

Tinjauan Sistematis Peningkatan Ketahanan Kemasan Ramah Lingkungan Berbasis Pati Singkong

Putri Dwi Hanifah*, Vanny Fraditha Lesmana, Salwa Ayu Manika,
Mustika Nuramalia Handayani

Pendidikan Teknologi Agroindustri, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

*Koresponden email: puputridwihnfh@upi.edu

Diterima: 14 November 2024

Disetujui: 28 November 2024

Abstract

Conventional plastic packaging causes serious problems because it is difficult to biodegrade. Alternatives such as biodegradable cassava starch-based packaging have emerged as a potential solution due to their environmental friendliness, biodegradability and abundant availability. Although promising, cassava starch-based packaging still has many shortcomings, such as resistance to moisture and temperature. This article reviews biodegradable packaging based on cassava starch using a systematic literature review (SLR) approach and the PRISMA method. The search revealed the addition of materials such as chitosan, cellulose, essential oils, plant extracts and synthetic materials such as PVA and glycerol that can improve water resistance, heat resistance, biodegradability and tensile strength. Further research is therefore needed to optimise manioc starch so that it can be used more widely as a substitute for conventional plastics.

Keywords: *cassava starch bioplastic, SLR PRISMA*

Abstrak

Kemasan plastik konvensional menciptakan masalah yang serius akibat sulit terurai secara alami. Alternatif berupa kemasan biodegradable berbasis pati singkong muncul sebagai solusi potensial berkat sifatnya yang ramah lingkungan, mudah terurai dan ketersediaannya yang melimpah. Meskipun menjanjikan, kemasan pati singkong masih memiliki banyak kekurangan seperti daya tahan terhadap kelembapan dan suhu. Artikel ini meninjau kemasan biodegradable berbasis pati singkong dengan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dan metode PRISMA. Pencarian menghasilkan bahwa penambahan bahan seperti kitosan, selulosa, minyak esensial, ekstrak tumbuhan dan bahan sintesis seperti PVA dan gliserol dapat meningkatkan ketahanan air, tahan terhadap panas, biodegradasi dan kuat tarik. Dengan demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan dari pati singkong agar dapat digunakan lebih luas untuk menjadi pengganti plastik konvensional.

Kata Kunci: *bioplastik pati singkong, SLR PRISMA*

1. Pendahuluan

Sampai saat ini, kemasan berbahan dasar plastik merupakan kemasan yang paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan oleh biaya produksinya yang relatif murah dan daya tahannya yang kuat. Namun, karakteristik dari plastik tersebut dapat memicu persoalan yang besar. Daya tahan yang kuat membuat plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai. Limbah plastik yang terus meningkat telah menjadi perhatian global, menjadi salah satu penyumbang utama limbah yang berkontribusi terhadap kerusakan keseimbangan lingkungan maupun kesehatan pada manusia (Fibriany et al., 2023).

Perkembangan alternatif dari kemasan plastik menjadi salah satu solusi yang dikembangkan untuk mengatasi masalah ini. Solusinya adalah dengan mengganti kemasan plastik dengan kemasan ramah lingkungan. Di antara berbagai bahan polimer alami yang bisa digunakan untuk pembuatan kemasan ramah lingkungan, pati merupakan salah satu bahan yang paling efektif. Selain kemampuannya yang relatif cepat untuk terurai oleh mikroorganisme, pati bisa ditemukan dengan mudah karena tersedia secara luas dan melimpah.

Dari banyaknya bahan pangan yang dapat menghasilkan pati, singkong dipilih karena didasarkan pada karakteristik yang dimilikinya, yaitu kemudahan dalam isolasi pati dan kandungan patinya yang cukup tinggi, mencapai 90% (Natalia & Muryeti, 2020). Selain itu pati singkong memiliki kemampuan yang mudah terurai oleh mikroorganisme, menjadikannya alternatif potensial bagi plastik konvensional. *Biodegradable packaging* dari pati singkong sering digunakan sebagai kemasan plastik pengganti dalam

berbagai produk. Di tengah kekhawatiran yang terus meningkat tentang dampak lingkungan dari limbah plastik, kemasan ini menawarkan solusi yang lebih berkelanjutan.

Namun, meskipun memiliki potensi besar, kemasan berbasis pati singkong menghadapi sejumlah tantangan. Sifatnya yang sensitif terhadap kelembapan dan panas membatasi ketahanan fisiknya, sehingga belum optimal untuk penggunaan jangka panjang atau dalam kondisi lingkungan yang ekstrem. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dan inovasi lebih lanjut untuk meningkatkan performa kemasan dengan bahan dasar pati singkong ini. Pengembangan material yang lebih tahan terhadap pengaruh lingkungan dan memiliki daya tahan yang lebih baik dapat membuka peluang untuk penerapan yang lebih luas di berbagai sektor industri.

Tujuan dari tinjauan literatur ini yaitu untuk meninjau evolusi dalam pembuatan kemasan ramah lingkungan *biodegradable* berbasis pati singkong. Selain itu, artikel ini juga akan membahas efektivitas kemasan pati singkong dalam penggunaan sehari-hari. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diidentifikasi berbagai faktor yang berperan dalam meningkatkan sifat fisik dan ketahanan kemasan pati singkong terhadap faktor lingkungan, seperti kelembapan dan panas, sehingga dapat memperluas penerapan kemasan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian dalam bidang ini memiliki peran penting dalam mendorong keberlanjutan dan mengurangi ketergantungan pada plastik konvensional.

Metode *Systematic Literature Review* (SLR) menggunakan PRISMA cocok digunakan pada penelitian ini karena mampu memberikan gambaran komprehensif tentang kelebihan dan tantangan dari *biodegradable packaging* berbahan pati singkong. Dengan pendekatan ini, proses seleksi literatur dilakukan secara sistematis dan transparan, sehingga hanya penelitian yang relevan dan berkualitas yang dianalisis. Dengan demikian, metode ini membantu mengumpulkan data yang tepat untuk mengembangkan solusi inovatif dalam peningkatan kualitas kemasan *biodegradable* berbasis pati singkong.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah SLR (*Systematic Literature Review*). SLR merupakan istilah suatu cara untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi penelitian yang relevan terhadap rumusan masalah atau era topik yang akan diteliti. (Bone & Usiono, 2023). Pendekatan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*) digunakan dalam penelitian dengan harapan bahwa peneliti mengidentifikasi aspek-aspek utama seperti keunggulan kemasan *biodegradable* berbahan dasar pati, sekaligus memperhatikan perbaikan yang dibutuhkan, seperti peningkatan ketahanan terhadap air dan kekuatan mekanik.

Sumber Referensi

Peneliti menggunakan artikel ilmiah yang bersumber dari google scholar dan Scopus. Diharapkan penggunaan kedua database ini dapat menghasilkan analisis yang valid dan berkualitas. Dengan demikian, tinjauan sistematis ini berdasarkan pada jurnal-jurnal yang kredibel dan terpercaya.

Identifikasi Kata Kunci

Dalam proses identifikasi kata kunci yang digunakan pada penelitian ini, pada awalnya kami menggunakan kata kunci yang masih luas seperti “*biodegradable packaging from starch*”, “*starch-based plastics*”, dan “*starch-based*”. Lalu secara bertahap dikerucutkan menjadi “*cassava packaging*” dan “*kemasan biodegradable singkong*” dengan tujuan untuk memudahkan dalam proses seleksi dan fokus pada efektivitas penggunaan kemasan *biodegradable* dengan bahan dasar pati singkong.

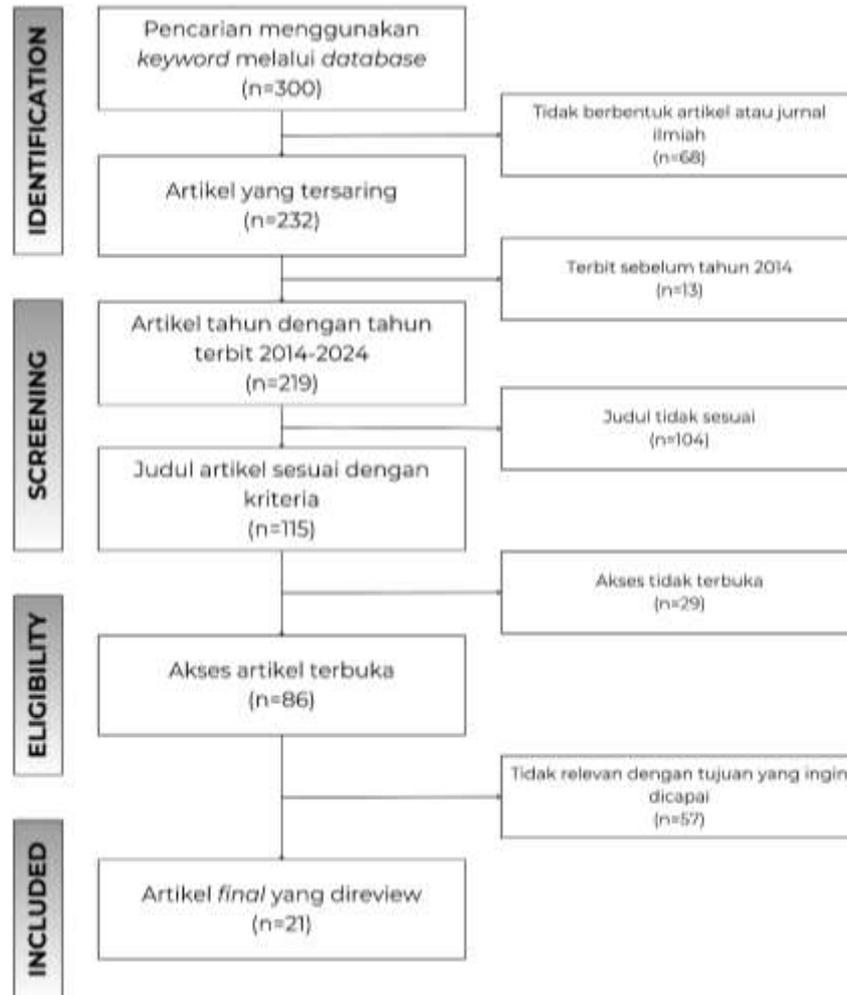
Kriteria Seleksi

Artikel yang dipilih hanya artikel yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir untuk menjaga akurasi dan kebaruan data, dengan memperhatikan pada artikel terindeks atau sumber akademis terpercaya. Untuk memfokuskan pencarian, artikel yang digunakan berfokus pada kemasan *biodegradable* berbasis pati singkong saja. Terutama artikel yang membahas metode atau strategi peningkatan ketahanan kemasan tersebut, baik dari segi fungsional maupun kimia.

Sebaliknya, artikel yang terbit lebih dari 10 tahun tidak akan dimasukkan. Artikel yang membahas pati selain singkong atau yang terlalu berfokus pada aspek di luar ketahanan kemasan, seperti hanya membahas aspek ramah lingkungan tanpa mengulas ketahanannya, akan dikecualikan. Dengan kriteria seleksi ini, diharapkan artikel yang digunakan dapat memberikan kontribusi yang relevan dalam pembahasan peningkatan ketahanan kemasan berbasis pati singkong.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pencarian dilakukan dengan mempertimbangkan kata kunci serta beberapa kriteria dalam proses seleksi. Dari seluruh proses yang kami ini, kami memastikan bahwa artikel yang akan kami *review* lebih lanjut merupakan artikel yang relevan dan sesuai dengan tujuan dibuatnya artikel ini. Sebagai hasil dari penelusuran tersebut kami sajikan secara visual dalam diagram PRISMA di bawah ini yang mencakup proses *identification*, *screening*, *eligibility*, dan *included*.



Gambar 1: PRISMA Flow Diagram

Setelah melalui beberapa proses, kami memperoleh 21 artikel yang memenuhi kriteria dengan memastikan bahwa artikel yang kami pilih ini sesuai dengan tujuan dari penelitian kami. Lalu kami membuat ulasan dari 21 artikel tersebut pada **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Ulasan Artikel

No	Penulis	Judul	Tahun	Bahan Tambahan	Hasil
1	D. Piñeros-Hernandez	Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging	2017	Ekstrak rosemary	Penambahan rosemary pada film pati singkong bisa meningkatkan pemblokiran pada sinar UV. Film pati singkong dengan penambahan rosemary juga memiliki sifat terdegradasi yang tinggi yaitu terurai setelah 14 hari. Hal ini menunjukkan bahwa rosemary memiliki potensi dalam mengembangkan film pati

No	Penulis	Judul	Tahun	Bahan Tambahan	Hasil
					singkong dengan ketahanan yang kuat.
2	Romagnolli, C. M., Leite, G. P., Rodrigues, T. A., & Morelli, C. L.	Blend of cassava starch and high-density polyethylene with green tea for food packaging	2020	Ekstrak teh hijau	Penambahan ekstrak teh hijau berpengaruh pada ketahanan tarik dan suhu untuk degradasi yang sangat mirip dengan kemasan HDPE murni. Membuktikan bahwa penambahan ekstrak teh hijau pada bioplastik singkong bisa menjadi bahan yang potensial dalam menggantikan HDPE murni.
3	Y. Zhou	Effects of cinnamon essential oil on the physical, mechanical, structural and thermal properties of cassava starch-based edible films	2021	Minyak atsiri kayu manis	Hasil menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri kayu manis dapat meningkatkan ketahanan terhadap air. Namun, seiring dengan terjadinya peningkatan penambahan ini menimbulkan penurunan pada kekuatan tarik dan sifat penghalang terhadap uap air.
4	M. Cheng	Effect of dual-modified cassava starches on intelligent packaging films containing red cabbage extracts	2022	Ekstrak kubis merah	Penelitian ini menyatakan bahwa <i>intelligent packaging film</i> berbahan pati singkong yang dimodifikasi memiliki ketahanan air yang lebih baik. Perubahan ini membuat film lebih rapat, sehingga air sulit menembusnya. Hal ini menjadikan film cocok untuk mengemas makanan yang membutuhkan perlindungan dari kelembapan.
5	K. Huntrakul	Effects of pea protein on properties of cassava starch edible films produced by blown-film extrusion for oil packaging	2020	Isolat protein kacang polong	Isolat protein kacang polong (PI) ditambahkan pada pati singkong asetilasi (AS) untuk meningkatkan stabilitas film yang dihasilkan. Hasilnya, penambahan PI 20% dapat meningkatkan elastisitas, kristalinitas, dan kemampuan menghalau uap air dan oksigen, meski mengurangi fleksibilitas. Film yang dihasilkan dapat melindungi makanan berminyak selama tiga bulan.
6	L.D. Pérez-Vergara	Development and characterization of edible films based on native cassava starch, beeswax, and propolis	2020	Lilin lebah dan ekstrak propolis etanol (EPE)	Kombinasi lilin lebah dan ekstrak propolis etanol (EPE) pada pati singkong dapat meningkatkan ketahanan kemasan terhadap uap air dan menurunkan kadar air, sehingga film ini cocok untuk pelapis sayur dan buah. Akan tetapi penambahan EPE menyebabkan kemasan menjadi buram.
7	F.L. Gomes de Menezes	TiO ₂ -enhanced chitosan/cassava starch biofilms for sustainable food packaging	2021	Titanium dioksida (TiO ₂) dan kitosan	Penelitian ini menghasilkan <i>biodegradable packaging</i> yang dapat meningkatkan ketahanan mekanis, hidrofobitas, dan melindungi sinar UV. Hal ini menjadikan kemasan tersebut efektif untuk menjadi pengganti kemasan konvensional untuk

No	Penulis	Judul	Tahun	Bahan Tambahan	Hasil
					menjadi kemasan makanan, karena memiliki sifat yang lebih kuat dan tahan terhadap air.
8	Fitriany, D. S., Annaziha, S., Syamsuddin, H. S. A., & Khumaira, A	Bio-Pack: Biodegradable Packaging Pati Singkong Sebagai Solusi Pencemaran Limbah Plastik Konvensional	2023	Cuka, gliserol dan kitosan	Kemasan yang dihasilkan berbentuk <i>pouch</i> dengan struktur yang kuat serta elastis. Penambahan gliserol membuat kemasan memiliki daya serap air yang rendah. Pada penelitian ini, dilakukan juga beberapa uji seperti uji ketahanan panas dengan hasil kemasan yang hanya sedikit sobek karena penambahan kitosan.
9	Utami, I., Rachmawati, F., Sriana, P., & Triana, N. W.	OPTIMASI PROSES PEMBUATAN BIOFOAM DARI JERAMI DAN KULIT SINGKONG DENGAN RSM	2024	Selulosa jerami dan PVA	Biofoam pada penelitian ini memiliki daya serap air sebesar 12,0044%, karena serat selulosa jerami dapat memperlambat daya serap. Selain itu, serat jerami bisa meningkatkan degradasi biofoam yaitu selama 14 hari. PVA juga berperan dalam meningkatkan kekuatan tarik.
10	Rusdianto, A. S., Amilia, W., Choiron, M., Wiyono, A. E., & Hidayati, U. N.	Karakteristik Biodegradable Foam Berbasis Pati Singkong Dengan Variasi Penambahan Tepung Ampas Tebu dan Polyvinyl Alcohol	2022	Tepung ampas tebu dan <i>polyvinyl alcohol</i> (PVA)	Daya serap air meningkat seiring bertambahnya konsentrasi tepung ampas tebu dan menurun ketika konsentrasi PVA ditambahkan. Sebaliknya dalam hal biodegradasi, tepung ampas tebu mampu mempercepat proses degradasi, sedangkan PVA cenderung memperlambatnya.
11	DAN, P. N	Sintesa Komposit Bioplastik Pati Kulit Singkong-Partikel Nanosilika Dan Karakterisasinya	2020	Nanosilika dan gliserol	Peningkatan nanosilika akan semakin menurunkan permeabilitas uap air yang melewati bioplastik. Penambahan nanosilika sekam padi juga mampu meningkatkan ketebalan dan kuat tarik bioplastik pati kulit singkong secara signifikan. Namun kekurangan dari campuran ini adalah adanya gumpalan yang akan berpengaruh pada tekstur akhir dari bioplastik.
12	Sarlinda, F., Hasan, A., & Ulma, Z.	Pengaruh Penambahan Serat Kulit Kopi dan Polivinil Alkohol (PVA) terhadap Karakteristik Biodegradable Foam dari Pati Kulit Singkong	2022	Serat kulit kopi dan polivinil alkohol (PVA)	Daya serap air menurun setelah ditambahkan serat yang terdapat pada kulit kopi. Peningkatan kuat tarik dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi PVA yang ditambahkan.
13	Wening, D. N., & Amalia, R	Optimasi kondisi operasi pembuatan plastik biodegradable dari selulosa tongkol jagung dan pati kulit singkong dengan penambahan PVA dan TiO ₂ sebagai smart packaging	2023	Selulosa tongkol jagung dengan penambahan PVA dan TiO ₂	Hasil dari plastik <i>biodegradable</i> selulosa tongkol jagung dan pati kulit singkong memiliki daya serap yang rendah, biodegradasi tinggi, kuat tarik tinggi, dan elongasi tertinggi. Namun dari setiap karakteristik, kadar PVA dan TiO ₂ yang ditambahkan berbeda-beda. Sehingga, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan komposisi yang tepat.

No	Penulis	Judul	Tahun	Bahan Tambahan	Hasil
14	Kholish, A., & Widowati, E. W.	Sintesis Plastik Biodegradable dari Onggok Singkong dengan Plasticizer Gliserol	2023	Penambahan asam asetat dengan menggunakan plasticizer gliserol	Penelitian ini menunjukkan bahwa asam asetat mampu meningkatkan sifat mekanik tanpa menurunkan waktu degradasi plastik. Nilai kuat tarik terbesar diperoleh pada formulasi asam asetat 1,5mL yaitu 55,42 MPa, sementara nilai <i>elongation</i> terbesar pada formulasi asam asetat 1 mL yaitu 105,0%.
15	Safiah, S.	Plastik Biodegradable Bahan Dasar Pati Singkong (Manihot esculenta) dengan Campuran Selulosa	2023	Selulosa yang dihasilkan dari nata de coco	Penambahan konsentrasi pati singkong dan campuran selulosa dari nata de coco dapat meningkatkan kuat tarik pada plastik <i>biodegradable</i> tersebut. Namun, dibutuhkan pengembangan lebih lanjut untuk mengatasi kelemahan daya serap airnya untuk penggunaan yang membutuhkan ketahanan lebih lama atau yang terhubung langsung dengan air.
16	Natalia, E. V., & Muryeti, M.	Pembuatan Bahan Plastik Biodegradable dari Pati Singkong dan Kitosan	2020	Kitosan, bahan tambahan CMC dan gliserol	Penelitian ini menunjukkan potensi plastik <i>biodegradable</i> dari pati singkong dan kitosan sebagai alternatif yang dapat terurai secara alami. Namun, masih terdapat tantangan dalam ketahanan air dan aktivitas antimikroba. Hal tersebut dipengaruhi dari penambahan <i>plasticizer</i> gliserol (nilai kuat tarik menurun dan nilai <i>elongation</i> meningkat) dan CMC (tingkat persentase transparansi dan proses degradasi pada tanah).
17	Prameswari, C. A., Prembayun, A. R., Puspitaningrum, A., Naaifah, M. I., Azhari, F., Hasan, M. I. N., & Khoirunnisa, A.	Sintesis plastik biodegradable dari pati kulit singkong dan kitosan kulit larva black soldier fly dengan penambahan polyethylene glycol sebagai plasticizer	2022	Kitosan kulit larva Black Soldier Fly (BSF), Polyethylene glycol (PEG)	Penelitian ini mengungkap bahwa plastik <i>biodegradable</i> dari pati kulit singkong memiliki kelemahan utama, yaitu kurang tahan air karena sifat pati yang mudah menyerap air. Untuk mengatasi ini, ditambahkan kitosan yang bersifat lebih tahan air. Namun, penelitian ini tidak menjelaskan secara detail seberapa besar ketahanan air plastik tersebut setelah ditambah kitosan.
18	Wahyuningtyas, D., Sukmawati, P. D., & Al Fitria, N. M.	Optimasi Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong dengan Penambahan Asam Sitrat Sebagai Crosslinking Agent	2019	Asam sitrat dan karagenan	Pati kulit singkong yang ditambah dengan karagenan dan asam sitrat untuk meningkatkan kekuatan dan elastisitas. Dengan penambahan karagenan, bioplastik mencapai kekuatan tarik 2,0665 MPa dan kelenturan 30,821% sementara penambahan asam sitrat meningkatkan kekuatan tarik hingga 2,1208 MPa dan kelenturan 32,22%. Pengujian menunjukkan bahwa plastik ini efektif memperpanjang umur simpan tomat hingga 8 hari dan mulai terurai setelah 67 hari.

No	Penulis	Judul	Tahun	Bahan Tambahan	Hasil
19	Widayoko, A., & Yuliani, Y.	Pembuatan Styrofoam Ramah Lingkungan Dari Pati Singkong (Amilum manihot) Dengan Penambahan serbuk Cangkang Telur (Ova) Sebagai Filler	2024	Serbuk cangkang telur	<i>Biodegradable foam</i> pati singkong yang dicampur dengan cangkang telur sebagai alternatif ramah lingkungan dan aman untuk kesehatan. Hasil pengujian menghasilkan daya serap air sebesar 12,01%, kuat tarik 3,12 N/mm ² , dan tingkat biodegradasi 12,23%, yang memenuhi standar SNI. Dibandingkan <i>styrofoam</i> konvensional, foam ini lebih mudah terdegradasi.
20	Sabella, A.	Karakteristik Bioplastik dari Rumput Laut (<i>Eucheuma Cottonii</i>) dan Pati Singkong dengan Penambahan Pati dari Limbah Biji Durian	2019	Rumput laut dan limbah biji durian	Bioplastik dari campuran rumput laut, pati singkong, dan biji durian dikembangkan menunjukkan bahwa biji durian memiliki potensi tinggi sebagai bahan bioplastik, dengan tingkat biodegradasi 87,43% dalam 14 hari, kekuatan tarik 4,69 MPa, dan perpanjangan 1,92%. Bioplastik ini dapat menjadi alternatif yang efektif dan efektif untuk menggantikan plastik konvensional.
21	Nurhidayah, P., Fajarwati, Y. E., & Fitri, A. C. K.	Analisa Uji Biodegradasi Bioplastik dari Pati Kulit Singkong dengan Variasi Volume Gliserol, Selulosa Jerami Padi dan Kitosan	2023	Gliserol, selulosa, jerami padi dan kitosan	Bioplastik dengan variasi jumlah gliserol untuk meningkatkan kualitas biodegradasi. Hasil menunjukkan bahwa variasi gliserol mencapai kualitas terbaik dengan 8 ml gliserol (38,03%), campuran pati dan selulosa terbaik pada 6 ml gliserol (61,93%), serta kombinasi pati, selulosa, dan kitosan terbaik pada 4 ml gliserol (57,14%). Penambahan gliserol pada berbagai komposisi menghasilkan bioplastik yang lebih ramah lingkungan.

Tahan Air

Kemasan yang baik adalah kemasan yang tidak mudah dilewati oleh air atau memiliki daya serap air yang rendah. Daya serap suatu kemasan terhadap air merupakan salah satu aspek yang penting untuk menilai ketahanan khususnya pada kemasan *biodegradable* berbasis pati singkong yang memiliki kecenderungan untuk menyerap air. Dilihat dari tren penelitian saat ini, sudah ada banyak sekali bahan tambahan yang digunakan untuk menurunkan daya serap air pada suatu kemasan *biodegradable*.

Selulosa yang merupakan komponen utama dalam serat, dapat meningkatkan kristalinitas kemasan *biodegradable* dan memperlambat atau menurunkan proses penyerapan air (Utami et al., 2024). Dari hasil pencarian yang kami lakukan, selulosa dapat ditemukan pada bahan-bahan yang banyak mengandung serat seperti jerami dan kulit kopi. Jerami padi yang memiliki sifat hidrofilik, dapat menahan air karena memiliki struktur berpori yang bisa menjebak air. Sama halnya dengan kulit kopi yang memiliki beberapa lapisan serat cocok digunakan dalam meningkatkan ketahanan kemasan *biodegradable* dalam aspek daya serap air. Selain bahan yang mengandung serat, minyak atsiri, ekstrak kubis merah, protein kacang polong, dan lilin lebah juga bisa digunakan untuk menurunkan daya serap kemasan *biodegradable*.

Kuat Tarik

Kuat tarik adalah satu di antara sifat mekanik plastik *biodegradable* yang utama untuk melindungi produk selama proses penanganan, transportasi dan distribusi (Pamalia, 2014). Nilai kuat tarik

memperlihatkan sejauh mana plastik mampu menahan gaya tarik saat menanggung beban. Nilai ini digunakan untuk mengukur tegangan maksimum bahan dalam menahan gaya yang mempengaruhi (Pratiwi et al., 2016). Secara keseluruhan penambahan bahan pada plastik *biodegradable* dari pati singkong bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik kemasan yang dihasilkan. Selain itu, peningkatan nilai kuat tarik dapat membuat plastik *biodegradable* digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil penelitian, bahan yang mampu meningkatkan nilai kuat tahan adalah ekstrak teh hijau. Ekstrak teh hijau memiliki kandungan anti bakteri yang dapat memperkuat struktur material. Selain itu, penambahan PVA dan gliserol pada plastik *biodegradable* sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tarik. Namun, kadar penggunaannya perlu diperhatikan agar tidak mengganggu karakteristik plastik *biodegradable* yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi dalam formulasi bahan sangat penting untuk mengoptimalkan performa plastik *biodegradable* tanpa mengorbankan sifat-sifat lainnya.

Biodegradasi

Biodegradasi merupakan perubahan senyawa kimia yang menjadi lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme (Sriningsih & Shovitri, 2016). Bioplastik dari pati singkong akan terurai lebih cepat dibandingkan dengan plastik konvensional, dengan rentang waktu mulai dari 2 minggu hingga 2 bulan. Proses degradasi yang singkat ini menunjukkan bahwa bioplastik dari pati singkong dapat menjadi solusi ramah lingkungan. Hal ini menjadikan bioplastik pati singkong sebagai alternatif potensial untuk mengurangi pencemaran plastik di lingkungan.

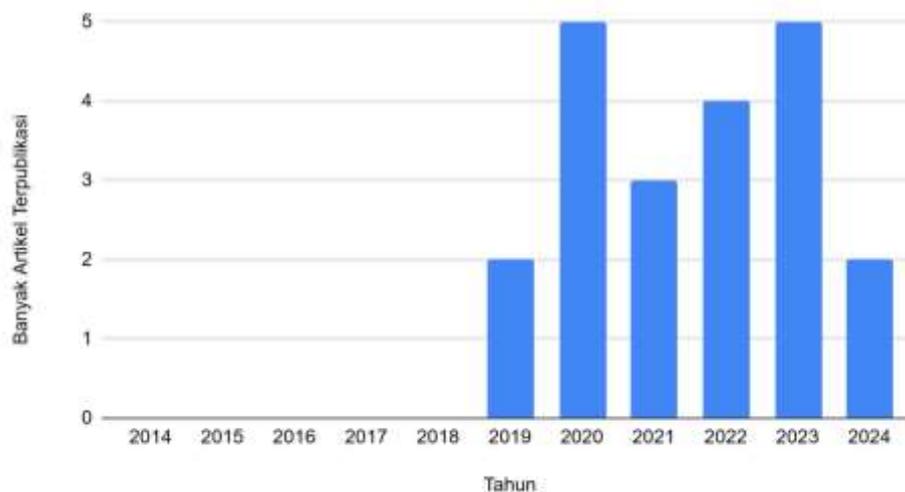
Selain itu, efektivitas degradasi bioplastik dari pati singkong dapat dikembangkan dengan berbagai bahan ramah lingkungan lainnya. Bahan alami seperti selulosa dari serat jerami, tepung ampas tebu, biji durian, serta ekstrak rosemary diketahui dapat mempercepat proses biodegradasi. Tidak hanya ramah lingkungan, penambahan berbagai bahan alami juga dapat meningkatkan sifat fisik yang lebih baik dan memperkuat perannya sebagai alternatif potensial untuk menggantikan plastik konvensional.

Tahan Panas

Untuk melindungi suatu produk, kemasan *biodegradable* juga diharapkan bisa tahan terhadap panas yang dapat merusak mutu dari produk. Salah satu bahan yang bisa digunakan dalam menahan panas adalah kitosan, akan tetapi penambahan kitosan yang terlalu banyak dapat berpengaruh terhadap visual serta tekstur dari kemasan *biodegradable* menjadi kaku dan sangat kuat. Namun, pada tren penelitian ini uji ketahanan panas belum banyak digunakan sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan ketahanan kemasan *biodegradable* berbasis pati singkong dari berbagai aspek yang dapat memicu kerusakan kemasan.

Tren Penelitian

Penelitian mengenai kemasan *biodegradable* berbasis pati singkong dalam beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan yang signifikan, tidak hanya dari segi inovasi bahan tetapi juga jumlah publikasi ilmiah yang mendukung perkembangannya. Grafik berikut menunjukkan publikasi yang memenuhi kriteria pencarian kami sesuai dengan tahun publikasinya.



Gambar 2: Distribusi Tren Penelitian

Tren ini diikuti oleh pergeseran fokus penelitian tidak hanya untuk mencari bahan kemasan ramah lingkungan saja, akan tetapi juga pengembangan kemasan ramah lingkungan dengan ketahanan yang lebih baik terhadap faktor lingkungan. Selain ramah lingkungan, pati singkong dipilih karena mudah terurai dan tersedia secara murah dan melimpah. Kemasan pati singkong terus berkembang dengan penambahan bahan alami seperti minyak esensial atau ekstrak tumbuhan yang berfungsi untuk memperbaiki daya tahan kemasan. Dengan berbagai macam penelitian ini, produk kemasan berbasis pati singkong tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga fungsional dan tahan lama.

3. Kesimpulan

Kemasan *biodegradable* berbasis pati singkong menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengatasi limbah plastik karena sifatnya yang ramah lingkungan atau mudah terurai di lingkungan. Penambahan bahan seperti kitosan, selulosa, minyak esensial, ekstrak tumbuhan dan bahan sintesis seperti PVA dan gliserol dapat meningkatkan ketahanan kemasan. Berbagai masalah masih belum terpecahkan mengenai kelembapan dan daya tahan kemasan terhadap suhu, sehingga penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan kualitas kemasan dan memperluas penggunaan agar lebih fungsional dan efektif. Penelitian ini juga menunjukkan pentingnya inovasi agar dapat menciptakan kemasan yang lebih tahan lama dan ramah lingkungan.

4. Ucapan Terima Kasih

Para penulis mengucapkan terimakasih kepada Mustika Nuramalia Handayani, selaku dosen pengampu mata kuliah Teknologi Pengemasan, Penyimpanan, dan Penggudangan, atas ilmu, bimbingan, dan saran selama persiapan hingga penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Indonesia atas fasilitas dan dukungan yang mendukung kelancaran penyusunan artikel ini.

5. Referensi

- [1] Bone, N. R., & Usiono, U. (2023). Systematic Literature Review: Efek Samping Obat Pada Kesehatan Tubuh. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 31030-31034.
- [2] Cheng, M., Cui, Y., Yan, X., Zhang, R., Wang, J., & Wang, X. (2022). Effect of dual-modified cassava starches on intelligent packaging films containing red cabbage extracts. *Food Hydrocolloids*, 124, 107225.
- [3] DAN, P. N. (2020). Sintesa Komposit Bioplastik Pati Kulit Singkong-Partikel Nanosilika Dan Karakterisasinya. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 42(2), 37-45.
- [4] de Menezes, F. L. G., de Lima Leite, R. H., dos Santos, F. K. G., Aria, A. I., & Aroucha, E. M. M. (2021). TiO₂-enhanced chitosan/cassava starch biofilms for sustainable food packaging. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 630, 127661.
- [5] Fibriyani, D., Arinta, F., & Kusumaningtyas, R. D. (2017). Pengolahan onggok singkong sebagai plastik biodegradable menggunakan plasticizer gliserin dari minyak jelantah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2).
- [6] Fitriyani, D. S., Annaziha, S., Syamsuddin, H. S. A., & Khumaira, A. (2023). Bio-Pack: Biodegradable Packaging Pati Singkong Sebagai Solusi Pencemaran Limbah Plastik Konvensional. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(1), 430-437.
- [7] Huntrakul, K., Yoksan, R., Sane, A., & Harnkarnsujarit, N. (2020). Effects of pea protein on properties of cassava starch edible films produced by blown-film extrusion for oil packaging. *Food Packaging and shelf life*, 24, 100480.
- [8] Kholish, A., & Widowati, E. W. (2023). Sintesis Plastik Biodegradable dari Onggok Singkong dengan Plasticizer Gliserol. *Evolusi: Journal Of Mathematics And Sciences*, 7(1), 33-42.
- [9] Natalia, E. V., & Muryeti, M. (2020). Pembuatan Bahan Plastik Biodegradable dari Pati Singkong dan Kitosan. *Journal Printing and Packaging Technology*, 1(1).
- [10] Nurhidayah, P., Fajarwati, Y. E., & Fitri, A. C. K. (2023). Analisa Uji Biodegradasi Bioplastik dari Pati Kulit Singkong dengan Variasi Volume Gliserol, Selulosa Jerami Padi dan Kitosan. In *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)* (Vol. 6, pp. A6-1).
- [11] Pamilia, C. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemlastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia* No. 4, Vol.20hal26. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya: Palembang.

- [12] Pérez-Vergara, L. D., Cifuentes, M. T., Franco, A. P., Pérez-Cervera, C. E., & Andrade-Pizarro, R. D. (2020). Development and characterization of edible films based on native cassava starch, beeswax, and propolis. *NFS Journal*, 21, 39-49.
- [13] Piñeros-Hernandez, D., Medina-Jaramillo, C., López-Córdoba, A., & Goyanes, S. (2017). Edible cassava starch films carrying rosemary antioxidant extracts for potential use as active food packaging. *Food hydrocolloids*, 63, 488-495.
- [14] Prameswari, C. A., Prembayun, A. R., Puspitaningrum, A., Naaifah, M. I., Azhari, F., Hasan, M. I. N., & Khoirunnisa, A. (2022). Sintesis plastik biodegradable dari pati kulit singkong dan kitosan kulit larva black soldier fly dengan penambahan polyethylene glycol sebagai plasticizer. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 4454-4461.
- [15] Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan selulosa dari limbah jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai bahan bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83.
- [16] 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. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 1(3), 140-150.
- [17] Romagnolli, C. M., Leite, G. P., Rodrigues, T. A., & Morelli, C. L. (2020). Blend of cassava starch and high-density polyethylene with green tea for food packaging. *Polymers from Renewable Resources*, 11(1-2), 3-14.
- [18] Sabella, A. (2019). Karakteristik Bioplastik Dari Rumput Laut (*Euclima Cottonii*) Dan Pati Singkong Dengan Penambahan Pati Dari Limbah Biji Durian. *Risenologi*, 4(2), 80-89.
- [19] Safiah, S. (2023). Plastik Biodegradable Bahan Dasar Pati Singkong (*Manihot esculenta*) dengan Campuran Selulosa. *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 4(1), 113-118.
- [20] Sriningsih, A., & Shovitri, M. (2016). Potensi isolat bakteri *Pseudomonas* sebagai pendegradasi plastik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2).
- [21] Utami, I., Rachmawati, F., Srianah, P., & Triana, N. W. (2024). OPTIMASI PROSES PEMBUATAN BIOFOAM DARI JERAMI DAN KULIT SINGKONG DENGAN RSM. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2), 133-141.
- [22] Wahyuningtyas, D., Sukmawati, P. D., & Al Fitria, N. M. (2019, April). Optimasi Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong dengan Penambahan Asam Sitrat Sebagai Crosslinking Agent. In *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (p. 6).
- [23] Wening, D. N., & Amalia, R. Optimasi kondisi operasi pembuatan plastik biodegradable dari selulosa tongkol jagung dan pati kulit singkong dengan penambahan PVa dan TiO₂ sebagai smart packaging. *Jurnal Rekayasa Proses*, 17(2), 139-147.
- [24] Widayoko, A., & Yuliani, Y. (2024). Pembuatan Styrofoam Ramah Lingkungan Dari Pati Singkong (*Amilum manihot*) Dengan Penambahan serbuk Cangkang Telur (*Ova*) Sebagai Filler. *Jurnal Integrasi Sains dan Qur'an (JISQu)*, 3(02), 300-307.
- [25] Zhou, Y., Wu, X., Chen, J., & He, J. (2021). Effects of cinnamon essential oil on the physical, mechanical, structural and thermal properties of cassava starch-based edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 184, 574-583.