

INOVASI WADAH MAKANAN BIODEGRADABLE: STUDI KOMPARATIF KUALITAS DAN KETAHANAN BERBASIS PELEPAH PISANG, PELEPAH BAMBU, DAN DAUN BAMBU

Nana Media^{1*}, Khansa Zayda², Alinda Putri³, Bilqis Auliya⁴, Kayla Aurelia⁵, Moza Hauna⁶

SMA Darul Hikam Berasrama, Kab. Bandung Barat, Indonesia

*Corresponding author: nana.medi4@gmail.com

Abstract. Plastic waste has become a serious issue for environmental sustainability due to its inability to decompose naturally within a short period. The accumulation of plastic waste has negative impacts on ecosystems, human health, and environmental quality. One potential solution is the development of environmentally friendly food containers made from natural materials. This study aims to analyze the quality and durability of biodegradable food containers made from banana sheaths, bamboo sheaths, and bamboo leaves. The research employed a true experimental method with randomly assigned objects to compare the three materials based on four main indicators: (1) mechanical properties (compressive and flexural strength), (2) water resistance (water absorption rate and leakage resistance), (3) heat resistance (stability at temperatures ranging from 40–80°C), and (4) biodegradability (decomposition rate in soil over a period of 20 days). Data were collected through direct observation and analyzed qualitatively. The results showed that food containers made from bamboo sheaths exhibited the best structural stability, as indicated by a low water absorption rate (1%) and the ability to remain intact after a drop test from a height of 2 meters. Meanwhile, containers made from banana sheaths demonstrated the fastest biodegradation rate within 20 days, both visually and structurally, making them the most promising material in terms of environmental decomposition. Therefore, the utilization of natural materials not only reduces dependence on single-use plastics but also produces functional products with economic value.

Keywords: Bamboo; Biocomposite; Eco-Friendly Packaging; Banana Sheath; Food Container.

Abstrak. Permasalahan limbah plastik menjadi isu serius bagi keberlanjutan lingkungan karena sulit terurai secara alami dalam waktu singkat. Akumulasi sampah plastik berdampak negatif terhadap ekosistem, kesehatan, dan kualitas lingkungan. Salah satu solusi potensial adalah pengembangan wadah makanan berbahan alami yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas dan ketahanan wadah makanan biodegradasi yang terbuat dari pelepah pisang, pelepah bambu, dan daun bambu. Metode yang digunakan adalah true experiment dengan objek acak untuk membandingkan ketiga bahan berdasarkan empat indikator utama: (1) sifat mekanik (kekuatan tekanan dan lentur), (2) ketahanan air (laju penyerapan dan resistensi kebocoran), (3) ketahanan panas (stabilitas pada suhu 40–80°C), dan (4) tingkat biodegradasi (laju dekomposisi dalam tanah selama 20 hari). Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung dan dianalisis secara kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wadah berbahan pelepah bambu memiliki kestabilan struktural paling baik, ditunjukkan oleh daya serap air rendah (1%) dan tetap utuh pada uji jatuh dari ketinggian 2 meter. Sementara itu, wadah dari pelepah pisang menunjukkan tingkat biodegradasi paling cepat dalam 20 hari, baik secara visual maupun struktural, sehingga memiliki potensi terbaik dalam aspek pengembalian ke lingkungan. Dengan demikian, pemanfaatan bahan alami terbukti tidak hanya mampu mengurangi ketergantungan pada plastik sekali pakai, tetapi juga menghasilkan produk fungsional yang bernilai ekonomis.

Kata Kunci: Bambu; Biokomposit; Kemasan Ramah Lingkungan; Pelepah Pisang; Wadah Makanan.

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah di Indonesia masih menjadi isu serius karena rendahnya kesadaran masyarakat dalam mengelola sampah. Berdasarkan data dari Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP), Indonesia menempati peringkat kedua sebagai negara penghasil sampah terbanyak setelah Tiongkok (Melinda, 2024). Hal ini menjadikan Indonesia kerap dianggap memiliki sistem pengelolaan sampah yang kurang baik oleh negara lain. Sejalan dengan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), sekitar 60% dari total sampah yang dihasilkan aktivitas manusia merupakan sampah organik. Sementara itu, 40% sisanya tergolong sampah non-organik, dan sampah plastik menyumbang 14%, sedangkan sisanya terdiri atas kertas, karet, logam, kain, kaca, serta material lainnya (Winatha *et al.*, 2021).

Sejalan dengan temuan Widianoro (2023), sampah organik yang mendominasi total limbah rumah tangga memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan kembali menjadi produk baru yang bernilai guna apabila dikelola dengan tepat. Pengelolaan yang baik mulai dari pemilahan, pengomposan, hingga proses daur ulang dapat mengubah limbah organik menjadi pupuk, bahan kerajinan, atau produk lain yang bermanfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Di sisi lain, Adzim (2023) menegaskan bahwa sampah non-organik, khususnya plastik, memiliki sifat sulit terurai secara alami sehingga menimbulkan masalah lingkungan jangka panjang. Akumulasi sampah plastik berdampak negatif terhadap ekosistem, kesehatan, dan kualitas lingkungan hidup.

Oleh karena itu, diperlukan inovasi yang mampu menggantikan fungsi plastik, terutama sebagai wadah makanan sekali pakai. Salah satu solusi potensial adalah pengembangan kemasan alternatif berbahan alami yang ramah lingkungan, misalnya kemasan berbahan daun bambu, pelepah bambu, atau pelepah pisang, yang tidak hanya mudah terurai tetapi juga tersedia melimpah di berbagai daerah. Bahan-bahan ini memiliki keunggulan alami berupa serat yang kuat dan daya tahan yang cukup baik, sehingga dapat menahan beban makanan tanpa mudah sobek. Selain itu, proses pengolahannya relatif sederhana dan tidak memerlukan bahan kimia berbahaya, sehingga aman untuk digunakan sebagai kemasan makanan.

Serat bambu merupakan wadah makanan berbahan dasar bambu yang memiliki berbagai keunggulan, seperti lebih aman bagi kesehatan, antibakteri, tahan lama, dan biodegradable. Bambu memberikan kekuatan dan sifat kemasan pangan yang lebih baik, yaitu anti air, anti minyak, serta faktor pecah yang tinggi (Jamilah *et al.*, 2022). Menurut Dhima *et al.*, (2024), ekstrak daun bambu (BLE) mengandung polifenol seperti flavonoid dan asam fenolik yang bersifat antioksidan dan antimikroba. Senyawa ini mencegah oksidasi dan pertumbuhan mikroorganisme, sehingga menjaga kualitas dan keamanan makanan (Lopresti *et al.*, 2024).

Pelepah pisang yang kaya akan serat selulosa tidak hanya memberikan kekuatan struktural pada kemasan, tetapi juga meningkatkan daya tahan dan kestabilan bentuk produk, sehingga kemasan yang dihasilkan mampu menahan tekanan maupun perubahan suhu selama proses distribusi (Novitasari *et al.*, 2024), kandungan serat alami yang melimpah pada pelepah pisang menjadikannya bahan baku yang sangat potensial untuk menggantikan kemasan berbahan plastik atau sintetis. Nuraziizah *et al.*, (2024), menegaskan bahwa kombinasi pelepah pisang dan ampas tebu dapat menghasilkan kemasan dengan kualitas fisik dan ketahanan yang setara, bahkan dalam beberapa aspek mendekati keunggulan kemasan sintetis konvensional, sekaligus mendukung upaya pengurangan limbah plastik dan penerapan prinsip ekonomi sirkular.

Ketiga komposisi tersebut telah banyak digunakan sebagai aplikasi ramah lingkungan, namun penelitian yang spesifik mengkaji pengelolaan menjadi wadah makanan masih sangat terbatas. Oleh karena itu, kami mengambil penelitian dengan judul "Perbandingan Wadah Makanan Berbahan Dasar Pelepah Pisang, Pelepah Bambu dan Daun Bambu Terhadap Ketahanan Sifat Mekanik dan Komposit Serat.

METODE PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan eksperimen murni (true experiment). Pendekatan kualitatif dipilih untuk mengamati kondisi objek secara alamiah dan mengeksplorasi karakteristik tiap bahan baku. Sementara itu, true experiment digunakan untuk membandingkan efektivitas tiga bahan dasar pelepah pisang, pelepah bambu, dan daun bambu dalam menghasilkan kemasan biodegradable guna mengurangi sampah anorganik. Penelitian ini melibatkan objek acak untuk menguji tiga bahan tersebut berdasarkan empat indikator utama: (1) sifat mekanik (kekuatan tekan dan lentur), (2) ketahanan air (laju penyerapan dan resistensi kebocoran), (3) ketahanan panas (stabilitas pada suhu 60–100°C), dan (4) tingkat biodegradasi (laju dekomposisi dalam tanah selama 20 hari).

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat press manual, oven, sprayer dan jangka sorong. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah pisang, pelepah bambu, daun bambu segar dari varietas gombong. Perekat alami menggunakan tepung kanji, dan sebagai pelapis anti air (waterproofing) digunakan beeswax. Bahan pendukung lainnya adalah sabun cuci piring dan alkohol 70% untuk proses sterilisasi.

2.3 Prosedur Penelitian

2.2.1 Persiapan dan Sterilisasi Bahan

Bahan baku utama yaitu daun bambu segar, pelepah bambu, dan pelepah pisang dicuci bersih menggunakan sabun cuci piring. Proses pencucian ini penting untuk memastikan bahan-bahan seperti pelepah bambu dan pelepah pisang benar-benar bersih dari getah, kotoran tanah, debu, dan sisa-sisa yang menempel sebelum diproses lebih lanjut. Setelah dicuci, bahan-bahan tersebut dikeringkan. Selanjutnya untuk sterilisasi, bahan disemprot menggunakan 70% larutan alkohol. Langkah ini bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang menempel dan membantu proses pemisahan serat.

2.2.2 Pencetakan

Pelepah pisang yang sudah disterilisasi kemudian dikeringkan sehingga air yang terkandung dalam pelepah pisang menjadi berkurang dan menyisakan seratnya. Selanjutnya pelepah pisang yang sudah kering direkatkan satu persatu menggunakan perekat alami yang berbahan tepung tapioka. Proses perekatan dilakukan secara berlapis-lapis hingga mencapai ketebalan 4 mm bahan hasil proses perekatan dimasukkan ke dalam cetakan dan di press sebelum kemudian menjalani proses pengeringan dan pelapisan beeswax.

Pelepah bambu tidak perlu melalui tahap pengeringan. Hal ini disebabkan teksturnya yang lebih keras dan kandungan airnya yang lebih rendah, akan tetapi harus sama melalui tahap sterilisasi, pelepah bambu yang sudah disterilisasi dapat langsung disusun. Pelepah bambu yang telah disusun lalu direkatkan menggunakan perekat alami dari tepung tapioka. Proses penumpukan dilakukan bertahap hingga ketebalannya mencapai kurang lebih 4 mm. Selanjutnya, bahan dipres agar padat dan kokoh sebelum akhirnya dilapisi dengan beeswax. Metode ini membuat seluruh proses produksi menjadi lebih efektif.

Pada proses pengolahan bahan dari daun bambu yang telah disterilisasi, kemudian dikeringkan sehingga kelembabannya berkurang. Setelah itu, daun disusun dan direkatkan secara berlapis menggunakan perekat alami hingga mencapai ketebalan sekitar 4 mm. Lapisan daun yang sudah direkatkan kemudian masuk ke dalam cetakan dan di press agar padat serta terbentuk sesuai desain wadah lalu di press menggunakan alat, agar padat dan

membentuk desain wadah, lalu dilanjutkan dengan proses pengeringan dan pelapisan beeswax untuk menyempurnakan hasilnya.

2.2.2 Pengeringan

Setelah proses pencetakan selesai, tahap selanjutnya adalah proses pengeringan menggunakan oven. Proses pengeringan ini bertujuan untuk menurunkan kadar air yang masih tersisa di dalam bahan-bahan, sekaligus membantu memadatkan struktur bahan agar produk lebih kuat dan kokoh. Proses ini perlu dilakukan secara teliti dan hati-hati, karena suhu yang terlalu tinggi dan terlalu rendah dapat merusak bahan-bahan yang digunakan.

Pengeringan pertama dilakukan dengan oven pada suhu 30°C. Suhu ini dipilih karena dinilai paling optimal; suhu yang terlalu rendah tidak akan melunakkan beeswax secara efektif, sementara suhu di atas 45°C berpotensi merusak struktur bahan-bahan alami kemasan. Pemanasan ini bertujuan untuk memastikan lapisan beeswax melekat dan meresap dengan sempurna pada permukaan kemasan. Untuk tekniknya, pastikan oven sudah dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu stabil 30°C. Kemudian, letakkan kemasan di rak tengah oven dan panaskan selama 10-20 menit sambil memantau suhu agar tidak melebihi 30°C.

Komposisi yang telah dikeringkan menggunakan oven akan mengalami penurunan kadar air secara signifikan, sehingga menjadi jauh lebih kering dibandingkan dengan kondisi segar. Setelah itu, dilakukan proses pengeringan kedua menggunakan metode sun drying, di mana masing-masing komposisi memiliki durasi yang berbeda namun dilakukan pada suhu yang sama. Proses ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa kadar air dalam setiap komposisi mencapai tingkat optimal, sehingga meningkatkan kualitas dan daya simpan bahan.

2.4 Uji Ketahanan

Uji ketahanan wadah makanan yang terbuat dari daun bambu, pelepah bambu, dan pelepah pisang melalui beberapa parameter uji. Uji mekanik dilakukan untuk mengukur kekuatan dan daya tahan fisik dari masing-masing bahan, memastikan bahwa wadah dapat menahan beban tanpa mudah rusak. Selanjutnya, uji ketahanan air menguji kemampuan wadah dalam menahan cairan tanpa kebocoran atau deformasi, untuk menjaga kualitas wadah.

Uji ketahanan panas menilai sejauh mana wadah dapat bertahan terhadap suhu tinggi pada makanan panas. Terakhir, uji biodegradasi akan mengukur seberapa cepat dan efisien ketiga komposisi ini dapat terurai pada lingkungan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan solusi kemasan ramah lingkungan yang lebih baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Mekanik

Uji ketahanan mekanik terhadap gaya impak dilakukan dengan metode drop test atau uji jatuh bebas, di mana setiap sampel wadah makanan dijatuhkan dari ketinggian tertentu yang telah ditetapkan untuk mensimulasikan kondisi terjatuh secara tidak sengaja. Setelah pengujian, ketiga bahan yang berbeda tersebut dianalisis secara komparatif berdasarkan tingkat dan jenis kerusakan fisik yang terlihat secara visual, seperti retak, pecah, atau penyok, dengan tujuan utama untuk menilai dan membandingkan kekokohan serta integritas struktural dari masing-masing material.

Tabel 1.1 Uji Mekanik

No.	Jenis Bahan	Ketinggian dalam satuan Meter (m)		Keterangan
		1 Meter	2 Meter	

	Dasar	Hasil	Hasil	
1	Pelepah Bambu			Uji ketinggian 1–2 meter tidak memengaruhi kondisi wadah makanan berbahan pelepah bambu
2	Pelepah Pisang			Uji ketahanan menunjukkan bahwa pada ketinggian 1 meter, pelepah pisang tetap utuh, sedangkan pada 2 meter terjadi pengelupasan di permukaan
3	Daun Bambu			Uji ketinggian 1–2 meter tidak memengaruhi kondisi wadah makanan berbahan daun bambu

Catatan: m = meter (satuan ketinggian). Pengujian ketahanan menggunakan metode drop test (uji jatuh kualitatif).

Berdasarkan data pada Tabel 4.1 pengujian drop test menunjukkan bahwa pada ketinggian 1 meter, ketiga jenis wadah makanan baik yang berbahan pelepah pisang, pelepah bambu, maupun daun bambu tidak menunjukkan adanya kerusakan mekanik berupa fisik maupun perubahan bentuk. Hal ini menunjukkan bahwa pada ketinggian tersebut, seluruh bahan masih mampu mempertahankan integritas struktur dan kekuatannya.

Namun, pada ketinggian 2 meter hanya wadah berbahan pelepah bambu dan daun bambu yang tidak mengalami kerusakan. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian lain yang menunjukkan bahwa serat bambu memiliki kekuatan tarik yang superior dibandingkan serat pisang dalam pembuatan komposit, yang diakibatkan oleh kandungan selulosa dan struktur seratnya yang lebih kokoh (Wicaksana, 2025). Dapat disimpulkan bahwa kedua jenis wadah makan tersebut memiliki ketahanan mekanik yang lebih baik terhadap benturan.

Sementara itu, wadah berbahan dasar pelepah pisang, mulai menunjukkan kerusakan berupa pengelupasan pada bagian luar wadah. Kerusakan ini mengindikasikan keterbatasan daya tahan bahan terhadap benturan pada ketinggian yang lebih tinggi. Secara umum, biokomposit serat pisang memiliki nilai kekuatan impact yang cenderung lebih rendah (Ali, 2023), sehingga kerentanannya terhadap gaya impact dinamis pada ketinggian 2 meter lebih terlihat.

Tabel 1.2 Uji Ketahanan Air

No	Bahan Dasar	Masa Gram		Hasil DSA (%)
		Awal	Akhir	
1	Pelepah Pisang	117 gram	144 gram	23.08%
2	Pelepah Bambu	86 gram	87 gram	1.16%
3	Daun Bambu	79 gram	80 gram	1.27%

Catatan: Daya Serap Air; % = Persentase kenaikan massa wadah setelah pengujian ketahanan air.

Hasil uji ketahanan air menunjukkan bahwa nilai DSA tertinggi terdapat pada pelepah pisang sebesar 27%, sedangkan pelepah bambu dan daun bambu hanya memiliki nilai DSA sebesar 1%. Perbedaan ini menunjukkan adanya variasi kemampuan penyerapan air yang disebabkan oleh perbedaan struktur dan komposisi kimia pada masing-masing bahan. Daya serap air pada bahan lignoselulosa sangat dipengaruhi oleh kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin di dalamnya. Bahan dengan kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi cenderung memiliki daya serap air yang lebih besar karena kedua komponen tersebut memiliki banyak gugus hidroksil (OH), menjadikannya bersifat hidrofilik (mudah berikatan dengan air) (ResearchGate, 2025). Sebaliknya, kandungan lignin yang tinggi bersifat hidrofobik dan bertindak sebagai pelindung, sehingga mampu menghambat penyerapan air (PMC, 2025).

Pelepah pisang memiliki struktur serat yang berongga serta kandungan selulosa yang lebih dominan dibanding lignin, sehingga air mudah masuk dan terserap ke dalam jaringan bahan. Hal ini menjelaskan tingginya nilai DSA pada pelepah pisang. Sementara itu, bambu memiliki struktur serat yang lebih rapat dan padat serta mengandung lignin dan silika dalam jumlah tinggi (Apriyanto, 2017), yang membuatnya lebih tahan terhadap air. Kandungan silika berperan dalam memperkuat dinding sel bambu dan mengurangi porositas, sehingga air sulit menembus jaringan bahan.

Dengan demikian, hasil pengujian ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan lignin dan silika pada suatu bahan, maka ketahanan terhadap air akan semakin baik. Berdasarkan hasil tersebut, bahan dari bambu, baik pelepah maupun daun bambu, memiliki potensi yang lebih besar untuk dimanfaatkan sebagai material yang membutuhkan ketahanan terhadap kelembaban atau paparan air dibandingkan pelepah pisang.

4.2 Uji ketahanan Panas

Pengujian ketahanan wadah berdasarkan parameter suhu dilakukan dengan menuangkan air kedalam wadah sebanyak 125 ml dengan suhu air berbeda-beda yaitu 40, 60, dan 80°C selama 30 menit setelah itu air dikeluarkan dari wadah kemudian dilihat perubahan yang terjadi.

Tabel 1.3 Uji Ketahanan Panas

No	Bahan Dasar	Kondisi Wadah			
		Gambar Sebelum di uji Coba	Gambar Setelah di uji coba dengan suhu		
			40°C	60°C	80°C
1	Pelepah Pisang				
2	Pelepah Bambu				



Catatan: °C = Derajat Celsius (satuan suhu pemanasan). Pengamatan meliputi kondisi fisik dan penimbangan massa wadah pada masing-masing tingkat suhu.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi perubahan fisik pada wadah makanan yang terbuat dari pelepah pisang, pelepah bambu, dan daun bambu akibat paparan suhu tinggi, yaitu pada suhu 40°C, 60°C, dan 80°C. Pengujian ini dilakukan untuk mengamati sejauh mana ketahanan masing-masing bahan terhadap suhu, yang dapat merepresentasikan kondisi penggunaan nyata. Aspek yang diamati mencakup perubahan bentuk wadah, kemungkinan terjadinya rembesan, perubahan warna permukaan, serta bau yang muncul selama proses pemanasan.

Pada tabel 4.3, dapat disimpulkan bahwa pelepah bambu merupakan bahan baku yang menunjukkan stabilitas visual yang tertinggi pada rentang suhu 40°C hingga 80°C. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Dhewanto dan Maulana (2023), bahwa pelepah bambu memiliki ketahanan termal yang tinggi untuk diproses pada suhu di atas 80°C. Akibat perlakuan panas uap jenuh, kandungan selulosa dalam bambu meningkat terlebih dahulu dan kemudian menurun secara nyata dipengaruhi oleh lamanya perlakuan (Wang *et al.*, 2020).

Sebaliknya, pelepah pisang menunjukkan kerentanan yang tinggi terhadap panas, ditandai dengan penyusutan dimensi dan perubahan warna yang signifikan. Bertentangan dengan penelitian Nugraha dalam Novitasari *et al.* (2024), yang menyatakan bahwa pelepah pisang, yang kaya akan serat selulosa, memberikan kekuatan struktural yang diperlukan untuk kemasan. Suhu pada saat pengeringan berpengaruh terhadap kuat tarik pelepah pisang karena pada temperatur rendah, adanya uap air yang meresap merusak serat tersebut (Wardani *et al.*, 2017). Kenaikan suhu air akan mempercepat penyerapan air ke dalam serat pelepah pisang yang mengakibatkan perubahan bentuk.

Tabel 1.4 Uji Ketahanan Wadah Pada Suhu

No	Bahan Dasar	Suhu	Kondisi Wadah			
			Berubah Bentuk	Terjadi Rembesan	Berubah Warna	Berbau
1	Pelepah Pisang	40	-	-	-	✓
		60	✓	-	-	✓
		80	✓	✓	✓	-
2	Pelepah Bambu	40	-	-	-	✓
		60	✓	-	-	✓
		80	✓	-	✓	✓
3	Daun Bambu	40	-	-	-	✓
		60	✓	-	-	✓
		80	✓	-	✓	✓

Catatan: °C; (✓) = Terjadi perubahan/reaksi pada wadah; (-) = Tidak terjadi perubahan/reaksi.

Pada suhu 40°C, wadah berbahan pelepah pisang masih stabil tanpa perubahan bentuk, rembesan, atau warna, meskipun mulai tercium bau khas organik. Pada suhu 60°C, mulai terjadi perubahan bentuk dengan bau yang tetap tercium, menandakan pelemahan struktur serat akibat panas. Pada suhu

80°C, perubahan bentuk semakin signifikan disertai rembesan dan perubahan warna, sementara bau mulai berkurang, yang menunjukkan terjadinya degradasi termal dan penurunan kestabilan mekanik. Kondisi ini didukung oleh studi yang menyatakan bahwa suhu tinggi dapat menyebabkan degradasi termal pada serat alam (Amaliyah & Wahyuni, 2023), di mana serat pisang yang mengandung hemiselulosa dan pektin rentan rusak sehingga melemahkan ikatan struktural dan menurunkan kekuatan material (Sari, 2021). Selain itu, rembesan pada suhu 80°C menunjukkan bahwa lapisan beeswax mulai kehilangan efektivitasnya karena suhu tersebut telah melampaui titik leleh lilin, yaitu sekitar 62–64°C (Dewi & Suryawan, 2017).

Pelepah Bambu Pada suhu 40°C, pelepah bambu relatif stabil tanpa perubahan fisik yang berarti, meskipun terdapat sedikit bau alami bambu. Ketika suhu dinaikkan ke 60°C, bahan mulai berubah bentuk namun belum terjadi rembesan. Sedangkan pada 80°C, perubahan bentuk semakin jelas disertai perubahan warna, namun tidak menimbulkan bau. Hasil ini menunjukkan bahwa pelepah bambu memiliki ketahanan panas yang lebih baik dibandingkan pelepah pisang, terutama karena struktur seratnya yang lebih padat dan kuat. Pelepah bambu dapat dimanfaatkan menjadi produk berupa piring kue dengan kondisi fisik terbaik pada saat pendinginan suhu ruang, diberi pembebanan 1,5 kg dengan posisi pelepah menyilang atau tegak lurus. (Dhewanto dan Maulana, 2023).

Daun bambu pada suhu 40°C dan 60°C, wadah dari daun bambu masih stabil tanpa perubahan bentuk atau warna yang berarti, meskipun bau khas bahan alami masih muncul. Namun, pada suhu 80°C, daun bambu mulai menunjukkan perubahan bentuk dan warna, meski tidak terjadi rembesan. Hal ini menunjukkan bahwa daun bambu memiliki stabilitas termal sedang, lebih tahan dibanding pelepah pisang tetapi sedikit di bawah pelepah bambu dalam hal kekuatan fisik. Hal ini sejalan dengan penelitian (Suri *et al.*, 2024) bahwa pada suhu 180°C, bambu betung dan bambu andong mengalami perubahan warna merah, sementara pada suhu 200°C, 220°C, dan 240°C, perubahan warna cenderung ke arah hijau.

Secara keseluruhan, pelepah bambu menunjukkan ketahanan terbaik terhadap suhu tinggi, diikuti daun bambu, sementara pelepah pisang memiliki ketahanan terendah, yang dipengaruhi oleh kepadatan serat, kadar air, dan kekompakan struktur komposit masing-masing bahan. Dengan demikian, pelepah bambu berpotensi lebih unggul sebagai bahan dasar wadah makanan ramah lingkungan yang membutuhkan ketahanan panas tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Dhewanto dan Maulana (2023) yang menunjukkan bahwa bambu dapat diolah menjadi wadah makan melalui perebusan pada suhu 150–170°C tanpa mengalami kerusakan struktural, mencerminkan ketahanan panas yang tinggi akibat kepadatan serat, kadar air rendah, dan struktur komposit yang lebih rapat dibandingkan daun bambu maupun pelepah pisang.

4.3 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan penguraian bahan alami yang digunakan sebagai bahan dasar wadah makanan. Sampel yang diuji terdiri dari pelepah bambu, daun bambu, dan pelepah pisang. Pengujian dilakukan selama 20 hari dengan metode penguburan pada tanah lembap sedalam ±5 cm. Setiap sampel ditimbang sebelum dan sesudah proses penguburan untuk menghitung persentase kehilangan massa sebagai indikator tingkat biodegradasi.

Tabel 1.5 Hasil Uji Biodegradasi Wadah dari Bahan Alami Selama 20 Hari

No	Jenis Bahan	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Persentase Biodegradasi (%)	Kondisi Permukaan Setelah Uji
1	Pelepah bambu	86 gram	31,9 gram	62,8%	Tekstur agak keras, sebagian permukaan mulai terurai

2	Daun bambu	79 gram	20,3 gram	74,2%	Warna kecoklatan, permukaan mulai rapuh dan berjamur sebagian
3	Pelepah pisang	117 gram	15,8 gram	86,5%	Hampir seluruh bagian hancur, tekstur sangat lunak dan berjamur tebal

Catatan: Satuan massa wadah; % = Persentase biodegradasi (persentase massa yang terurai setelah 20 hari pengujian).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pelepah pisang memiliki tingkat biodegradasi tertinggi sebesar 86,5% dengan massa awal 117 gram dan massa akhir 15,8 gram. Permukaannya tampak sangat lunak, berjamur tebal, dan hampir seluruh bagiannya hancur. Daun bambu memiliki tingkat biodegradasi sebesar 74,2% dengan massa awal 79 gram dan massa akhir 20,3 gram. Permukaannya berubah warna menjadi kecoklatan, mulai rapuh, dan ditumbuhi jamur pada sebagian area. Sementara itu, pelepah bambu menunjukkan tingkat biodegradasi paling rendah sebesar 62,8% dengan massa awal 86 gram dan massa akhir 31,9 gram. Permukaannya masih agak keras dan hanya sebagian yang mulai terurai.

Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan struktur dan kandungan serat pada setiap bahan memengaruhi kecepatan proses penguraian. Pelepah pisang yang memiliki struktur lebih lunak dan kadar air tinggi lebih mudah diurai mikroorganisme tanah dibandingkan daun dan pelepah bambu. Kondisi ini membuat pelepah pisang lebih cepat terdegradasi secara alami tanpa meninggalkan residu berbahaya. Dengan demikian, pelepah pisang memiliki potensi paling tinggi sebagai bahan dasar wadah makanan biodegradable.

Laju biodegradasi tertinggi yang dicapai oleh Daun Bambu sesuai dengan literatur mengenai dekomposisi biomassa. Lignin diketahui merupakan polimer yang paling resisten dan mampu menghambat penetrasi enzim mikroba (Suparno dan Denieli, 2017). Kecepatan penguraian yang ekstrim pada daun bambu mengindikasikan bahwa kandungan ligninnya secara fungsional jauh lebih rendah dibandingkan pelepah bambu dan daun bambu. Kondisi ini sejalan dengan temuan Anggraini *et al.*, (2025), yang menunjukkan bahwa biomassa dengan struktur serat yang lebih terbuka dan kadar lignin yang lebih rendah akan memberikan permukaan yang lebih luas, sehingga air dan enzim mikroba lebih mudah mengakses polimer dan mempercepat proses dekomposisi secara signifikan.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa ketiga material alami (pelepah pisang, pelepah bambu, dan daun bambu) dapat menghasilkan wadah yang bersifat biodegradable. Pelepah pisang menunjukkan kontribusi lingkungan terbaik dengan mencatat laju biodegradasi tercepat dan penurunan integritas struktural paling signifikan dalam 20 hari pengujian tanah, menjadikannya terbaik dari aspek pengembalian ke lingkungan. Sedangkan analisis dari uji sifat mekanik (lolos uji drop test 2 meter), ketahanan air (Daya Serap Air terendah, hanya 1.16%), dan ketahanan panas (stabilitas minimal perubahan pada 80°C) menunjukkan bahwa pelepah bambu unggul secara fungsional. Hal ini dibuktikan bahwa pelepah bambu memiliki performa paling unggul dan stabil dalam menahan kebocoran dan tekanan fisik, menjadikannya alternatif yang paling potensial dan sesuai untuk menggantikan kemasan plastik konvensional dalam aplikasi wadah makanan sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Nana Media, M.Si., selaku pembimbing atas bimbingan dan arahnya, serta seluruh pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F., Maulana, E., Sesanti, R. N., Prajaka, N. W., Mabruroh, F. N., & Hamdani, H. (2025). *The Potential Of Bamboo Waste As A Medium Of Oyster Mushroom In Pt. Bukit Asam Tbk-Pelabuhan Tarahan. Jurnal Agrotek Tropika*, 13(2): 421-427.
- Ali, M. Y. (2022). Analisis Kekuatan Uji Impak Komposit Serat Alam (Serat Batang Pisang). *Jurnal Teknik Mesin Teknologi*, 23(1): 35-38.
- Amrullah, M. F. (2025). Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Aplikasi Phypox Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Minat Belajar pada Materi Tumbukan.
- Al-Khumaira, A., Nuri, N. A., Mas'ud, M. A. A., Septiani, P. W., Sari, S. M., & Lestari, T. E. (2024). Edible Biodegradable Tableware ECOBITES dari Pelepah Pisang dan Ampas Tahu untuk Menanggulangi Masalah Sampah Plastik Dilengkapi Kartu Quotes 3 Bahasa. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4): 15284-15296.
- Anggraini, T. F. (2025). Pengembangan Bioplastik Dari Limbah Pelepah Bambu Dengan Uji Biodegradable. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 14(1): 111-117.
- Fakhriani, D. K. (2015). Kajian Etnobotani Tanaman Pisang (*Musa Sp.*) Di Desa Bulucenrana Kecamatan Pitu Riawa Kabupaten Sidrap. *UIN Alauddin Makassar*.
- Gusmailina, G., & Sumadiwangsa, S. (1988). Analisis kimia sepuluh jenis bambu dari Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 5(5): 290-293.
- Hou, S., Wang, J., Yin, F., Qi, C., & Mu, J. (2022). Moisture Sorption Isotherms And Hysteresis Of Cellulose, Hemicelluloses And Lignin Isolated From Birch Wood And Their Effects On Wood Hygroscopicity. *Wood Science and Technology*, 56(4): 1087-1102.
- Irawati, I. S., & Wusqo, U. (2020). Perbandingan Perilaku Lentur Balok Bambu Menggunakan Sifat Mekanik Yang Diperoleh Dengan Metode Rata-Rata Dan Persentil Ke-5. *Jurnal Permukiman*, 1-23.
- Juita, S. T., Seko, M. S., Seku, A. Y., Ahmad, S., & Astro, R. B. (2020). Penentuan koefisien restitusi benda menggunakan metode video tracking. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 46-53.
- Lisý, A., Ház, A., Nadányi, R., Jablonský, M., & Šurina, I. (2022). About Hydrophobicity Of Lignin: A Review Of Selected Chemical Methods For Lignin Valorisation In Biopolymer Production. *Energies*, 15(17): 6213.
- Maulana, D. (2023). Pembuatan Alat Pembentuk Produk Piring Berbahan Pelepah Bambu. *Teknoin*, 28(2): 42-52.
- Nashrullah, M. R. Strategi Global Ecobricks Alliance (Gea) Sebagai Social Enterprise Dalam Mendorong Pemanfaatan Limbah Plastik Di Indonesia Skripsi.
- Ncube, L. K., Ude, A. U., Ogunmuyiwa, E. N., Zulkifli, R., & Beas, I. N. (2020). Environmental impact of food packaging materials: A review of contemporary development from conventional plastics to polylactic acid based materials. *Materials*, 13(21): 4994.
- Novitasari, Z. R., et al. (2024). Pengembangan Biodegradable Box Dari Limbah Pelepah Pisang Dan Ampas Tebu Sebagai Pengganti Styrofoam: Studi Penggunaan Mesin Press. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 4(4): 2341-2348.
- Rahmawati, L. (2022). *Peningkatan sifat fisis dan mekanis kayu jabon (Anthocephalus cadamba) melalui perlakuan panas air heat treatment* (Doctoral dissertation, Universitas Lampung).
- Ramdhan, F., Yus' an, A. F., & Setiaji, B. (2025). Analisis Tumbukan Fisika pada Tabrakan Mobil Menggunakan Software BeamNG. drive. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 13(01).

- Ronzano, A., Stefanini, R., Borghesi, G., & Vignali, G. (2021, September). Agricultural Waste As A Source Of Innovative And Compostable Composite Biopolymers For Food Packaging: A Scientific Review. In *Proceedings of the 7th International Food Operations and Processing Simulation Workshop (FoodOPS 2021)* (pp. 29-36). Rende, Italy: CAL-TEK srl.
- Suparno, O., & Danieli, R. (2017). Penghilangan Hemiselulosa Serat Bambu Secara Enzimatis Untuk Pembuatan Serat Bambu. *Jurnal teknologi industri pertanian*, 27(1).
- Suri, I. F., Hidayat, W., Febryano, I. G., Hilmanto, R., Hadida, R. H., & Awandi, H. (2024). Pengaruh Modifikasi Panas Oil Heat Treatment Terhadap Perubahan Warna Dan Berat Pada Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Dan Bambu Andong (*Gigantochloa Pseudoarundinacea*). *Makila: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 18(1): 136-147.
- Wicaksana, A. A. S. (2025). Pengaruh Perbandingan Serat Bambu Dan Pelepah Pisang Dengan Orientasi 0° Berbasis Resin Epoxy Terhadap Kekuatan Tarik Komposit (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Jakarta).
- Widiantoro, D. (2023). Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Media Pembelajaran Pada Sekolah Adiwiyata. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(4): 1658-1670.
- Winatha, K. R., Meinarni, N. P. S., Wiryatama, I. B. D., Wiryatama, I. B. K. D., & Pradnyana, I. G. M. S. (2021). Sosialisasi Pengolahan Sampah Non Organik Di SMP Negeri 2 Blahbatuh, Blahbatuh Gianyar-Bali. *Jurnal Widya Laksmi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1): 1-6.
- Sitompul, S. M., Iswanto, B. H., & Budi, A. S. (2019, December). Penjejak Gerak Berbasis Webcam Untuk Mendukung Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) Untuk Menentukan Nilai Koefisien Restitusi Pada Materi Tumbukan di SMA. In *Joint Prosiding IPS dan Seminar Nasional Fisika* (Vol. 8, pp. SNF2019-PE).
- Pratama, R. A. (2021). *Pemodelan Kinetika Gas pada Tumbukan Lenting Sempurna*. Jurnal Sains Dasar
- Huda, N. (2018). *Analisis Koefisien Restitusi Benda Melalui Peristiwa Tumbukan Bebas*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya.