (B). Cawan aluminium kemudian dipanaskan di dalam oven pada suhu 105ºC selama 3 jam dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang sebagai (C). Tahap ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali hingga diperoleh berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut maksimal 0,02 g). Kadar air *biofoam* dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \qquad (1)$$

Keterangan :
A = berat cawan kosong (g)
B = berat cawan kosong + sampel sebelum dikeringkan (g)
C = berat cawan kosong + sampel setelah dikeringkan (g)

Analisis daya serap air (ABNT NBR NM ISO 535, 1999)

Daya serap air adalah banyaknya air yang diserap oleh *biofoam* setelah dimasukkan ke dalam air. Semakin rendah nilai daya serap air maka sifat *barrier* terhadap air akan semakin baik, sebaliknya semakin tinggi daya serap air maka *biofoam* semakin mudah rusak dan semakin kurang tahan terhadap air. Daya serap air yang tinggi kurang diharapkan karena mempengaruhi kualitas kemasan, sehingga menjadi mudah rusak. Tujuan pengukuran daya serap air yaitu untuk mengetahui banyaknya kadar air yang mampu diserap oleh *biofoam* dalam suatu waktu yang telah ditentukan (Coniwanti dkk., 2018). Daya serap air pada *biofoam* dianalisa dengan menggunakan acuan standar ABNT NBR NM ISO 535, 1999. Sampel dipotong dengan ukuran 2,5 cm × 5 cm, lalu dikeringkan menggunakan oven selama 5 menit pada suhu 100ºC untuk menghilangkan kadar airnya. Sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 10 menit. Sampel *biofoam* ditimbang dan dicatat sebagai berat awal (M_0) *biofoam*. *Biofoam* dimasukkan ke dalam gelas beaker dan direndam dalam air dengan suhu ruang selama 60 detik, kemudian *biofoam* dikeringkan menggunakan *tissue* dan ditimbang. Hasil penimbangan disebut sebagai berat akhir *biofoam* (M_1). Daya serap air *biofoam* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100\% \qquad (2)$$

Keterangan :
M_0 = massa awal (g)
M_1 = massa akhir (g)

Analisis densitas (ASTM D 792-08, 2008)

Densitas bukan merupakan berat, tetapi densitas sebenarnya hasil perhitungan massa per satuan volume. Kerapatan suatu bahan berpengaruh terhadap sifat mekanik bahan tersebut, semakin rapat suatu bahan maka semakin meningkatkan sifat mekaniknya (Widyaningsih & Dwi 2012). Densitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kerapatan suatu bahan. Pengukuran yang diukur yaitu massa setiap satuan volume benda. Kerapatan suatu bahan berpengaruh terhadap sifat mekanik bahan tersebut, semakin rapat suatu bahan maka semakin meningkatkan sifat mekaniknya (Haiqal & Muldarisnur, 2023). Densitas pada *biofoam* dianalisa dengan menggunakan acuan standar ASTM D 792-08, 2008 dilakukan dengan cara menghitung massa dan volume sampel. Pengukuran massa dilakukan dengan menimbang sampel *biofoam* yang telah dipotong dengan ukuran 2 cm × 2,5 cm pada timbangan digital sedangkan volume dihitung dengan cara mengalikan panjang, lebar dan tebal, kemudian ukur ketebalan *biofoam* menggunakan jangka sorong, sehingga dapat dihitung volumenya. Densitas *biofoam* dapat dihitung dengan rumus:

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad (3)$$

Keterangan :
ρ = massa jenis (g/cm^3)
m = massa (g)
v = volume (cm^3)

Analisis biodegradasi (Hendrawati *et al*., 2015)

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu yang diperlukan oleh *biofoam* untuk terurai di alam secara sempurna dalam tanah (Nurfitasari, 2018). Pada pengujian ini, kelembaban, suhu maupun kadar air pada tanah yang digunakan tidak memerlukan penyesuaian apapun untuk memberikan keadaan lingkungan yang sebenarnya yaitu kondisi kurang terkontrol dan berubah-ubah sesuai dengan kondisi cuaca dan lingkungan sekitar (Lani dkk., 2014). Biodegradasi pada *biofoam* dianalisa sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hendrawati *et al*., (2015), dengan metode *soil burial test* atau mengontakkan secara langsung sampel *biofoam* dengan tanah. Sampel dipotong dengan ukuran 2,5 cm × 5 cm, lalu ditimbang sebagai massa awal (M_0), kemudian sampel dimasukkan ke dalam tanah humus selama 14 hari dengan kedalaman 10 cm. Sampel diangkat dan dibersihkan menggunakan *tissue* dari sisa tanah yang menempel, kemudian ditimbang sebagai massa akhir (M_1). Biodegradasi *biofoam* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Biodegradasi (\%)} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :
M_0 = massa awal (g)
M_1 = massa akhir (g)

Analisis kuat tekan (ASTM D 695-96, 1996)

Pengamatan sifat mekanis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kuat tekan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kekuatan *biofoam* untuk melindungi produk yang akan dikemas. *Biofoam* kemasan alternatif yang diharapkan dapat menggantikan fungsi *styrofoam* maka *biofoam* harus memiliki elastisitas yang cukup baik agar kuat menahan benturan dari luar tanpa melukai produk yang dikemasnya. *Biofoam* juga harus mampu mempertahankan bentuknya selama digunakan sebagai wadah kemasan. Tujuan pengukuran kuat tekan yaitu untuk mengetahui besaran kekuatan maksimum yang dapat ditahan oleh *biofoam* sebagai kemasan pelindung produk (Iriani, 2013). Kuat tekan pada *biofoam* dianalisa dengan mengikuti acuan standar ASTM D 695-96, 1996 dengan menggunakan alat *mechanical universal testing machine* (AND MCT-2150). Potong *biofoam* dengan ukuran 2,5 cm × 5 cm, kemudian ditekan hingga putus. Kecepatan pengujian diatur sesuai dengan laju yang diperlukan. 1 N/mm^2 = 1 MPa. Besarnya nilai kuat tekan dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \quad (5)$$

Keterangan :
σ = kuat tekan (MPa)
F_{maks} = beban tekan maksimum (N)
A = luas permukaan (mm^2)

Analisis Data

Data rata-rata hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap produk, apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk melihat perbedaan dari setiap perlakuan yang ada.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil Rata-rata Nilai Kadar Air, Daya Serap Air, Densitas, Biodegradasi, dan Kuat Tekan *Biodegradable Foam* Pada Berbagai Perlakuan Penambahan *Polyvinyl Alcohol* (PVA)

Penambahan *Polyvinyl Alcohol* (PVA)	**Parameter**				
	Kadar Air (%)	**Daya Serap Air (%)**	**Densitas (g/cm^3)**	**Biodegradasi (%)**	**Kuat Tekan (MPa)**
P1 = 0 g	11,05 ± 0,35^c	117,87 ± 10,99^c	0,53 ± 0,12^a	100 ± 0^c	0,004 ± 0,007^a
P2 = 7,5 g	9,78 ± 1,17^b	35,17 ± 18,50^b	0,63 ± 0,08^{ab}	100 ± 0^c	0,021 ± 0,011^a
P3 = 15 g	8,79 ± 0,41^{ab}	20,68 ± 3,26^{ab}	0,70 ± 0,12^{ab}	100 ± 0^c	0,037 ± 0,009^{ab}
P4 = 22,5 g	8,51 ± 0,39^a	15,50 ± 5,53^a	0,78 ± 0,13^{bc}	76,22 ± 3,56^b	0,063 ± 0,016^b
P5 = 30 g	8,29 ± 0,60^a	12,22 ± 2,55^a	0,95 ± 0,09^c	67,19 ± 6,92^a	0,067 ± 0,031^b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji DMRT.

Kadar air

Kadar Air menunjukkan perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air *biodegradable foam* yang dihasilkan. Rata-rata nilai kadar air *biodegradable foam* berkisar 8,29 – 11,05%. Nilai kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* 0 g dengan nilai kadar air 11,05% dan nilai kadar air terendah terdapat pada perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* 30 g dengan nilai kadar air 8,29%.

Pada penelitian ini, *biofoam* yang tidak ditambahkan PVA memiliki kadar air cenderung lebih tinggi, sedangkan perlakuan dengan ditambahkannya PVA menghasilkan nilai kadar air yang cenderung lebih rendah. Penelitian Dayaka *et al*., (2023) menyatakan bahwa kadar air *biofoam* yang tinggi tanpa penambahan PVA disebabkan karena pati dan selulosa memiliki gugus hidroksil (OH), sehingga bersifat higroskopis yang dapat menyerap kelembaban dari lingkungan sekitarnya. Adanya penambahan PVA terhadap sampel dapat meningkatkan ketahanan sampel terhadap air.

Tabel 2, menunjukkan bahwa dengan meningkatnya jumlah penambahan PVA, maka nilai kadar air *biofoam* yang dihasilkan cenderung semakin menurun. Penurunan nilai kadar air ini diduga karena sifat hidrofobisitas PVA, adanya ikatan hidrogen antara PVA dan tapioka, serta komposisi bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *biofoam*. Khoirudin *et al*., (2021) hidrofobisitas adalah kemampuan suatu material untuk menolak air. Sipahutar, (2020) nilai kadar air pada *biofoam* juga dipengaruhi oleh penambahan polimer sintetik seperti PVA. PVA bersifat lebih hidrofobik dibandingkan pati dan serat, sehingga mengurangi penyerapan air dalam matriks *biofoam*. Putri *et al*., (2021) penambahan PVA pada campuran pati dapat meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan terhadap air dari *biofoam*, sehingga seiring penambahan PVA kadar air dari *biofoam* akan semakin menurun.

Daya serap air

Nilai daya serap air dari *biofoam* yang dihasilkan semakin menurun. Penurunan nilai daya serap air pada *biofoam* karena PVA lebih hidrofobik dibanding tapioka dan serat sabut pinang. Rusdianto *et al*., (2022) penambahan PVA dapat menurunkan daya serap air. PVA memiliki karakteristik hidrofobik dan berfungsi sebagai perekat antara bahan satu dengan yang lain, sehingga saat direndam dalam air *biofoam* sulit menyerap air.

Biofoam yang tidak ditambahkan PVA memiliki daya serap air cenderung lebih tinggi, sedangkan perlakuan dengan penambahan PVA menghasilkan nilai daya serap air yang cenderung lebih rendah. Hal ini terjadi karena tapioka dan serat sabut pinang sebagai bahan baku pembuatan *biofoam* mengandung gugus hidroksil (OH) yang bersifat hidrofilik yang mampu menyerap air. Devaki & Sangeetha, (2017) komposisi serat sabut pinang mengandung selulosa sebesar 70,09%. Kandungan selulosa yang tinggi ini menjadi salah satu faktor tingginya daya serap air pada perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* 0 g. Sipahutar (2020), nilai daya serap air meningkat karena adanya komposisi serat selulosa. Serat selulosa mempunyai sifat hidrofilik yang mampu menyerap air. Peningkatan daya serap air dengan penambahan serat selulosa juga menunjukkan bahwa serat selulosa memiliki tingkat hidrofilik yang sangat tinggi.

Ruschyani *et al*., (2021) menyatakan bahwa *biofoam* berbasis pati bersifat hidrofilik yang cenderung menyerap molekul air. Menurut Hendrawati *et al*., (2020) tapioka terdiri dari 83% amilopektin dan 17% amilosa. Apriyani & Setyadi, (2015) tingginya kandungan amilopektin yang ada pada tapioka menyebabkan tapioka bersifat hidrofilik karena mampu menyerap air dalam jumlah yang tinggi. Kombinasi antara kandungan amilopektin tinggi pada tapioka dan kandungan selulosa tinggi pada serat sabut pinang menyebabkan nilai daya serap air *biofoam* tanpa penambahan PVA jauh lebih tinggi.

Densitas

Nilai densitas *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 0,53 – 0,95 g/cm^3. Nilai ini menunjukkan bahwa *biofoam* hasil penelitian telah memenuhi standar densitas produk kemasan *biofoam* komersial *Synbra Technology* sebesar 0,66 g/cm^3. Iriani (2013), peningkatan nilai densitas pada *biofoam* disebabkan serat dan PVA yang ditambahkan pada pembuatan *biodegradable foam* tersebut akan mengisi ruang-ruang kosong pada matriks *biofoam* dan bahan akan terikat satu sama lain oleh PVA yang berperan sebagai perekat. Penambahan serat dan PVA ke dalam adonan akan meningkatkan viskositas adonan karena serat dan PVA akan menyerap sebagian besar air yang ditambahkan pada adonan, sehingga adonan menjadi kental dan menghambat kemampuan untuk mengembang karena jumlah air yang dibutuhkan sebagai *blowing agent* berkurang. Berkurangnya kemampuan ekspansi maka produk *biofoam* yang dihasilkan akan lebih padat dengan densitas yang tinggi.

Hermanianto *et al*., 2016, Nilai densitas yang semakin tinggi artinya memiliki kepadatan yang tinggi, sehingga dapat menopang *biofoam* dari tekanan dan memiliki kekuatan tekan yang besar. Nilai densitas yang rendah dapat berpengaruh pada penurunan nilai kekuatan mekanis yang ditandai dengan sifat *biofoam* yang rapuh, ringan, dan *porous* yang tinggi ditandai dengan banyak rongga, sehingga menyebabkan air mudah menyerap yang mengakibatkan nilai daya serap air meningkat

Vercelheze *et al*., (2012), bahwa penambahan PVA akan menyebabkan densitas meningkat dan porositas menurun, sehingga penyerapan air juga akan menurun dikarenakan sebagian besar rongga pada matriks *biofoam* yang terbentuk karena adanya proses ekspansi akan terisi oleh lelehan PVA, sehingga *biofoam* menjadi padat dan air akan sulit menyerap ke dalam *biofoam*.

Biodegradasi

Nilai biodegradasi *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 67,19 – 100% selama 14 hari penguraian di dalam tanah humus. Nilai ini menunjukkan bahwa *biofoam* hasil penelitian telah memenuhi standar

biodegradasi produk kemasan *biofoam* komersial dari *Synbra Technology* sebesar 100% dalam waktu biodegradasi <6 minggu**.**

Tabel 2, menunjukkan bahwa dengan meningkatnya jumlah penambahan PVA, maka nilai biodegradasi dari *biofoam* yang dihasilkan cenderung semakin menurun. *Polyvinyl alcohol* (PVA) merupakan polimer sintetis yang mudah larut dalam air dan dapat terdegradasi secara alami (*biodegradable*). Hal ini menyebabkan PVA banyak digunakan sebagai bahan kemasan alternatif (Haiqal & Muldarisnur, 2023).

Penurunan nilai biodegradasi pada *biofoam* diduga karena penambahan PVA akan menyebabkan *biofoam* yang dihasilkan lebih padat dan penyerapan air menurun, sehingga proses degradasi *biofoam* semakin lama. Lestari Berutu *et al*., (2022) semakin besar penambahan PVA pada *biofoam* menyebabkan tingkat biodegradasi menurun. Hal ini berkaitan dengan kemampuan *biofoam* yang dapat menyerap air. Aktivitas mikroorganisme sangat berhubungan dengan air karena mikroorganisme membutuhkan air untuk metabolisme, sehingga semakin banyak PVA maka daya serap air akan semakin kecil, dan degradasi *biofoam* semakin lama. Vercelheze *et al*., (2012), menyatakan bahwa penambahan PVA akan menyebabkan densitas meningkat dan porositas menurun, sehingga penyerapan air juga akan menurun karena sebagian besar rongga pada matriks *biofoam* yang terbentuk karena adanya proses ekspansi akan terisi oleh lelehan PVA, sehingga *biofoam* menjadi padat dan air akan sulit menyerap ke dalam *biofoam*.

Rusdianto *et al*., (2022) menyatakan bahwa *biofoam* terdegradasi karena adanya penambahan selulosa. *Biodegradable foam* dapat terdegradasi oleh tanah karena bahan penyusunnya terdapat bahan organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme tanah yang telah bercampur dengan kompos. Sipahutar, (2020) dengan adanya penambahan serat selulosa menyebabkan air mampu terserap oleh sampel karena serat selulosa yang bersifat hidrofilik. Penambahan tapioka juga berpengaruh terhadap biodegradasi *biofoam*. Menurut Haiqal & Muldarisnur, (2023) penambahan tapioka juga dapat membantu laju degradasi karena tapioka yang bersifat hidrofilik dapat menyerap molekul air, sehingga mudah terurai.

Kuat tekan

Nilai kuat tekan *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 0,004 – 0,067 MPa. Nilai ini menunjukkan bahwa *biofoam* hasil penelitian belum memenuhi standar kuat tekan produk kemasan *biofoam* komersial dari *Synbra Technology* sebesar 0,2 MPa.

Tabel 2, menunjukkan bahwa dengan meningkatnya jumlah penambahan PVA, maka nilai kuat tekan dari *biofoam* yang dihasilkan cenderung semakin meningkat, sedangkan perlakuan tanpa penambahan PVA menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih rendah. Peningkatan nilai kuat tekan pada *biofoam* diduga karena PVA dapat menghasilkan kerapatan yang tinggi pada *biofoam* serta adanya ikatan yang kuat antara gugus hidroksil yang ada pada PVA dan tapioka.

Iriani (2013), sifat fisik dan sifat mekanis *biofoam* saling berhubungan. Terdapat hubungan antara densitas *biofoam* dengan kuat tekannya. Peningkatan jumlah penambahan PVA akan meningkatkan densitasnya. Kenaikan densitas tersebut diikuti oleh kenaikan kuat tekannya karena rongga-rongga yang ada pada *foam* akan terisi lelehan polimer, sehingga struktur lemah dari pati dapat diperkuat. Akibatnya produk *biofoam* menjadi lebih padat yang dapat menahan beban yang diberikan pada permukaannya. Penambahan PVA juga berfungsi sebagai *reinforcing agent* yang akan menambah kekuatan *biofoam* serta mengurangi *brittleness* atau kerapuhan pada *biofoam*. *Biofoam* yang ditambahkan PVA memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan *biofoam* yang tidak ditambahkan PVA. Penambahan PVA pada pembuatan *foam* berbasis pati akan mendorong terbentuknya struktur yang lebih kuat dan kaku terhadap adanya tekanan.

Hermanianto *et al* (2016), menyatakan bahwa semakin tinggi nilai densitas, maka nilai kuat tekan juga tinggi. Densitas yang semakin tinggi artinya memiliki kepadatan yang tinggi, sehingga dapat menopang *biofoam* dari tekanan dan memiliki kekuatan tekan yang besar. Nilai densitas yang rendah dapat berpengaruh pada penurunan nilai kekuatan mekanis begitu pula sebaliknya.

Nurfitasari (2018), menyatakan bahwa gugus hidroksil yang dimiliki oleh PVA akan menghasilkan komposit yang kuat karena akan membentuk ikatan hidrogen ketika dicampurkan dengan pati. Semakin banyak ikatan hidrogen maka ikatan kimia pada komposit akan semakin kuat dan dibutuhkan energi yang lebih besar, sehingga dapat memutuskan ikatan tersebut, oleh karena itu dilakukannya penambahan PVA sebagai polimer sintetik untuk memperkuat struktur *biofoam*.

Penentuan Perlakuan Terbaik (Lesmana, 2018)

Data hasil penentuan perlakuan terbaik *biodegradable foam* pada berbagai perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Data Hasil Penentuan Perlakuan Terbaik *Biodegradable Foam* Pada Berbagai Perlakuan Penambahan *Polyvinyl Alcohol* (PVA)

Penambahan *Polyvinyl Alcohol* (PVA)	A	B	C	D	E	Total	Peringkat
P1 = 0 g	1	1	1	5	1	9	5
P2 = 7,5 g	2	2	2	5	4	15	4
P3 = 15 g	3	3	3	5	3	17	3
P4 = 22,5 g	4	4	4	4	2	18	2
P5 = 30 g	5	5	5	3	5	23	1

Keterangan : A : Kadar Air, B : Daya Serap Air, C : Densitas, D : Biodegradasi, E : Kuat Tekan

Bobot skor pada perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* (0 g) 9, (7,5 g) dengan bobot skor 15, (15 g) dengan bobot skor 17, (22,5 g) dengan bobot skor 18, (30 g) dengan bobot skor 23. Berdasarkan skor masing-masing perlakuan maka perlakuan terbaik dengan skor tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* 30 g dengan nilai kadar air 8,29%, daya serap air 12,22%, densitas 0,95 g/cm^3, biodegradasi 67,19%, dan kuat tekan 0,067 MPa.

Hasil *biodegradable foam* yang efektif diperoleh pada perlakuan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) sebanyak 15 g. Perlakuan ini mencapai titik keseimbangan terbaik antara seluruh parameter yang diuji, dengan menghasilkan nilai kadar air 8,79%, daya serap air 20,68%, densitas 0,70 g/cm^3, biodegradasi 100%, dan kuat tekan 0,037 MPa. Keunggulan utama perlakuan ini adalah kemampuan biodegradasi sempurna (100%) dalam 14 hari penguraian di tanah, sehingga menghasilkan kemasan ramah lingkungan yang dapat terurai sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan PVA sebanyak 15 g tidak hanya meningkatkan sifat fisik dan mekanik *biodegradable foam*, tetapi juga tetap mempertahankan kemampuan biodegradasi secara sempurna.

Kesimpulan

Penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) pada pembuatan *biodegradable foam* dari serat sabut buah pinang dan tapioka berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, daya serap air, densitas, biodegradasi dan kuat tekan. *Biodegradable foam* yang efektif dengan penambahan *polyvinyl alcohol* (PVA) sebanyak 15 g dengan nilai kadar air 8,79%, daya serap air 20,68%, densitas 0,70 g/cm^3, biodegradasi 100%, dan kuat tekan 0,037 MPa.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Analisis dan Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jambi atas fasilitas dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.

Kontribusi Penulis

Penulis pertama melaksanakan penelitian, melakukan pengumpulan dan analisis data, serta menyusun draf awal manuskrip. Penulis kedua berkontribusi dalam perancangan penelitian, memberikan arahan selama pelaksanaan penelitian, serta melakukan revisi kritis terhadap manuskrip. Penulis ketiga berkontribusi dalam bertindak sebagai penulis korespondensi yang bertanggung jawab atas konseptualisasi penelitian, komunikasi dengan dewan redaksi jurnal, serta melakukan revisi akhir naskah. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada kepentingan dalam proses penyusunan dan publikasi jurnal.

Referensi

ABNT. (1999). Associacao Brasileira De Normas Tecnicas NBR NM ISO 535.

AOAC. (2005). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists.

Aprilyo, R. D. (2019). Produksi kertas seni dari campuran serat sabut pinang (*Areca catechu*) dan kertas HVS bekas (kajian proporsi bahan) [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Repository Universitas Brawijaya.

Apriyani, M., & Sedyadi, E. (2015). Sintesis dan karakterisasi plastik biodegradable dari pati onggok singkong dan ekstrak lidah buaya (*Aloe vera)* dengan plasticizer gliserol. Jurnal Sains Dasar, 4(2), 145–152.

ASTM. (1996). Standard test method for compressive properties of rigid plastics (ASTM D695–96). ASTM International.

ASTM. (2008). Density and specific gravity (*relative density*) of plastics by displacement (ASTM D792–08). ASTM International.

Baunsele, A. B., Bulin, C. D. Q. M., & Missa, H. (2020). Upaya peningkatan pemahaman terhadap bahaya sampah plastik dan pengolahannya bagi siswa- siswi SMA Negeri 3 Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. PATRIA, 2(1), 43– 50.

Cabanillas, A., Nuñez, J., Cruz-Tirado, J. P., Vejarano, R., Tapia-Blácido, D. R., Arteaga, H., & Siche, R. (2019). Pineapple shell fiber as reinforcement in cassava starch foam trays. Polymers and Polymer Composites, 27(8), 496–506. https://doi.org/10.1177/0967391119848187

Dayaka, Y., & Indrastuti, Y. E. (2023). Karakterisasi biofoam berbasis pati sagu dan ampas tebu dengan penambahan polivinil alkohol (PVA). Jurnal Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, 19(2), 110–120.

Devaki, E., & Sangeetha, K. (2017). Extraction and characterization of natural cellulosic husk fibre Areca catechu L. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET), 5(11), 1468–1472.

Haiqal, H., & Muldarisnur, M. (2023). Analisis sifat fisis dan mekanik biodegradable foam berbahan dasar selulosa jerami padi dan polivinyl alcohol. Jurnal Fisika Unand,12(4),621–627. https://doi.org/10.25077/jfu.12.4.621-627.2023

Hendrawati, N., Sofiana, A. R., & Widyantini, I. N. (2015). Pengaruh penambahan magnesium stearat dan jenis protein pada pembuatan biodegradable foam dengan metode baking process. Jurnal Bahan Alam Terbarukan, 4(2), 34–39. https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4166

Hendrawati, N., Wibowo, A., & Chrisnandari, R. D. (2020). Biodegradable foam dari pati sagu terasetilasi dengan penambahan blowing agent NaHCO3. Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan, 4(2), 186–195. https://doi.org/10.33795/jtkl.v4i2.168

Hermanianto, J., Iriani, E. S., Syarief, R., & Permana, A. W. (2016). Pengaruh penambahan berbagai modifikasi serat tandan kosong sawit pada sifat fungsional biodegradable foam. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian, 13(3), 146–155.

Hevira, L., Ariza, D., & Rahmi, A. (2021). Pembuatan biofoam berbahan dasar ampas tebu dan whey. Jurnal Kimia dan Kemasan, 43(2), 75–84. https://doi.org/10.24817/jkk.v43i2.6718

Hutagalung, S., Sibarani, J., Pramesti, R. Y., & Puspaningtya, T. H. R. (2024). Modifikasi biofoam berbasis pati singkong dengan serat eceng gondok dan variasi konsentrasi plasticizer. KOVALEN: Jurnal Riset Kimia, 10(2), 114–125. https://doi.org/10.22487/kovalen.2024.v10.i2.17104

Iriani, E. S. (2013). Pengembangan produk biodegradable foam berbahan baku campuran tapioka dan ampok [Disertasi, Institut Pertanian Bogor]. IPB Repository.

Isabella, H., & Hendrawati, N. (2022). Perbandingan karakteristik biodegradable foam dari pati ubi jalar dan pati kentang dengan penambahan serat selulosa. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia, 6(2), 104–111. https://doi.org/10.32493/jitk.v6i2.21940

Khoirudin, K., Sukarman, S., Murtalim, M., Dewadi, F. M., Rahdiana, N., Rais, A., Abdulah, A., Anwar, C., & Abbas, A. (2021). A report on metal forming technology transfer from expert to industry for improving production efficiency. Mechanical Engineering for Society and Industry, 1(2), 96–103.

Lestari Berutu, F., Dewi, R., & Ginting, Z. (2022). Biofoam berbahan pati sagu (*Metroxylon rumphii M.*) dengan bahan pengisi (filler) serat batang pisang dan kulit pisang menggunakan metode thermopressing. Chemical Engineering Journal Storage, 2(1), 12–25.

Lesmana, D. S. (2018). Respon pertumbuhan bibit api-api (Avicennia alba) terhadap tingkat kedalaman genangan dan lama penggenangan [Skripsi, Institut Pertanian Bogor]. IPB Repository.

Nurfitasari, I. (2018). Karakterisasi biofoam berbasis pati dengan pengisi serat alam [Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar]. Repositori UIN Alauddin.

Putri, M., Putri, D. K., & Putri, A. (2021). Pengaruh penambahan gliserin dan polivinil alkohol terhadap karakteristik biofoam dari kulit singkong dan daun angsana. REACTOR: Journal of Research on Chemistry and Engineering, 2(1), 15–22. https://doi.org/10.52759/reactor.v2i1.19

Ruscahyani, Y. (2021). Pemanfaatan kulit jagung sebagai bahan pembuatan biodegradable foam [Tesis, UIN Sunan Ampel]. Digilib UIN Sunan Ampel Surabaya.

Rusdianto, A. S., Amilia, W., Choiron, M., Wiyono, A. E., & Hidayati, U. N. (2022). Karakteristik biodegradable foam berbasis pati singkong dengan variasi penambahan tepung ampas tebu dan polyvinyl alcohol. Jurnal Agroteknologi, 16(03), 140–150.

Samir, A. S. A., Alloin, F., Paillet, M., & Dufresne, A. (2004). Tangling effect in fibrillated cellulose reinforced nanocomposites. Macromolecules, 37(11), 4313–4316.

Savitri Iriani, E., Wahyuningsih, K., Sunarti, T. C., & Permana, A. W. (2015). Sintesis nanoselulosa dari serat nanas dan aplikasinya sebagai nanofiller pada film berbasis polivinil alkohol. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian, 12(1), 11–19.

Sipahutar, B. K. S. (2020). Pembuatan biodegradable foam dari pati biji durian (*Durio zibethinus)* dan nanoserat selulosa ampas teh *(Camellia sinensis*) dengan proses pemanggangan [Skripsi, Universitas Sumatera Utara]. Repository USU.

SIPSN. (2024). Timbulan sampah. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan

Taufiqurrahman, A. (2014). Modifikasi asam ampas sagu dan pengaruhnya terhadap sifat fisik mekanik biofoam [Skripsi, Institut Pertanian Bogor]. IPB Repository.

Vercelleze, A. E. S., Fakhouri, F. M., Antonia, L. H. D., Urbano, A., Youssef, E. Y., Yamashita, F., & Mali, S. (2012). Properties of baked foams based on cassava starch, sugarcane bagasse fibers and montmorillonite. *Carbohydrate Polymers*, *87*(2), 1302–1310.

Wang, S. (2020). *Starch structure, functionality and application in foods*. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0622-2

Yudanto, Y. A. (2020). Characterization of physical and mechanical properties of biodegradable foam from maizena flour and paper waste for sustainable packaging material. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, *5*(3), 45–52. http://www.ijeast.com