



# BIOPLASTIK DARI PATI

**TEKNOLOGI  
DAN APLIKASI**

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku dalam bentuk dan dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit maupun penulis.

Sanksi Pelanggaran Pasal 72

Undang-undang No. 19 Tahun 2002

Tentang Hak Cipta

- (1) Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
- (2) Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

# **BIOPLASTIK DARI PATI**

## **TEKNOLOGI DAN APLIKASI**

**Penyusun:**

Edi Syafri  
Nasmi Herlina Sari  
Gusliani Eka Putri

**Penata Letak:**

Iis Nurul Fadhila

**Pendesain Sampul:**

Tim Ruang Karya

**Diterbitkan Oleh:**

Ruang Karya

**Kategori :**

Buku Referensi

**Alamat:**

Jl. Martapura lama, Km. 07,  
RT. 07, Kecamatan Sungai  
Tabuk, Kelurahan Sungai  
Lulut, Kabupaten Banjar,  
Kalimantan Selatan.

**Telp.** 0897-1169-692

**Email:**

kirimnaskah@ruangkarya.id

**Hak cipta dilindungi oleh undang-undang**

Cetakan Pertama Mei 2025

---

**Copyright 2025**

**ISBN: 978-623-520-404-8**

**Edi Syafri**

**Nasmi Herlina Sari**

**Gusliani Eka Putri**

**Halaman 169, Ukuran A5**

**Apabila menemukan kesalahan cetak dan atau kekeliruan  
informasi pada buku ini, harap menghubungi Penerbit.**

**Terima kasih.**

## **RUANG KARYA**

*“Berkarya selagi muda, bermanfaat selagi bisa”*

# **BIOPLASTIK DARI PATI**

## **TEKNOLOGI DAN APLIKASI**

Edi Syafri

Nasmi Herlina Sari

Gusliani Eka Putri

# DAFTAR ISI

<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar belakang bioplastik .....	1
B. Potensi pati sebagai bahan baku bioplastik .....	5
<b>BAB 2. TEKNOLOGI PEMBUATAN BIOPLASTIK DARI PATI ....</b>	<b>27</b>
A. Proses ekstraksi pati .....	29
B. Proses pembuatan bioplastik dari pati .....	35
C. Teknologi yang digunakan .....	52
<b>BAB 3. SIFAT DAN KARAKTERISTIK BIOPLASTIK DARI PATI .....</b>	<b>71</b>
A. Sifat fisik dan kimia .....	73
B. Sifat Mekanik.....	79
C. Sifat Thermal.....	81
D. Karakteristik biodegradabilitas .....	83
E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sifat dan Karakteristik Bioplastik.....	95
<b>BAB 4. APLIKASI BIOPLASTIK DARI PATI .....</b>	<b>102</b>
A. Kemasan makanan .....	110
B. Industri tekstil .....	114
C. Aplikasi lainnya .....	118
<b>BAB 5. TANTANGAN DAN PELUANG .....</b>	<b>137</b>
A. Tantangan dalam produksi bioplastik dari pati .....	137
B. Tantangan dalam bidang tekstil .....	143
C. Peluang pengembangan bioplastik dari pati.....	148
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>151</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>	<b>165</b>

# DAFTAR GAMBAR

Gambar		Hal
1	Klasifikasi plastik konvensional .....	2
2	Pati jagung bahan dasar bioplastic.....	5
3	Jagung sebagai sumber pati untuk bioplastik.....	6
4	Siklus hidup keberlanjutan bioplastik.....	8
5	Faktor-faktor yang penting untuk menentukan sifat gelatinisasi pati	11
6	Keuntungan penggunaan bioplastik.....	13
7	Bioplastik dari pati dapat menjadi bagian dari sistem ekonomi sirkular.....	15
8	Bioplastik dari pati ubi kayu dengan filler CNF Rami...	17
9	Bioplastik dari pati ubi kayu dengan filler CNF Rami...	18
10	Wadah sekali pakai, dan peralatan makan yang dapat didaur ulang dan terurai.....	22
11	Teknologi proses pembuatan bioplastik.....	26
12	Proses modifikasi Pati untuk meningkatkan sifat intrinsik.....	28
13	Proses penyaringan pada ekstraksi pati	31
14	Skema Proses pembuatan bioplastik.....	33
15	Pembuatan bioplastik berbasis Pati.....	34
16	Plasticizer .....	36
17	Proses gelatinisasi.....	39
18	Bioplastik blended PVA.....	42
19	Pengeringan bioplastik.....	45
20	Uji kualitas bioplastik.....	47
21	Hasil casting bioplastik.....	53
22	Rantai Polymer .....	59
23	Fourier Transform Infrared Spectroscopy.....	74
24	Kekuatan Tarik pada sampel bioplastik berbeda .....	80
25	Alat Uji Thermogravimetric Analysis.....	82

26	Hasil uji kestabilan thermal (TGA) bipolymer.....	83
27	Uji Bidegradable bioplastik dalam tanah.....	85
28	Bahan tambahan pada bioplastik.....	90
29	Beberapa aplikasi dari bahan bioplastik.....	102
30	Tahapan produksi kemasan fleksibel berbasis pati .	106
31	Beberapa aplikasi dari bahan bioplastik.....	110
32	Diagram alir proses produksi kemasan pati.....	112
33	Kantong belanja dari bioplastik.....	119
34	Wadah sayuran dari bioplastik.....	120
35	Wadah minuman bahan bioplastik.....	122
36	Wadah makanan bahan bioplastik.....	123
37	Mulsa pertanian bahan bioplastik.....	125
38	Peralatan makanan dari bioplastik.....	150

# DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
1 Jenis pati berdasarkan sumber, komposisi, dan karakteristik lainnya	107





# BAB 1

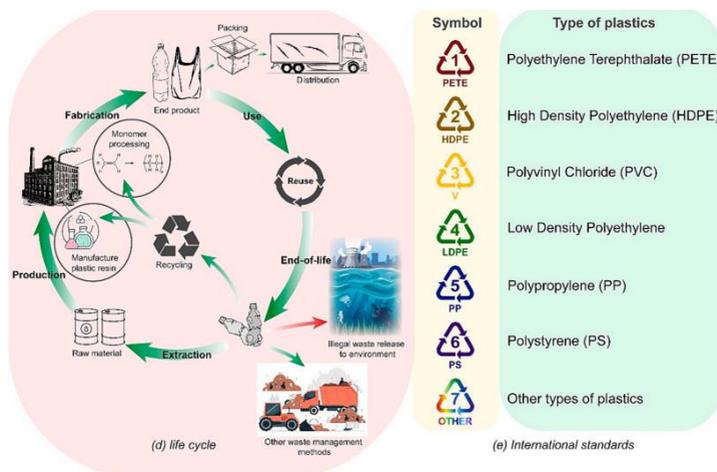
## Pendahuluan

### A. Latar belakang bioplastik

Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan plastik konvensional (Gambar 1) yang berbasis minyak bumi telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan yang serius. Plastik sintetis ini memiliki sifat tidak terurai secara alami dalam waktu singkat, sehingga menyebabkan akumulasi limbah plastik di daratan maupun lautan. Dampak dari akumulasi ini sangat luas, mulai dari pencemaran tanah dan air, gangguan pada rantai makanan hewan laut, hingga kontribusi terhadap perubahan iklim akibat emisi gas rumah kaca selama proses produksi dan degradasi. Oleh karena itu, kebutuhan akan alternatif yang lebih ramah lingkungan menjadi sangat mendesak, dan salah satu solusinya adalah bioplastik.

Bioplastik merupakan jenis plastik yang berasal dari bahan-bahan alami yang dapat terurai secara hayati, seperti pati jagung, kentang, singkong, tebu, dan bahkan

alga. Tidak seperti plastik konvensional (Gambar 1), bioplastik memiliki kemampuan untuk terdegradasi oleh mikroorganisme dalam kondisi lingkungan tertentu, sehingga tidak mencemari ekosistem dalam jangka panjang. Sumber bahan bakunya yang terbarukan juga memberikan keuntungan tersendiri karena tidak bergantung pada sumber daya fosil yang terbatas dan tidak ramah lingkungan. Dengan potensi tersebut, bioplastik diharapkan dapat menjadi solusi yang mendukung pembangunan berkelanjutan dan ekonomi hijau.<sup>1</sup>



Gambar 1. Klasifikasi plastik konvensional (Ratnayake, 2024)

<sup>1</sup> Bioplastik memiliki sifat biodegradable, artinya dapat terurai oleh mikroorganisme dalam waktu tertentu, yang berbeda dengan plastik konvensional yang bisa membutuhkan ratusan tahun untuk terdegradasi.

Perkembangan teknologi dan kesadaran masyarakat global terhadap isu lingkungan telah mendorong penelitian dan pengembangan bioplastik semakin intensif. Banyak institusi penelitian dan perusahaan mulai mengalihkan perhatian pada produksi bioplastik sebagai bentuk inovasi yang mendukung kelestarian lingkungan. Di negara-negara maju, regulasi pemerintah pun telah mendorong penggunaan plastik ramah lingkungan, baik melalui pelarangan penggunaan kantong plastik sekali pakai maupun pemberian insentif terhadap industri yang memproduksi bioplastik. Hal ini menunjukkan adanya dorongan sistemik untuk mengurangi ketergantungan pada plastik berbasis minyak bumi.

Namun, meskipun memiliki berbagai keunggulan, penerapan bioplastik masih menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu tantangan utama adalah biaya produksi yang relatif lebih tinggi dibandingkan plastik konvensional. Selain itu, infrastruktur pengolahan limbah bioplastik yang masih terbatas di banyak negara juga menjadi hambatan dalam proses degradasi optimal. Kualitas dan daya tahan bioplastik pun masih perlu

ditingkatkan agar dapat bersaing dengan plastik sintetis dalam berbagai aplikasi, terutama dalam sektor industri dan kemasan.

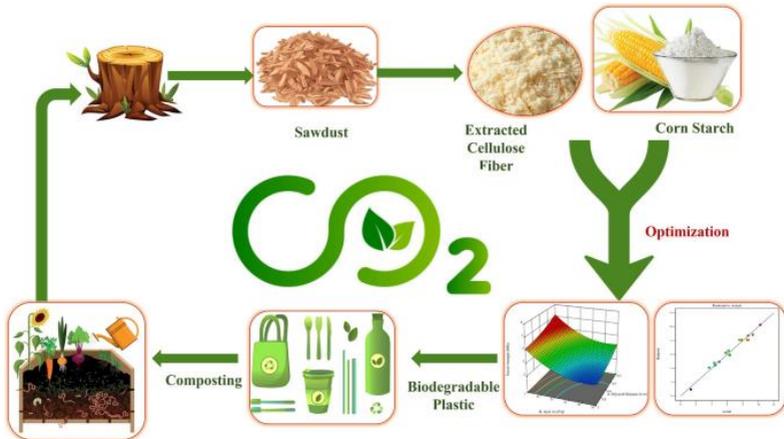
Meskipun demikian, potensi bioplastik untuk menggantikan plastik konvensional tetap terbuka lebar, terlebih dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga lingkungan. Upaya edukasi, pengembangan teknologi produksi yang lebih efisien, serta regulasi yang mendukung dapat mempercepat adopsi bioplastik di masyarakat luas. Dalam jangka panjang, bioplastik tidak hanya berperan sebagai alternatif material, tetapi juga sebagai simbol perubahan paradigma dalam memandang hubungan antara manusia dan alam.

Oleh karena itu, penting bagi berbagai pihak—baik pemerintah, akademisi, industri, maupun masyarakat umum—untuk bersama-sama mendorong pengembangan dan pemanfaatan bioplastik. Pendekatan kolaboratif ini akan mempercepat transisi menuju ekonomi sirkular yang tidak hanya mengutamakan efisiensi, tetapi juga keberlanjutan ekologi. Dengan demikian, bioplastik dapat menjadi tonggak penting



dalam upaya menciptakan masa depan yang lebih bersih, sehat, dan lestari bagi generasi mendatang.

## B. Potensi pati sebagai bahan baku bioplastik



Gambar 2. Pati jagung bahan dasar bioplastik (Abdel Hamid et al., 2025)

Pati, yang merupakan polisakarida alami yang terdapat pada tanaman, memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioplastik yang ramah lingkungan. Sebagai salah satu komponen utama dalam banyak jenis tumbuhan, pati memiliki sifat yang mudah diakses, terbarukan, dan terdegradasi secara alami di lingkungan. Potensi pati jagung (Gambar 2) sebagai bahan baku bioplastik telah menarik perhatian banyak peneliti dan industri untuk mengembangkan teknologi yang dapat

mengubahnya menjadi alternatif plastik yang lebih ramah lingkungan.

### **1. Ketersediaan dan Terbarukan**



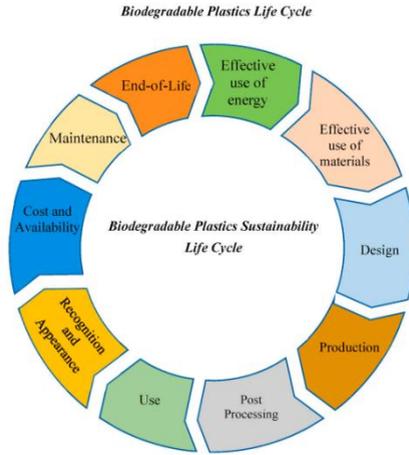
Gambar 3. Jagung sebagai sumber pati untuk bioplastik ([https://www.rumahmesin.com/wp-content/uploads/2020/12/Jagung-2\\_10072018163139.jpg](https://www.rumahmesin.com/wp-content/uploads/2020/12/Jagung-2_10072018163139.jpg))

Pati merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat melimpah dan terbarukan, yang menjadikannya bahan baku unggulan dalam pengembangan produk-produk ramah lingkungan seperti bioplastik. Pati dapat diperoleh dari berbagai jenis tanaman yang mudah dibudidayakan, seperti jagung (Gambar 3), singkong, kentang, gandum, dan sumber nabati lainnya. Karena



berasal dari hasil pertanian, pati memiliki keunggulan utama dalam hal ketersediaan yang bersifat musiman namun berkelanjutan—proses tanam dan panennya dapat dilakukan setiap tahun sesuai dengan siklus agrikultur. Hal ini sangat berbeda dibandingkan dengan bahan baku plastik konvensional yang bergantung pada sumber daya fosil yang tidak terbarukan dan terus menipis seiring waktu.

Keunggulan lainnya adalah kemampuan pati untuk dihasilkan secara lokal di berbagai wilayah, yang tidak hanya memperpendek rantai pasok, tetapi juga berpotensi meningkatkan ekonomi lokal dan ketahanan bahan baku nasional. Pati sebagai bahan alami memiliki karakteristik biodegradabel, yang berarti mampu terurai secara hayati dalam waktu tertentu tanpa mencemari lingkungan. Kemampuannya untuk kembali ke siklus alam menjadikan pati sangat relevan dalam menjawab tantangan global terkait limbah plastik dan pencemaran lingkungan (Gambar 4).



Gambar 4. Siklus hidup keberlanjutan bioplastik (Moshood et al., 2022)

Selain aspek ekologis, pati juga unggul dari sisi ekonomi. Biaya produksi dan distribusi pati relatif rendah dibandingkan bahan kimia sintesis atau minyak bumi. Ini karena proses produksinya tidak memerlukan teknologi tinggi dan dapat dilakukan oleh industri berskala kecil hingga besar. Harga yang kompetitif ini membuka peluang bagi industri bioplastik untuk memproduksi alternatif plastik konvensional yang lebih ekonomis dan efisien, baik untuk kebutuhan kemasan, alat rumah tangga, hingga produk sekali pakai yang kini menjadi fokus pengurangan limbah.

Dengan sifatnya yang terbarukan, melimpah, dan murah, pati menjadi pilihan yang sangat strategis untuk pengembangan teknologi berkelanjutan. Pemanfaatan pati sebagai bahan dasar bioplastik tidak hanya mendukung inovasi di bidang material ramah lingkungan, tetapi juga mempercepat transisi dari ekonomi berbasis bahan bakar fosil menuju ekonomi hijau yang lebih berkelanjutan. Dalam konteks global yang semakin sadar akan pentingnya menjaga lingkungan, pengembangan bioplastik berbasis pati bukan hanya menjadi solusi alternatif, melainkan kebutuhan masa depan.

## **2. Sifat Fisik yang Dapat Dimodifikasi**

Salah satu keunggulan utama dari pati sebagai bahan baku bioplastik terletak pada sifat fisiknya yang sangat fleksibel dan mudah dimodifikasi. Pati secara alami tersusun dalam bentuk granula yang bersifat semi-kristalin, namun struktur ini dapat diubah secara signifikan melalui berbagai proses fisik dan kimia. Salah satu proses penting adalah gelatinisasi (Gambar 5), yaitu saat pati dipanaskan dalam air sehingga granula-granula tersebut pecah dan membentuk gel yang homogen.

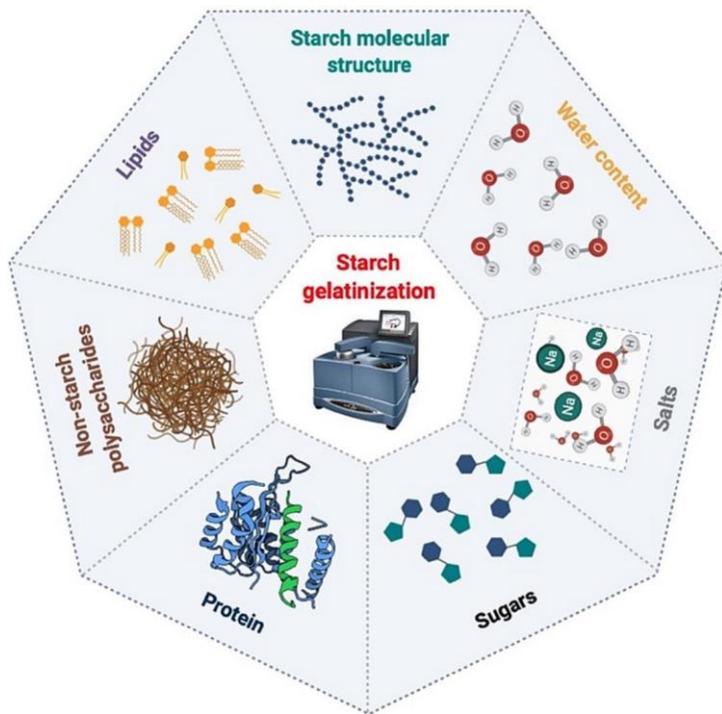
Proses ini meningkatkan ketersediaan pati untuk dicampur dengan bahan lain, serta menjadi fondasi awal bagi pembentukan material bioplastik.

Selain gelatinisasi, modifikasi kimiawi juga memegang peranan penting dalam meningkatkan performa pati sebagai bahan bioplastik. Melalui proses seperti esterifikasi, eterifikasi, oksidasi, atau pencampuran dengan bahan kimia tertentu, struktur molekul pati dapat dimanipulasi untuk memperoleh sifat-sifat yang lebih baik, seperti meningkatnya fleksibilitas, kekuatan mekanik, daya tahan terhadap air, serta kemampuan termoplastik. Dengan kata lain, modifikasi ini memungkinkan transformasi pati dari bahan alami yang rapuh menjadi material yang kuat, lentur, dan tahan lama — karakteristik yang sangat dibutuhkan dalam industri kemasan dan manufaktur.

Fleksibilitas modifikasi ini juga didukung dengan penambahan plasticizer seperti gliserol, sorbitol, atau urea yang berfungsi melunakkan struktur pati dan meningkatkan kelenturannya. Penambahan bahan tambahan ini tidak hanya memperbaiki sifat mekanik bioplastik, tetapi juga dapat menyesuaikan bioplastik untuk berbagai keperluan spesifik. Misalnya, untuk



kebutuhan kemasan makanan, bioplastik berbasis pati harus memiliki tingkat kejernihan, ketahanan air, dan kestabilan bentuk yang baik. Sementara dalam aplikasi medis, diperlukan standar ketahanan, biokompatibilitas, dan higienitas yang tinggi.



Gambar 5. Faktor-faktor yang penting untuk menentukan sifat gelatinisasi pati (Li, 2022)

Kemampuan untuk mengubah dan menyempurnakan sifat fisik pati ini membuka peluang

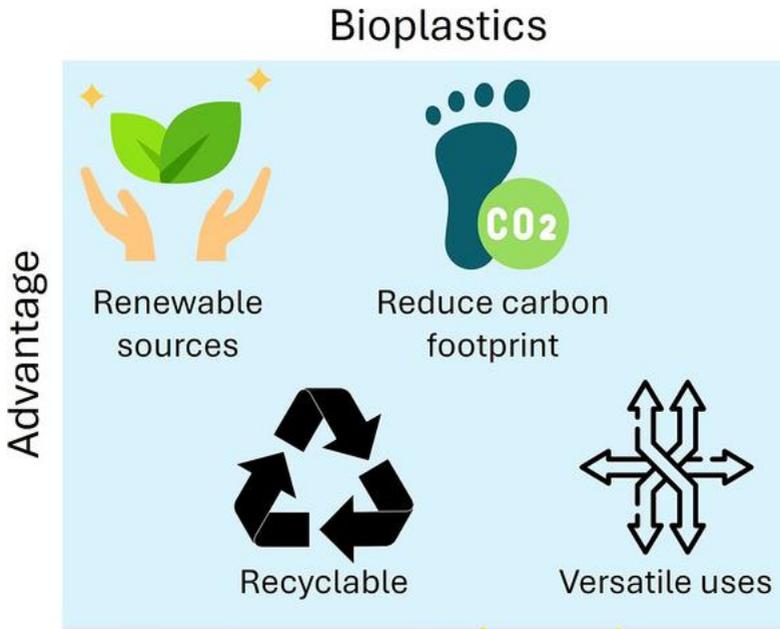
besar dalam pengembangan bioplastik multifungsi. Pati dapat diolah untuk menciptakan material yang dapat terurai secara hayati, ramah lingkungan, dan sekaligus memenuhi tuntutan teknis dari berbagai sektor industri seperti pertanian, farmasi, elektronik, hingga otomotif. Ini menjadikan pati sebagai bahan yang tidak hanya sustainable, tetapi juga strategis dalam mendorong transisi global menuju ekonomi sirkular dan pengurangan ketergantungan pada plastik berbasis bahan bakar fosil.

### **3. Sifat Terdegradasi Secara Alami**

Bioplastik yang berasal dari pati menawarkan keunggulan (Gambar 6) penting dalam aspek keberlanjutan lingkungan, terutama karena kemampuannya untuk terdegradasi secara alami. Tidak seperti plastik konvensional berbasis minyak bumi yang memerlukan waktu ratusan tahun untuk terurai secara sempurna, bioplastik dari pati dapat terurai hanya dalam hitungan minggu hingga beberapa bulan, tergantung pada kondisi lingkungan. Faktor-faktor seperti kelembaban, suhu, tingkat oksigen, dan keberadaan mikroorganisme sangat mempengaruhi kecepatan



proses degradasi ini. Dalam lingkungan kompos industri, bioplastik dari pati bahkan dapat terurai lebih cepat dan efisien.



Gambar 6. Keuntungan penggunaan bioplastik (Huang et al., 2025)

Sifat mudah terurai ini membuat bioplastik pati sangat ideal sebagai solusi terhadap permasalahan global berupa akumulasi limbah plastik. Plastik tradisional sering mencemari ekosistem laut, menciptakan microplastics yang merusak kehidupan

biota laut dan berpotensi membahayakan rantai makanan manusia. Sebaliknya, bioplastik berbahan dasar pati tidak hanya terurai menjadi senyawa alami seperti karbon dioksida, air, dan biomassa, tetapi juga tidak meninggalkan residu beracun yang membahayakan makhluk hidup atau lingkungan.

Keunggulan lainnya adalah bahwa bioplastik dari pati dapat menjadi bagian dari sistem ekonomi sirkular (Gambar 7) yang mendukung prinsip reduce, reuse, dan recycle. Bahan baku seperti pati jagung, ubi, atau singkong merupakan sumber daya terbarukan yang dapat dibudidayakan kembali, sehingga siklus produksinya dapat berjalan berkelanjutan tanpa menimbulkan ketergantungan pada sumber daya fosil. Dengan demikian, produksi dan penggunaan bioplastik dari pati tidak hanya menyelesaikan sebagian permasalahan limbah, tetapi juga menciptakan nilai tambah bagi sektor pertanian lokal sebagai penyedia bahan baku.

Secara keseluruhan, keberadaan bioplastik dari pati membuka jalan menuju masa depan yang lebih hijau, di mana produk sekali pakai tidak harus menjadi sumber pencemaran jangka panjang. Dengan meningkatkan



kesadaran publik dan dukungan kebijakan yang mendorong adopsi bioplastik, kita dapat mempercepat transisi menuju pola konsumsi yang lebih ramah lingkungan dan bertanggung jawab terhadap bumi.



Gambar 7. Bioplastik dari pati dapat menjadi bagian dari sistem ekonomi sirkular (Parveen et al., 2024)

#### **4. Kemampuan Pati untuk Membentuk Film dan Lembaran**

Salah satu keunggulan utama dari pati sebagai bahan baku bioplastik terletak pada kemampuannya untuk membentuk film dan lembaran yang kuat serta fleksibel. Ketika diproses melalui metode seperti casting/pegecoran (Gambar 8) atau ekstrusi, pati mampu menghasilkan material yang menyerupai plastik konvensional namun jauh lebih ramah lingkungan. Proses ini memungkinkan transformasi dari bentuk bubuk menjadi lapisan tipis atau lembaran yang seragam, memberikan potensi besar bagi berbagai aplikasi di industri kemasan dan pengemasan produk.

Melalui teknik casting, pati dicampur dengan air dan plastikizer (biasanya gliserol) untuk membentuk larutan kental yang kemudian dituangkan dan dikeringkan menjadi film. Hasilnya adalah lembaran tipis dan transparan yang dapat dilipat, dipotong, bahkan dicetak sesuai kebutuhan desain. Sementara itu, proses ekstrusi memungkinkan produksi film dalam jumlah besar dengan ketebalan yang konsisten dan presisi tinggi, sangat ideal untuk industri manufaktur yang membutuhkan efisiensi dan standarisasi tinggi.





Gambar 8. Bioplastik dari pati ubi kayu dengan filler CNF Rami ((Syafri et al., 2020)

Kemampuan membentuk film ini menjadikan pati sebagai bahan yang sangat serbaguna. Dalam praktiknya, film berbasis pati digunakan sebagai kantong belanja ramah lingkungan, pembungkus makanan biodegradable, serta kemasan produk medis yang memerlukan material steril dan mudah terurai. Selain itu, film ini juga dapat dipadukan dengan bahan alami lain seperti serat selulosa atau kitosan untuk meningkatkan sifat mekaniknya, seperti ketahanan terhadap air, kekuatan tarik, atau elastisitas.

Lebih dari sekadar alternatif terhadap plastik berbasis minyak bumi, film pati menawarkan nilai tambah dalam desain produk berkelanjutan. Ia bisa dicetak dengan pewarna alami, diberi aroma, bahkan

dibentuk ke dalam cetakan untuk menciptakan kemasan unik yang dapat terurai di tanah atau kompos dalam waktu relatif singkat. Fleksibilitas ini membuka peluang inovatif dalam pengembangan produk-produk kemasan masa depan yang tidak hanya fungsional, tetapi juga mendukung misi pelestarian lingkungan.

Dengan berbagai potensi tersebut, kemampuan pati untuk membentuk film dan lembaran menempatkannya sebagai komponen penting dalam ekosistem industri hijau. Penerapan teknologi tepat guna dalam pengolahan dan formulasi pati akan semakin memperluas ruang lingkup penggunaannya, menjadikannya tulang punggung revolusi bioplastik yang mendukung ekonomi sirkular dan keberlanjutan global.

## **5. Bioplastik Berbasis Pati untuk Aplikasi Medis dan Farmasi**

Bioplastik berbasis pati kini tidak hanya menjadi sorotan dalam industri kemasan ramah lingkungan, tetapi juga mulai menunjukkan potensi besar dalam sektor medis dan farmasi. Kemampuannya untuk dibentuk menjadi material yang fleksibel, biodegradable,



dan biokompatibel menjadikan pati sebagai alternatif ideal untuk menggantikan plastik sintetis (Gambar 9) dalam berbagai aplikasi kesehatan. Dalam dunia medis, pati dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk pelapis pil, gel kapsul, serta pembungkus alat medis sekali pakai seperti perban, kantong infus, atau pembungkus instrumen steril yang harus langsung dibuang setelah digunakan. Keunggulan utama dari penggunaan pati adalah sifat alaminya yang tidak menimbulkan toksisitas, sehingga lebih aman digunakan dalam kontak langsung dengan tubuh manusia.



Gambar 9. Peralatan medis dari plastik konvensional (<https://renewable-carbon.eu/news/media/2023/02/2.jpg>)

Selain keamanannya, salah satu keunggulan signifikan dari bioplastik berbasis pati adalah kemampuannya untuk terdegradasi secara hayati dalam

waktu yang relatif singkat. Hal ini sangat relevan bagi industri medis dan farmasi yang menghasilkan limbah sekali pakai dalam jumlah besar. Dengan menggunakan bahan berbasis pati, potensi pencemaran lingkungan akibat limbah medis dapat ditekan secara signifikan, seiring meningkatnya kebutuhan akan solusi kesehatan yang tidak hanya efektif tetapi juga berkelanjutan. Dalam konteks regulasi lingkungan yang semakin ketat, penggunaan bioplastik berbasis pati menjadi pilihan strategis bagi institusi kesehatan dan produsen alat medis.

Tak hanya dalam aplikasi perangkat keras medis, pati juga sangat menjanjikan dalam bidang farmasi. Pati dapat dimodifikasi secara kimia atau fisika untuk memperoleh sifat-sifat khusus, seperti peningkatan kelarutan atau kemampuan melepaskan zat aktif secara terkontrol. Modifikasi ini memungkinkan pengembangan kapsul atau tablet yang larut secara perlahan dalam tubuh, memberikan efek terapeutik yang lebih optimal dan memperpanjang durasi kerja obat. Bahkan, ada potensi untuk mengembangkan sistem penghantaran obat (drug delivery system) berbasis pati



yang cerdas, yang dapat merespons kondisi tertentu dalam tubuh seperti pH atau suhu.

Dengan kombinasi sifat fungsional, keberlanjutan, dan keamanan biologis, bioplastik berbasis pati berpotensi besar menjadi material utama dalam inovasi produk medis masa depan. Kehadirannya tidak hanya menawarkan solusi alternatif terhadap plastik berbasis minyak bumi, tetapi juga mendorong transformasi industri kesehatan menuju arah yang lebih hijau dan bertanggung jawab secara ekologis. Dukungan dari penelitian lanjutan dan kolaborasi lintas sektor akan mempercepat integrasi teknologi berbasis pati ke dalam ekosistem kesehatan modern yang lebih manusiawi dan ramah lingkungan.

## **6. Potensi Ekonomis dan Inovasi Teknologi**

Penggunaan pati sebagai bahan baku bioplastik tidak hanya berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan, tetapi juga membuka peluang ekonomi yang sangat besar. Di tengah meningkatnya kesadaran global terhadap keberlanjutan dan pengurangan ketergantungan pada plastik berbasis fosil, bioplastik berbasis pati tampil sebagai alternatif yang menjanjikan.

Keunggulan utama dari pati adalah ketersediaannya yang melimpah dan dapat diperbarui (Gambar 10), terutama di negara agraris seperti Indonesia yang memiliki potensi besar dalam produksi tanaman penghasil pati seperti jagung, singkong, ubi, dan kentang.



Gambar 10. Wadah sekali pakai, dan peralatan makan yang dapat didaur ulang dan terurai (Ghasemlou et al., 2024)

Seiring kemajuan teknologi, berbagai inovasi dalam proses produksi bioplastik terus dikembangkan. Teknologi seperti extrusion molding, casting, dan pengaplikasian nanoteknologi telah mendorong efisiensi dalam proses produksi, sekaligus meningkatkan kualitas produk akhir. Nanoteknologi, misalnya, memungkinkan penguatan struktur bioplastik sehingga menjadi lebih tahan lama, fleksibel, dan memiliki fungsi tambahan seperti biodegradabilitas yang terkontrol.



Perkembangan ini berdampak langsung pada efisiensi biaya produksi dan meningkatkan daya saing bioplastik terhadap plastik konvensional yang berbasis minyak bumi, yang harganya cenderung fluktuatif dan tidak ramah lingkungan.

Di sisi ekonomi, keberadaan industri bioplastik berbasis pati dapat menjadi pendorong pertumbuhan sektor pertanian dan industri pengolahan. Petani lokal dapat memperoleh nilai tambah dengan menjual hasil tanamannya sebagai bahan baku industri bioplastik, sementara pelaku UMKM dan industri menengah dapat terlibat dalam rantai produksi, mulai dari pengolahan pati, manufaktur produk bioplastik, hingga distribusi. Dengan demikian, tercipta ekosistem ekonomi yang inklusif, memperkuat ketahanan ekonomi lokal dan mengurangi ketergantungan pada produk impor berbasis fosil.

Lebih jauh lagi, bioplastik dari pati membuka peluang diversifikasi pasar. Selain sektor kemasan, inovasi produk bioplastik kini merambah ke bidang konstruksi, otomotif, alat medis, hingga tekstil. Produk-produk seperti bahan pelapis, kantong ramah lingkungan, komponen interior mobil, dan bahan tekstil

biodegradable kini mulai dikembangkan dari pati, memperluas cakupan aplikasi industri. Hal ini menciptakan peluang ekspor produk ramah lingkungan yang bernilai tinggi, meningkatkan devisa negara, sekaligus memperkuat citra Indonesia sebagai negara yang pro-lingkungan dan inovatif.

Dengan dukungan riset, kolaborasi industri, serta kebijakan pemerintah yang mendukung, bioplastik berbasis pati tidak hanya menjadi solusi atas persoalan lingkungan, tetapi juga menjadi motor penggerak ekonomi hijau yang berkelanjutan. Inovasi teknologi yang terus berkembang akan menjadi kunci dalam menjadikan produk ini lebih efisien, terjangkau, dan mampu bersaing di pasar global.

Secara keseluruhan, pati memiliki potensi yang sangat besar untuk menjadi bahan baku utama dalam produksi bioplastik. Dengan peningkatan penelitian dan pengembangan dalam teknologi pengolahan pati, kita dapat mengharapkan lebih banyak aplikasi bioplastik yang tidak hanya lebih ramah lingkungan, tetapi juga memiliki potensi untuk menggantikan plastik konvensional dalam berbagai sektor industri.





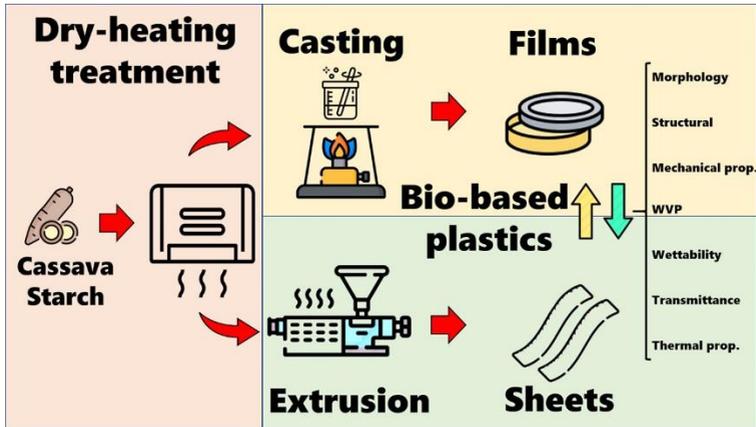
## **BAB 2**

# **Teknologi Pembuatan Bioplastik dari Pati**

Dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap plastik berbasis minyak bumi yang sulit terurai, bioplastik menjadi alternatif yang semakin mendapat perhatian global. Salah satu bahan baku yang potensial dan melimpah untuk produksi bioplastik adalah pati, yang dapat diperoleh dari berbagai sumber nabati seperti jagung, singkong, kentang, dan sagu. Pati merupakan polisakarida alami yang mudah dimodifikasi secara kimia atau fisik untuk menghasilkan material dengan sifat mirip plastik konvensional, namun ramah lingkungan dan dapat terdegradasi secara hayati.

Teknologi pembuatan bioplastik dari pati berkembang seiring dengan kemajuan di bidang teknik material dan bioteknologi. Proses dasar yang digunakan dalam pembuatan bioplastik dari pati meliputi gelatinisasi,

pencampuran dengan plasticizer seperti gliserol, pembentukan struktur melalui teknik ekstrusi atau cetak (casting), dan pengeringan. Tahapan ini (Gambar 11) memungkinkan transformasi pati menjadi bahan plastik dengan karakteristik yang lebih lentur, kuat, dan tahan terhadap kelembapan, tergantung pada komposisi dan teknik pemrosesannya.



Gambar 11. Teknologi proses pembuatan bioplastik (La Fuente et al., 2022)

Selain metode konvensional, teknologi mutakhir kini mulai mengintegrasikan nanoteknologi dan modifikasi kimia untuk meningkatkan performa bioplastik dari pati, menjadikannya lebih kompetitif di pasar global. Misalnya, penggunaan nanopartikel atau campuran dengan polimer lain dapat meningkatkan daya

tahan, elastisitas, dan stabilitas termal produk akhir. Dengan terus berkembangnya teknologi ini, bioplastik berbasis pati tidak hanya berpotensi menggantikan plastik sekali pakai, tetapi juga bisa diandalkan untuk aplikasi industri yang lebih kompleks seperti dalam bidang pertanian, farmasi, dan kemasan makanan.

Dengan berbagai keunggulan tersebut, penelitian dan inovasi dalam teknologi pembuatan bioplastik dari pati menjadi kunci dalam mewujudkan industri yang lebih hijau dan berkelanjutan. Dukungan dari sektor riset, industri, serta kebijakan pemerintah sangat dibutuhkan untuk mempercepat adopsi teknologi ini dan menciptakan ekosistem produksi yang efisien dan ramah lingkungan.

## **A. Proses ekstraksi pati**

Ekstraksi pati merupakan langkah krusial dalam pemanfaatan sumber tanaman berkarbohidrat tinggi sebagai bahan baku bioplastik, yang memungkinkan pemisahan pati murni dari bagian-bagian lain tanaman seperti serat, protein, dan lemak, sehingga menghasilkan pati yang siap digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Pati perlu dimodifikasi supaya lebih mudah

pemanfaatan selanjutnya (Gambar 12).

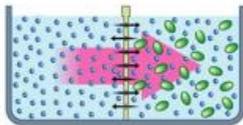
### Physical techniques



High-pressure  
autoclave treatment

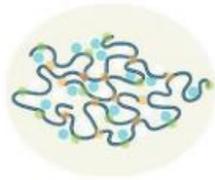


Extrusion

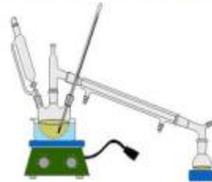


Osmotic pressure  
treatment

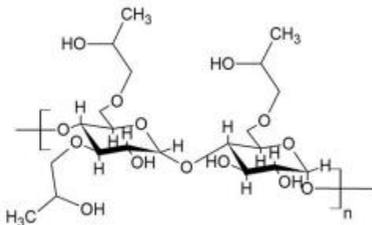
### Chemical and enzymatic techniques



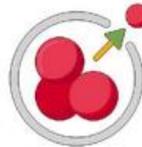
Dextrinization



Esterification and  
etherification



Hydroxypropylation



Oxidation

Gambar 12. Proses modifikasi Pati untuk meningkatkan sifat intrinsik (Rashwan et al., 2024)

Proses ekstraksi pati ini umumnya dimulai dengan tahap pembersihan untuk menghilangkan kotoran dan bahan-bahan asing yang menempel pada tanaman, diikuti dengan penghancuran bahan tanaman untuk memecah struktur selulosa dan melepaskan pati dari jaringan tanaman. Selanjutnya, campuran tersebut disaring untuk memisahkan pati dari bahan padat lainnya, kemudian dilakukan pengendapan untuk mempercepat pemisahan pati yang terlarut dalam air. Setelah itu, pati yang telah terpisah akan melalui tahap pengeringan untuk menghilangkan kadar air, sehingga pati menjadi lebih stabil dan mudah disimpan. Tahap akhir adalah penggilingan, yang bertujuan untuk menghasilkan pati dalam bentuk serbuk halus yang siap digunakan. Berbagai sumber pati seperti jagung, singkong, kentang, dan sagu sering dimanfaatkan dalam proses ini, dengan metode ekstraksi yang dapat disesuaikan dengan karakteristik masing-masing tanaman, meskipun pada dasarnya semua sumber pati ini mengikuti prinsip dasar yang serupa untuk menghasilkan pati murni berkualitas tinggi.

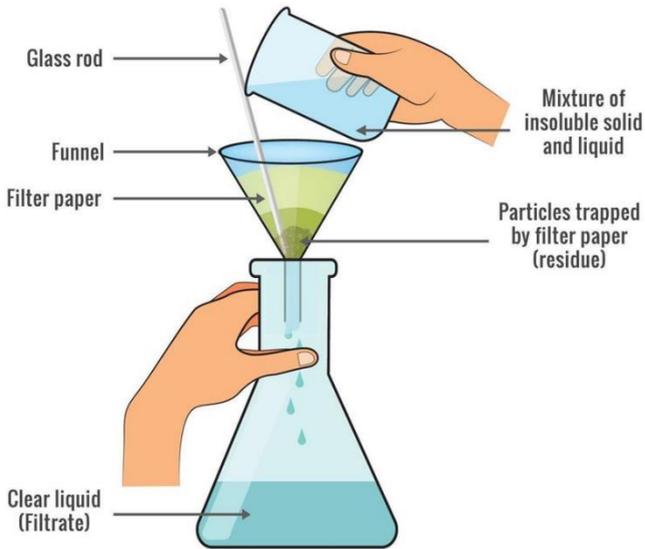
Tahap pertama adalah **pembersihan**, yaitu mencuci bahan baku untuk menghilangkan kotoran,

pasir, dan kontaminan lain yang menempel di permukaan umbi atau biji. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa pati yang dihasilkan bebas dari pengotor yang dapat mempengaruhi kualitas akhir produk. Setelah itu dilakukan **penghancuran atau pamarutan**, terutama pada bahan seperti singkong atau kentang, untuk memecah struktur sel tanaman sehingga pati dapat dilepaskan. Proses ini biasanya menggunakan alat penghancur mekanik atau pamarut berkecepatan tinggi.

Langkah selanjutnya adalah penyaringan dan pemisahan (Gambar 13), di mana hasil penghancuran dicampur dengan air dan kemudian disaring untuk memisahkan cairan yang mengandung pati dari ampas atau serat kasar. Proses ini bisa dilakukan secara manual dengan kain saring halus atau menggunakan mesin penyaring sentrifugal. Cairan hasil saringan kemudian didiamkan agar pati mengendap di dasar wadah melalui proses **pengendapan gravitasi**. Selama proses ini, air yang mengandung zat-zat larut seperti protein dan gula akan tetap berada di bagian atas dan dapat dibuang secara hati-hati.



## Filtration Process



Gambar 13. Proses penyaringan pada ekstraksi pati

[https://static.vecteezy.com/system/resources/previews/020/240/711/non\\_2x/filtration-process-of-mixture-of-solid-and-liquid-science-experiment-illustration-vector.jpg](https://static.vecteezy.com/system/resources/previews/020/240/711/non_2x/filtration-process-of-mixture-of-solid-and-liquid-science-experiment-illustration-vector.jpg)

Setelah pati mengendap, langkah berikutnya adalah  **pencucian endapan**  untuk menghilangkan kotoran atau sisa-sisa zat organik yang masih menempel. Biasanya pencucian dilakukan beberapa kali dengan air bersih sampai pati yang diperoleh tampak putih bersih.

Endapan pati yang telah bersih kemudian dikeringkan menggunakan sinar matahari atau alat pengering (oven) pada suhu rendah agar tidak merusak struktur kimianya. Pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air sehingga pati bisa disimpan lebih lama dan siap diolah lebih lanjut.

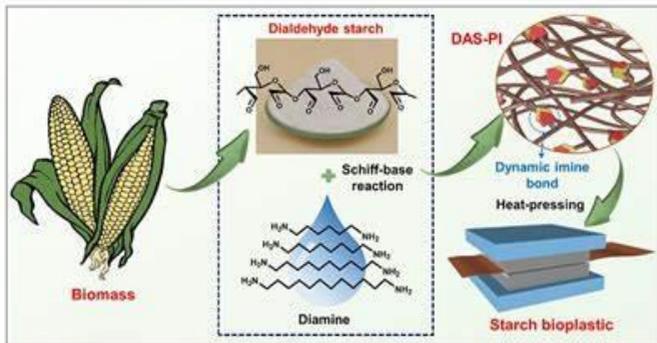
Tahap terakhir adalah **penggilingan** jika dibutuhkan, untuk mengubah pati kering menjadi bentuk serbuk halus. Pati yang sudah diekstraksi dan dikeringkan dapat langsung digunakan dalam formulasi bioplastik dengan mencampurnya bersama plastisizer seperti gliserol atau sorbitol. Proses ini menghasilkan material yang dapat diproses menjadi film plastik, wadah, atau produk lain yang ramah lingkungan.

Dengan metode yang relatif sederhana, proses ekstraksi pati ini dapat diterapkan baik di skala industri maupun rumahan, asalkan dilakukan dengan standar kebersihan dan efisiensi yang tepat. Selain itu, proses ini dapat menjadi kegiatan bernilai tambah di sektor



pertanian dan rumah tangga, terutama di daerah penghasil tanaman berpati tinggi.<sup>2</sup>

## B. Proses pembuatan bioplastik dari pati



Gambar 14. Skema Proses pembuatan bioplastik (<https://th.bing.com/th/id/OIP.XuLvJ5VHud1kXEmzf3ZMBQHaD4?rs=1&pid=ImgDetMain>)

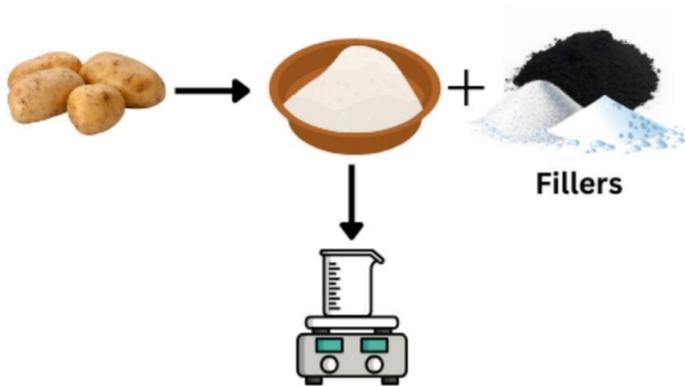
Pembuatan bioplastik (Gambar 14), dari pati merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan bahan alami sebagai alternatif pengganti plastik sintetis yang lebih ramah lingkungan. Proses pembuatan bioplastik berbasis pati relatif sederhana dan melibatkan beberapa tahapan utama, yaitu persiapan bahan baku, pencampuran dengan plastisizer, pemanasan,

---

<sup>2</sup> Efisiensi proses ekstraksi pati sangat bergantung pada teknik penghancuran dan penyaringan, karena tahap ini menentukan seberapa banyak pati yang dapat diambil dari bahan baku.

pembentukan, dan pengeringan. Proses ini dapat disesuaikan dengan jenis pati yang digunakan serta aplikasi bioplastik yang diinginkan.

### 1. Persiapan Bahan Baku



Gambar 15. Pembuatan bioplastik berbasis Pati (Thakkar et al., 2025)

Tahap awal dalam proses pembuatan bioplastik berbasis pati (Gambar 15) adalah persiapan bahan baku yang optimal. Pati yang digunakan bisa berasal dari berbagai sumber nabati seperti jagung, singkong, kentang, atau sagu. Namun, sebelum digunakan lebih lanjut, pati tersebut harus melalui tahap ekstraksi dan pemurnian. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran, serat kasar, protein, serta senyawa lain yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari bioplastik

yang dihasilkan. Pati yang telah dimurnikan kemudian dikeringkan untuk mengurangi kadar air, sehingga tidak mempengaruhi proses pencampuran dan pencetakan.

Setelah proses pengeringan, pati biasanya digiling menjadi serbuk halus. Penggilingan ini penting untuk meningkatkan homogenitas pencampuran dengan bahan aditif lainnya seperti plasticizer (misalnya gliserol), bahan pengisi (filler), atau agen pengikat. Ukuran partikel pati yang halus akan memberikan distribusi yang lebih merata dalam matriks bioplastik dan meningkatkan sifat mekanik produk akhir. Dalam beberapa kasus, proses pra-modifikasi pati juga dilakukan untuk meningkatkan kelarutan dan reaktivitasnya.

Selain itu, dalam tahap persiapan bahan baku ini, dilakukan pula seleksi terhadap bahan tambahan yang akan digunakan. Bahan pengisi seperti serat selulosa, kitosan, atau serbuk bambu bisa ditambahkan untuk memperkuat struktur bioplastik, sementara plasticizer ditambahkan untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas produk akhir. Tak jarang pula dilakukan penambahan bahan aditif yang memiliki sifat

antibakteri, antioksidan, atau pewarna alami sesuai dengan kebutuhan aplikasi bioplastik tersebut.

Dengan proses persiapan bahan baku yang cermat dan terstandarisasi, kualitas bioplastik yang dihasilkan dapat lebih konsisten dan sesuai dengan spesifikasi teknis yang diinginkan. Tahapan ini merupakan fondasi penting yang akan menentukan keberhasilan proses selanjutnya seperti gelatinisasi, pencetakan, dan pengeringan, serta berpengaruh langsung terhadap performa bioplastik dalam penggunaannya di berbagai sektor industri.

## 2. Pencampuran dengan Plastisizer



Gambar 16. Plasticizer

(<https://anekakimialestari.com/wp-content/uploads/2024/02/IMG-20240122-WA0041.jpg>)

Setelah pati selesai dipersiapkan melalui proses ekstraksi dan pengeringan, tahap berikutnya dalam

pembuatan bioplastik adalah pencampuran dengan plastisizer. Plastisizer merupakan zat aditif yang sangat penting dalam formulasi bioplastik karena berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas, elastisitas, dan daya tahan bahan terhadap tekanan mekanis. Tanpa penambahan plastisizer, bioplastik berbasis pati akan cenderung bersifat kaku, mudah retak, dan tidak lentur, sehingga membatasi penggunaannya dalam berbagai aplikasi.

Plastisizer (Gambar 16), yang umum digunakan dalam pembuatan bioplastik dari pati antara lain gliserol dan sorbitol. Gliserol, sebagai plastisizer alami yang bersifat higroskopis, sangat efektif dalam menarik dan mempertahankan kelembapan, sehingga memberikan sifat lunak dan lentur pada bioplastik. Sementara itu, sorbitol memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam menyerap air, tetapi menghasilkan struktur bioplastik yang lebih kuat dan stabil. Pemilihan jenis plastisizer tergantung pada karakteristik akhir yang diinginkan dari produk bioplastik, seperti transparansi, ketahanan terhadap air, atau kekuatan mekanik.

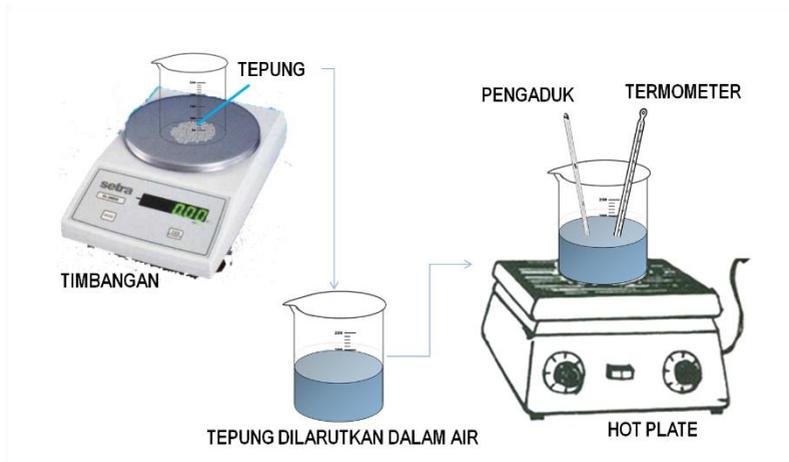
Proporsi pencampuran antara pati dan plastisizer biasanya diatur secara hati-hati, karena keseimbangan

komposisi ini sangat memengaruhi performa bioplastik. Misalnya, kandungan plastisizer yang terlalu tinggi dapat menyebabkan produk menjadi terlalu lembek dan lengket, sedangkan jumlah yang terlalu rendah bisa menyebabkan bioplastik menjadi rapuh dan sulit dibentuk. Oleh karena itu, formulasi ideal harus disesuaikan berdasarkan tujuan aplikasi dan proses lanjutannya, seperti teknik pencetakan atau pemanasan.

Campuran pati dan plastisizer kemudian dilarutkan dalam air atau pelarut lain yang sesuai untuk membentuk adonan homogen. Proses ini dapat dilakukan dengan pengadukan pada suhu tertentu untuk memastikan bahwa semua komponen tercampur secara merata. Homogenitas campuran ini sangat penting untuk menghasilkan bioplastik dengan sifat fisik dan mekanik yang seragam. Setelah pencampuran selesai, pasta bioplastik siap untuk masuk ke tahap pemrosesan selanjutnya seperti pencetakan (casting), ekstrusi, atau pengeringan, tergantung pada metode produksi yang digunakan.



### 3. Pemanasan dan Gelatinisasi



Gambar 17. Proses gelatinisasi

([https://mplk.politanikoe.ac.id/images/Praktikum\\_Kimia\\_MPLK/Gelatinisasi\\_Karbohidrat.png](https://mplk.politanikoe.ac.id/images/Praktikum_Kimia_MPLK/Gelatinisasi_Karbohidrat.png))

Setelah proses pencampuran antara pati dan plastisizer seperti gliserol atau sorbitol, tahap selanjutnya dalam pembuatan bioplastik adalah proses pemanasan. Pemanasan ini dilakukan pada suhu yang umumnya berkisar antara 60°C hingga 90°C. Tujuan dari proses ini adalah untuk memicu gelatinisasi, yakni suatu transformasi fisik dan kimiawi yang terjadi pada granula pati ketika dipanaskan dalam lingkungan yang cukup air.

Selama proses gelatinisasi (Gambar 17), granula pati mulai menyerap air dalam jumlah besar dan mengalami pembengkakan. Proses ini menyebabkan struktur internal granula—yang terdiri dari rantai amilosa dan amilopektin—terurai dan mengalami perubahan dari bentuk kristalin menjadi amorf. Akibatnya, pati berubah menjadi pasta kental yang homogen dan memiliki viskositas tinggi. Pasta inilah yang menjadi dasar dari pembentukan film bioplastik karena konsistensinya yang dapat dicetak dan dibentuk.

Pemanasan tidak hanya penting untuk gelatinisasi itu sendiri, tetapi juga memainkan peran penting dalam meningkatkan integrasi antara molekul pati dan plastisizer. Suhu yang cukup tinggi membantu mempercepat proses pengikatan kimia dan fisik antara keduanya, menghasilkan matriks polimer yang lebih seragam dan stabil. Hal ini sangat penting untuk memastikan bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat mekanik yang baik, seperti kekuatan tarik dan elastisitas yang cukup.

Selain itu, proses pemanasan juga berperan dalam meningkatkan kelarutan pati di dalam sistem, sehingga seluruh komponen tercampur sempurna dan tidak

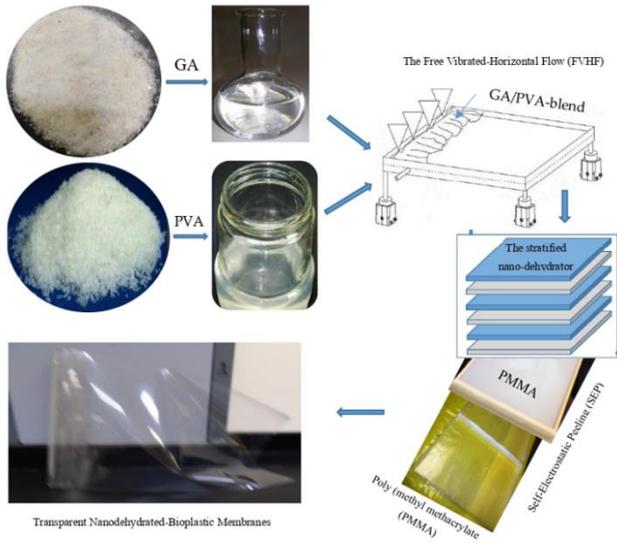


membentuk gumpalan. Tahap ini sangat krusial untuk memastikan bahwa bahan baku akan mengalami pemrosesan lanjutan dengan optimal, baik melalui teknik pencetakan, ekstrusi, maupun pengeringan. Dengan kata lain, gelatinisasi melalui pemanasan merupakan salah satu tahap kunci dalam mengubah campuran awal menjadi material bioplastik yang fungsional dan ramah lingkungan.

#### **4. Pembentukan Bioplastik**

Setelah campuran pati dan plastisizer melalui tahap gelatinisasi dan mencapai konsistensi yang homogen serta cukup kental, langkah selanjutnya dalam proses pembuatan bioplastik adalah tahap pembentukan. Tahap ini sangat krusial karena menentukan bentuk akhir dan karakteristik fisik dari produk bioplastik yang dihasilkan. Tergantung pada tujuan penggunaan, campuran tersebut dapat dibentuk menjadi film tipis (Gambar 18), lembaran tebal, granul, atau bahkan bentuk tiga dimensi yang lebih kompleks.





Gambar 18. Bioplastik blended PVA

([https://www.preprints.org/img/dyn\\_abstract\\_figures/2023/05/ef4c7110a8040c8e05f6bf0c3449975d/ga.png](https://www.preprints.org/img/dyn_abstract_figures/2023/05/ef4c7110a8040c8e05f6bf0c3449975d/ga.png))

Salah satu metode paling umum yang digunakan adalah casting, yaitu teknik sederhana di mana campuran bioplastik dituangkan ke dalam cetakan datar, biasanya berupa permukaan kaca atau logam. Cetakan ini kemudian dibiarkan dalam kondisi suhu ruang atau dikeringkan menggunakan oven dengan suhu rendah agar campuran mengeras secara perlahan. Proses ini menghasilkan film bioplastik yang tipis, fleksibel, dan transparan, cocok untuk aplikasi seperti kemasan

makanan, kantong plastik ramah lingkungan, atau bahan pelapis biodegradable.

Selain casting, metode lain yang sering digunakan adalah extrusion. Pada teknik ini, campuran bioplastik diproses dalam mesin ekstruder—alat yang menggunakan tekanan dan suhu untuk memaksa campuran melewati cetakan khusus (die). Proses ini menghasilkan bioplastik dalam bentuk lembaran tebal, benang (filament), atau pipa, tergantung pada bentuk die yang digunakan. Metode extrusion lebih cocok untuk produksi skala industri karena memberikan hasil yang seragam dan dapat diproses secara terus-menerus.

Dalam beberapa aplikasi lanjutan, hasil dari proses extrusion dapat dilanjutkan ke tahap thermoforming, yaitu pemanasan lembaran bioplastik hingga lunak lalu dicetak ke dalam bentuk tertentu menggunakan cetakan tekanan. Ini memungkinkan pembuatan produk seperti wadah makanan, gelas, atau peralatan makan sekali pakai yang dapat terurai secara hayati. Dengan memilih metode pembentukan yang tepat, produsen bioplastik dapat menyesuaikan bentuk dan fungsi produk akhir sesuai kebutuhan industri dan konsumen.



Keseluruhan proses pembentukan ini menekankan pentingnya pengendalian suhu, tekanan, dan waktu pengeringan untuk memastikan hasil akhir memiliki kekuatan mekanik, fleksibilitas, dan daya tahan yang optimal. Inovasi terus berkembang dalam teknologi pembentukan bioplastik, termasuk penggunaan teknik pencetakan 3D dan modifikasi permukaan, guna memperluas aplikasi dan meningkatkan kualitas produk bioplastik berbasis pati.

## **5. Pengeringan dan Pengerasan**

Setelah proses pencampuran dan pembentukan, bioplastik yang masih dalam kondisi basah atau setengah jadi memerlukan tahap penting selanjutnya, yaitu pengeringan (Gambar 19),. Tahap ini berfungsi untuk menghilangkan kandungan air yang tersisa dalam material, yang jika tidak dikeluarkan dengan sempurna, dapat mengurangi kekuatan mekanis serta mempercepat degradasi bioplastik saat digunakan, terutama di lingkungan yang lembap.





Gambar 19. Pengeringan bioplastik  
(<https://www.researchgate.net/publication/359498907/figure/fig3/AS:1138604420149272@1648475856386/Drying-stage-a-Tray-dryer-with-air-circulation-at-a-temperature-of-55C-b-Dried.jpg>)

Pengeringan bioplastik dapat dilakukan dengan berbagai metode, tergantung pada skala produksi dan kebutuhan hasil akhirnya. Salah satu metode yang paling sederhana dan ramah lingkungan adalah pengeringan alami di bawah sinar matahari. Metode ini cocok untuk

skala kecil dan memungkinkan penghematan energi, namun memerlukan waktu yang lebih lama serta tergantung pada kondisi cuaca. Di sisi lain, pengeringan menggunakan oven atau alat pemanas bersuhu rendah (sekitar 40–60°C) menjadi pilihan utama dalam produksi skala laboratorium atau industri kecil karena menawarkan waktu pengeringan yang lebih singkat dan hasil yang lebih seragam.

Lama waktu pengeringan bervariasi tergantung pada ketebalan, luas permukaan, serta komposisi bioplastik yang digunakan. Semakin tebal dan padat material, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan air secara menyeluruh. Oleh karena itu, dalam proses produksi, penting untuk melakukan uji coba awal guna menentukan parameter waktu dan suhu pengeringan yang optimal.

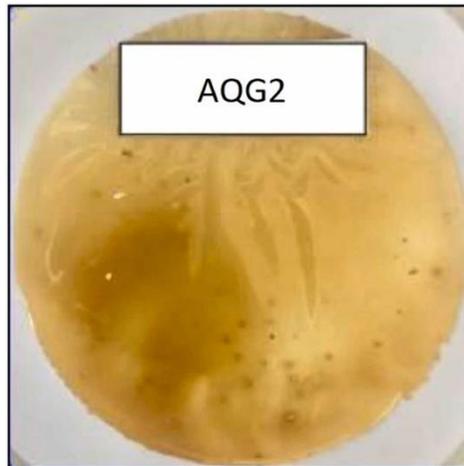
Setelah proses pengeringan selesai, bioplastik akan mengalami pengerasan alami, yaitu transformasi dari bentuk fleksibel dan lunak menjadi padat, kaku, dan stabil. Pengerasan ini memungkinkan material mempertahankan bentuk dan kekuatannya saat digunakan. Dalam beberapa kasus, proses pengerasan dapat ditingkatkan dengan perlakuan tambahan seperti



pemanasan ulang atau penyimpanan dalam ruang dengan kelembapan terkendali.

Proses pengeringan dan pengerasan bukan hanya berperan dalam meningkatkan daya tahan fisik bioplastik, tetapi juga menentukan sifat akhir seperti transparansi, elastisitas, dan kelenturan. Oleh karena itu, pengendalian proses ini secara tepat menjadi kunci keberhasilan dalam menghasilkan produk bioplastik yang berkualitas tinggi dan kompetitif untuk berbagai aplikasi, mulai dari kemasan hingga komponen non-struktural dalam industri.

## **6. Penyelesaian dan Pengujian Kualitas**



Gambar 20. Uji kualitas bioplastik (Nogueira et al., 2025)

Setelah proses pengeringan selesai dan bioplastik mencapai kondisi yang stabil secara fisik (Gambar 20), langkah selanjutnya adalah penyelesaian (finishing) dan pengujian kualitas. Tahapan ini sangat penting untuk memastikan bahwa produk bioplastik yang dihasilkan tidak hanya tampil sempurna dari segi bentuk, tetapi juga memenuhi standar teknis yang dibutuhkan untuk aplikasinya di dunia industri. Penyelesaian bisa melibatkan pemotongan tepi yang tidak rapi, pemolesan permukaan, atau penambahan lapisan pelindung tertentu untuk meningkatkan daya tahan dan estetika produk.

Pengujian kualitas dilakukan secara menyeluruh terhadap sifat fisik, kimia, dan mekanik dari bioplastik. Pengujian ini meliputi uji ketahanan terhadap air untuk mengetahui seberapa cepat atau lambat bioplastik menyerap kelembapan, serta seberapa stabil produk tersebut jika digunakan dalam lingkungan yang lembap atau basah. Selain itu, kekuatan tarik diuji untuk memastikan bioplastik cukup kuat dan tidak mudah sobek atau patah saat digunakan. Parameter ini penting



terutama untuk produk kemasan atau peralatan sekali pakai yang membutuhkan ketahanan struktural.

Uji elastisitas juga menjadi indikator penting yang menggambarkan sejauh mana bioplastik dapat meregang tanpa mengalami kerusakan. Ini sangat relevan bagi produk-produk fleksibel seperti film atau kantong bioplastik. Di samping itu, uji ketahanan terhadap suhu tinggi maupun rendah dilakukan untuk mengetahui batas operasional produk, seperti apakah bioplastik akan meleleh, mengeras, atau retak saat berada di bawah kondisi ekstrem.

Hasil dari berbagai pengujian ini tidak hanya menjadi indikator kelayakan produk, tetapi juga menjadi dasar untuk perbaikan formulasi atau proses produksi. Jika ditemukan kekurangan tertentu, pengembang dapat menyesuaikan komposisi bahan, tingkat plastisizer, atau teknik pemrosesan agar kualitas produk meningkat. Dengan demikian, proses penyelesaian dan pengujian ini menjadi langkah penting dalam memastikan bioplastik siap bersaing di pasar sebagai alternatif yang ramah lingkungan namun tetap andal dalam penggunaan praktis.

Dengan mengikuti proses tersebut, pati dapat diubah menjadi bioplastik yang memiliki berbagai aplikasi, mulai dari kemasan makanan, produk konsumen, hingga aplikasi medis. Pembuatan bioplastik berbasis pati menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada plastik berbasis minyak bumi dan memperkenalkan bahan yang dapat terdegradasi lebih cepat di lingkungan.<sup>3</sup>

### **C. Teknologi yang digunakan**

Pembuatan bioplastik berbasis pati melibatkan penggunaan berbagai teknologi untuk mengolah bahan baku alami menjadi material yang dapat digunakan dalam aplikasi industri. Teknologi yang digunakan dalam proses ini tidak hanya berkaitan dengan pengolahan bahan, tetapi juga mencakup teknik untuk meningkatkan sifat mekanik, ketahanan, dan kelestarian lingkungan dari bioplastik yang dihasilkan. Beberapa teknologi utama yang digunakan dalam pembuatan bioplastik dari

---

<sup>3</sup> Proses gelatinisasi pati adalah kunci dalam pembuatan bioplastik, karena tahapan ini menentukan tekstur dan kekuatan film bioplastik yang dihasilkan.



pati meliputi teknologi ekstrusi, casting, pemrosesan termal, dan teknik modifikasi kimiawi.

## **1. Teknologi Ekstrusi**

Teknologi ekstrusi merupakan salah satu metode manufaktur yang paling umum digunakan dalam industri bioplastik, terutama dalam produksi bioplastik berbasis pati. Proses ini dikenal karena efisiensinya dalam mengolah bahan baku menjadi produk akhir dengan bentuk dan karakteristik yang seragam. Dalam konteks bioplastik, ekstrusi memainkan peran penting karena mampu menggabungkan, mencairkan, dan membentuk bahan bioplastik dalam satu alur proses yang berkesinambungan.

Secara teknis, proses ekstrusi dimulai dengan memasukkan campuran bahan baku — seperti pati, plastisizer (biasanya gliserol atau sorbitol), serta air — ke dalam mesin ekstruder. Di dalam mesin ini, bahan mengalami pemanasan secara bertahap sambil didorong oleh sekrup berputar menuju ke ujung cetakan (die). Selama proses ini, suhu dan tekanan tinggi menyebabkan campuran tersebut mencair dan bertransformasi menjadi massa homogen yang siap dibentuk.

Setelah keluar dari cetakan, bahan cair tersebut akan mengambil bentuk tertentu sesuai desain cetakan yang digunakan, seperti film tipis, lembaran padat, pelet, atau bahkan serat. Keunggulan utama dari teknologi ekstrusi adalah kemampuannya untuk menghasilkan produk dengan kecepatan tinggi, efisiensi energi yang relatif tinggi, serta kontrol yang presisi terhadap ketebalan, lebar, dan struktur material yang dihasilkan. Hal ini sangat penting untuk aplikasi bioplastik yang membutuhkan standar kualitas tertentu, seperti kemasan fleksibel atau bahan pelapis.

Selain itu, teknologi ekstrusi juga memungkinkan penambahan bahan aditif selama proses berlangsung, seperti pewarna alami, agen antimikroba, atau pengisi berbasis serat alami. Dengan demikian, proses ini tidak hanya efisien tetapi juga fleksibel dalam memenuhi kebutuhan produk yang ramah lingkungan, multifungsi, dan berkelanjutan. Perkembangan teknologi ekstrusi bahkan telah memungkinkan penggunaan konfigurasi ekstruder ganda (twin-screw extruder) yang memberikan pencampuran bahan lebih merata dan hasil produk yang lebih stabil.



Dengan semua keunggulan tersebut, ekstrusi menjadi tulang punggung dalam produksi massal bioplastik berbasis pati, baik untuk aplikasi industri kemasan, pertanian, medis, hingga otomotif, menjadikannya solusi penting dalam transisi menuju material yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## 2. Teknologi Casting



Gambar 21. Hasil casting bioplastik  
([https://www.researchgate.net/publication/358148299/figure/fig4/AS:1116907394596939@1643302882694/The-produced-bioplastic-film\\_Q320.jpg](https://www.researchgate.net/publication/358148299/figure/fig4/AS:1116907394596939@1643302882694/The-produced-bioplastic-film_Q320.jpg))

Teknologi casting atau pencetakan merupakan salah satu metode populer dalam proses pembuatan bioplastik, khususnya yang berbahan dasar pati. Metode ini banyak digunakan untuk menghasilkan bioplastik dalam bentuk film atau lembaran tipis, yang sering diaplikasikan dalam industri kemasan ramah lingkungan. Berbeda dengan proses ekstrusi yang memerlukan tekanan dan suhu tinggi serta alat yang lebih kompleks, metode casting dikenal karena kesederhanaannya, sehingga sangat ideal untuk skala laboratorium atau produksi kecil-menengah.

Dalam proses ini, bahan baku berupa pati terlebih dahulu dipanaskan dan dicampur dengan plastisizer seperti gliserol serta air hingga membentuk gel homogen. Campuran tersebut kemudian dituangkan secara merata ke atas permukaan datar atau cetakan khusus yang telah dipersiapkan sebelumnya. Permukaan ini bisa berupa kaca, logam, atau bahan anti lengket lain yang tidak bereaksi dengan campuran. Proses pencetakan ini memungkinkan kontrol ketebalan film bioplastik secara lebih presisi, tergantung dari volume larutan dan luas permukaan cetakan.



Setelah dituangkan, campuran dibiarkan mengering (Gambar 21), untuk membentuk lapisan film padat. Pengeringan dapat dilakukan secara alami di suhu ruangan (pengeringan udara) ataupun dengan bantuan oven bersuhu rendah guna mempercepat proses evaporasi air. Proses ini penting untuk memastikan bioplastik yang dihasilkan memiliki kekuatan mekanik yang memadai serta tidak mudah rusak akibat kelembaban.

Salah satu keunggulan metode casting adalah fleksibilitasnya dalam modifikasi formulasi. Karena tidak memerlukan tekanan tinggi, berbagai zat aditif seperti agen antibakteri, pewarna alami, atau bahan penguat serat dapat dengan mudah ditambahkan ke dalam campuran sebelum dicetak. Hal ini memungkinkan pengembangan bioplastik multifungsi yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga memiliki nilai tambah sesuai kebutuhan pengguna akhir.

Dengan pendekatan yang relatif sederhana dan biaya produksi yang rendah, teknologi casting menjadi pilihan menarik dalam pengembangan bioplastik berbasis pati, terutama di tahap penelitian dan pengembangan produk. Teknologi ini berperan penting

dalam mendukung inisiatif pengurangan limbah plastik konvensional serta mendorong inovasi dalam sektor kemasan berkelanjutan.

### **3. Teknologi Pemrosesan Termal**

Pemrosesan termal merupakan salah satu tahapan krusial dalam produksi bioplastik berbasis pati. Tahap ini memainkan peranan penting dalam mengubah struktur fisik dan kimia dari pati sehingga menjadi bahan yang lebih lentur dan mudah dibentuk. Pada dasarnya, proses ini melibatkan pemanasan campuran antara pati, air, dan plastisizer (seperti gliserol atau sorbitol) hingga mencapai suhu tertentu, umumnya berkisar antara 60°C hingga 90°C. Pemanasan ini bertujuan untuk memicu terjadinya gelatinisasi, yaitu proses di mana granula pati menyerap air, membengkak, dan melepaskan molekul amilosa serta amilopektin sehingga membentuk pasta yang homogen dan kental.

Proses gelatinisasi sangat penting karena di sinilah pati mulai menunjukkan sifat termoplastiknya. Dalam keadaan ini, pati tidak lagi bersifat kaku seperti pada bentuk alaminya, melainkan menjadi lebih elastis dan plastis. Sifat ini sangat penting dalam industri bioplastik karena memungkinkan bahan untuk dibentuk menjadi



berbagai produk, seperti film tipis, kemasan, atau material pengganti plastik konvensional. Semakin efektif gelatinisasi yang terjadi, semakin baik pula karakteristik mekanik yang bisa dicapai oleh bioplastik tersebut.

Pemanasan juga mendorong interaksi yang lebih intensif antara molekul pati dan plastisizer. Plastisizer bertugas untuk menurunkan kekakuan rantai molekul pati sehingga menghasilkan produk akhir yang lebih fleksibel dan tidak rapuh. Interaksi ini penting untuk menciptakan bioplastik dengan daya tahan yang lebih baik terhadap tekanan mekanik maupun perubahan lingkungan, seperti suhu dan kelembaban.

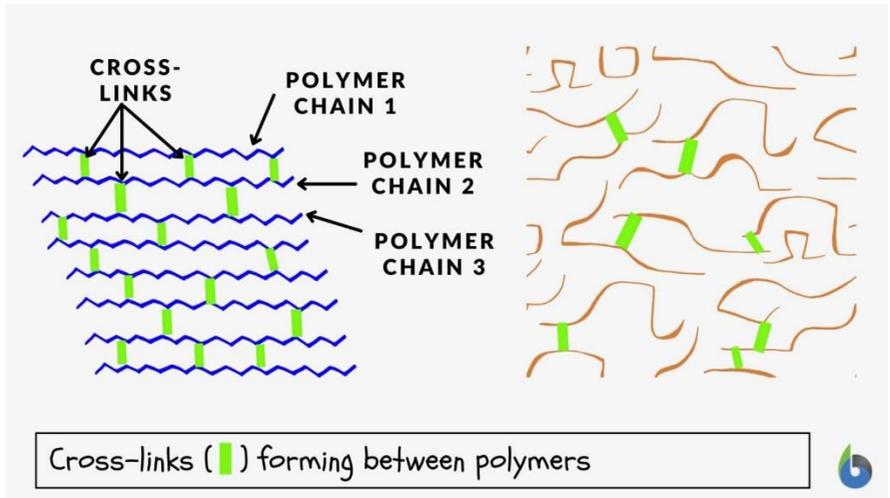
Dalam penerapannya, teknologi pemrosesan termal ini bisa dilakukan menggunakan alat sederhana seperti hot plate laboratorium atau teknologi yang lebih canggih seperti reaktor pemanas otomatis. Pilihan teknologi tergantung pada skala produksi dan tujuan akhir dari bioplastik yang akan dibuat. Dalam industri yang lebih besar, kontrol suhu, waktu pemanasan, dan kecepatan pencampuran menjadi faktor-faktor yang harus dikendalikan secara presisi untuk memastikan kualitas bioplastik yang konsisten.

Dengan demikian, teknologi pemrosesan termal bukan hanya proses pemanasan semata, melainkan bagian penting dari transformasi kimia dan fisik yang memungkinkan pati menjadi bahan yang aplikatif dan ramah lingkungan dalam menggantikan plastik berbasis minyak bumi.

#### **4. Teknologi Modifikasi Kimiawi**

Dalam upaya meningkatkan kualitas dan kinerja bioplastik berbasis pati, teknologi modifikasi kimiawi memainkan peran yang sangat penting. Pati alami, meskipun merupakan bahan baku yang terbarukan dan ramah lingkungan, memiliki keterbatasan sifat fisik dan mekanik yang membuatnya kurang ideal untuk aplikasi industri tertentu. Oleh karena itu, dilakukan modifikasi terhadap struktur molekul pati untuk menyesuaikan karakteristiknya dengan kebutuhan spesifik produk bioplastik yang diinginkan.





Gambar 22. Rantai Polymer

(<https://www.biologyonline.com/wp-content/uploads/2021/09/cross-linking-diagram-1536x864.jpg>)

Salah satu pendekatan utama dalam modifikasi kimiawi adalah teknik cross-linking. Proses ini melibatkan penggabungan antar rantai molekul pati (Gambar 22), melalui ikatan kimia tambahan, membentuk jaringan tiga dimensi yang lebih stabil. Hasil dari cross-linking ini adalah peningkatan kekuatan mekanik dan ketahanan terhadap kelembapan serta pelarutan dalam air. Bioplastik yang dimodifikasi dengan cara ini menjadi lebih cocok untuk aplikasi yang membutuhkan durabilitas tinggi, seperti kemasan makanan atau produk industri ringan.

Selain cross-linking, teknologi grafting juga sering digunakan dalam modifikasi pati. Teknik grafting dilakukan dengan menambahkan rantai polimer lain ke dalam struktur molekul pati, yang dapat berasal dari monomer sintesis maupun alami. Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas, ketahanan termal, dan kompatibilitas bioplastik dengan bahan tambahan lain. Grafting memungkinkan penciptaan material komposit yang memiliki kombinasi sifat unggul dari kedua jenis polimer, tanpa kehilangan karakteristik biodegradabilitas dari pati.

Teknologi modifikasi kimiawi ini secara keseluruhan membuka peluang besar dalam pengembangan bioplastik generasi baru yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga memiliki daya saing tinggi terhadap plastik konvensional. Dengan teknik ini, karakteristik bioplastik dapat disesuaikan untuk berbagai sektor industri, mulai dari pengemasan, pertanian, otomotif, hingga medis. Upaya pengembangan ini juga mendukung prinsip ekonomi sirkular dan pengurangan ketergantungan pada plastik berbasis minyak bumi.



## 5. Teknologi Pengeringan

Setelah tahap pembentukan selesai, bioplastik yang masih dalam keadaan basah atau setengah padat perlu melalui proses pengeringan sebagai tahap krusial dalam produksi. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air berlebih yang tersisa di dalam material bioplastik. Kandungan air yang terlalu tinggi dapat memengaruhi kekuatan mekanik, fleksibilitas, serta daya tahan bioplastik terhadap lingkungan, seperti suhu dan kelembapan.

Pengeringan dapat dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu secara alami dan secara termal. Metode alami biasanya menggunakan sinar matahari, yang cocok untuk produksi skala kecil dan lebih ramah lingkungan. Namun, proses ini membutuhkan waktu yang lebih lama dan sangat bergantung pada kondisi cuaca. Sementara itu, metode termal menggunakan oven atau alat pemanas pada suhu rendah dan terkontrol untuk mempercepat proses pengeringan. Suhu yang digunakan harus disesuaikan secara hati-hati agar tidak merusak struktur molekul pati dan tetap menjaga stabilitas kimiawi bioplastik.

Pengaturan suhu dan waktu dalam pengeringan memiliki peran penting dalam menentukan kualitas produk akhir. Pengeringan yang terlalu cepat dengan suhu tinggi dapat menyebabkan retakan atau deformasi pada bioplastik, sedangkan pengeringan yang terlalu lambat dapat meningkatkan risiko kontaminasi mikroba atau degradasi enzimatik. Oleh karena itu, proses ini harus dioptimalkan sesuai dengan ketebalan material, jenis plastisizer yang digunakan, dan formulasi bioplastik secara keseluruhan.

Dengan proses pengeringan yang tepat, bioplastik akan memiliki kekuatan struktural yang baik, stabilitas dimensional, serta ketahanan terhadap degradasi lingkungan. Hal ini penting terutama bila bioplastik akan digunakan dalam aplikasi yang memerlukan performa tinggi, seperti kemasan makanan, alat medis sekali pakai, atau produk rumah tangga. Maka, teknologi pengeringan bukan hanya sekadar tahap akhir, tetapi juga kunci untuk menghasilkan bioplastik yang fungsional dan kompetitif.

## **6. Teknologi Modifikasi Fisik**

Dalam upaya meningkatkan performa bioplastik berbasis pati, teknologi modifikasi fisik menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan. Salah satu teknologi



yang menonjol dalam hal ini adalah nanoteknologi, yang memungkinkan manipulasi material pada skala nanometer untuk menghasilkan sifat-sifat unggul yang sebelumnya sulit dicapai dengan metode konvensional. Melalui pendekatan ini, bioplastik tidak hanya menjadi lebih ramah lingkungan, tetapi juga lebih kompetitif dari segi kekuatan dan daya tahan.

Salah satu aplikasi nanoteknologi dalam bioplastik adalah dengan menambahkan partikel nano berbahan dasar alami, seperti nano-selulosa, ke dalam campuran pati. Nano-selulosa memiliki struktur kristalin yang sangat kuat dan ringan, sehingga penambahannya dapat secara signifikan meningkatkan kekuatan mekanik, ketahanan terhadap air, serta stabilitas termal dari bioplastik yang dihasilkan. Hal ini membuat bioplastik lebih cocok digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan daya tahan tinggi, termasuk dalam sektor pengemasan, pertanian, dan bahkan industri otomotif.

Selain itu, kehadiran partikel nano juga dapat meningkatkan sifat optik dari bioplastik, seperti transparansi dan kilap permukaan. Ini sangat penting untuk aplikasi di industri kemasan makanan, di mana transparansi sering menjadi faktor penting dalam

menampilkan produk kepada konsumen. Tak hanya itu, penggunaan nanoteknologi juga mampu mempercepat dan menyempurnakan proses pembentukan bioplastik, seperti dalam metode pencetakan atau ekstrusi, karena interaksi yang lebih baik antara molekul pati dan bahan penguat nanoskalanya.

Dengan demikian, teknologi modifikasi fisik melalui nanoteknologi membuka jalan baru dalam pengembangan bioplastik yang lebih kuat, fleksibel, dan multifungsi. Pendekatan ini tidak hanya menjawab keterbatasan teknis dari bioplastik konvensional, tetapi juga meningkatkan daya saingnya terhadap plastik berbasis fosil, terutama dalam hal kualitas dan keberlanjutan.

Secara keseluruhan, teknologi yang digunakan dalam pembuatan bioplastik dari pati terus berkembang untuk meningkatkan efisiensi produksi, kualitas produk, dan dampaknya terhadap lingkungan. Dengan pemanfaatan teknologi yang tepat, bioplastik berbasis pati dapat menjadi alternatif yang lebih ramah



lingkungan dan ekonomis untuk menggantikan plastik konvensional yang terbuat dari bahan bakar fosil.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Pemrosesan termal sangat penting dalam mengubah struktur pati menjadi bentuk yang lebih fleksibel dan termoplastik, yang memungkinkan pati digunakan dalam berbagai produk bioplastik.



## **BAB 3**

# **Sifat dan Karakteristik Bioplastik dari Pati**

Plastik merupakan material yang sangat umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena sifatnya yang ringan, tahan lama, dan mudah dibentuk. Namun, sebagian besar plastik konvensional berasal dari sumber daya fosil yang tidak terbarukan dan sulit terurai di lingkungan, sehingga menimbulkan permasalahan limbah yang signifikan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkanlah bahan alternatif yang ramah lingkungan, salah satunya adalah bioplastik.

Bioplastik merupakan jenis plastik yang dibuat dari bahan-bahan alami dan dapat terurai secara hayati oleh mikroorganisme. Salah satu bahan baku utama yang potensial untuk produksi bioplastik adalah pati. Pati merupakan polisakarida alami yang banyak terdapat pada tanaman seperti jagung, singkong, kentang, dan sagu. Kandungan amilosa dan amilopektin dalam pati

menjadikannya bahan yang mampu membentuk film atau lapisan tipis yang menyerupai plastik ketika dipanaskan bersama plastisizer seperti gliserol.

Sifat dan karakteristik bioplastik dari pati sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia, jenis pati yang digunakan, serta bahan tambahan yang dicampurkan selama proses pembuatannya. Secara umum, bioplastik dari pati memiliki sifat biodegradabel, transparan, dan fleksibel. Namun demikian, bioplastik berbasis pati juga memiliki keterbatasan, seperti sensitivitas terhadap air dan kelembaban, serta kekuatan mekanik yang relatif rendah dibandingkan plastik sintetis. Oleh karena itu, pengembangan formulasi dan teknologi produksi terus dilakukan untuk meningkatkan performa bioplastik ini.

Dengan potensi ketersediaan bahan baku yang melimpah dan sifatnya yang ramah lingkungan, bioplastik dari pati menjadi salah satu solusi menjanjikan dalam mengurangi ketergantungan terhadap plastik berbasis minyak bumi serta menurunkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Plastik berbahan dasar pati atau amilum aman bagi lingkungan, sebagai perbandingan plastik yang umum digunakan membutuhkan waktu 50 tahun agar dapat

terdegradasi secara alami, sementara plastik biodegradasi dapat terdegradasi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Di tahun 1999, produksi plastik biodegradasi hanya sebesar 2500ton, yang merupakan 1/10.000 dari total produksi bahan plastik biodegradasi. Pada tahun 2010, produksi plastik biodegradasi mencapai 1.200.000 ton atau menjadi 1/10 dari total produksi bahan plastik. Industri plastik biodegradasi akan berkembang menjadi industri besar di masa yang akan datang karena potensi alam Indonesia yang besar. Pati merupakan salah satu biopolimer alami yang paling banyak digunakan dalam pengembangan bioplastik karena kelimpahannya, sifat terbarukan, dan kemampuan biodegradasinya yang tinggi. Dalam upaya mengurangi ketergantungan terhadap plastik berbasis petroleum, bioplastik berbahan dasar pati menjadi alternatif yang sangat potensial. Namun, untuk memahami dan mengoptimalkan penggunaan bioplastik ini dalam aplikasi nyata, perlu dilakukan kajian menyeluruh mengenai sifat dan karakteristiknya. Bab ini bertujuan untuk membahas berbagai sifat fisik, mekanik, termal, kimia, serta biodegradasi bioplastik dari pati, dan bagaimana faktor-faktor tertentu memengaruhi



karakteristik tersebut(Yansi et al., 2022.)(Tuber & Xanthosoma, 2022).

### **A. Sifat fisik dan kimia**

Bioplastik berbasis pati merupakan salah satu alternatif ramah lingkungan untuk menggantikan plastik konvensional.<sup>5</sup> Pati, sebagai polimer alami, memiliki sifat fisik dan kimia yang dapat dimodifikasi untuk menghasilkan material dengan karakteristik yang diinginkan.

Secara fisik, bioplastik dari pati umumnya memiliki sifat transparan, fleksibel, dan homogen. Misalnya, bioplastik yang dikembangkan dari pati kulit talas menunjukkan permukaan yang transparan dan fleksibel tanpa partikel yang tidak larut, serta memiliki struktur kristal amorf. Analisis termogravimetri menunjukkan bahwa sekitar 75-80% kehilangan massa terjadi antara 300 hingga 400 °C, yang disebabkan oleh degradasi sakarida dan karbonisasi bahan organik.

---

<sup>5</sup> Universitas Airlangga. (2022, Juni 21). Karakterisasi bioplastik berbahan dasar pati kulit talas. Universitas Airlangga. <https://unair.ac.id/karakterisasi-bioplastik-berbahan-dasar-pati-kulit-talas/>

Sifat kimia bioplastik dari pati dipengaruhi oleh struktur molekul pati itu sendiri, yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Amilosa, dengan struktur linier, cenderung menghasilkan bioplastik dengan kekuatan mekanik yang lebih tinggi dan fleksibilitas yang baik. Sebaliknya, amilopektin yang bercabang dapat mengurangi resistensi terhadap perpanjangan dan kekuatan tarik.

Penambahan plasticizer seperti gliserol dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia bioplastik. Dalam penelitian yang menggunakan pati ubi jalar, variasi komposisi pati dan gliserol menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pati meningkatkan kekuatan tarik, namun mengurangi persen elongasi. Analisis FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi utama seperti O-H, C-H, dan C=O tetap ada, menunjukkan interaksi fisik antara komponen tanpa reaksi kimia baru.<sup>6</sup>

Bioplastik dari pati juga menunjukkan kemampuan biodegradasi yang baik. Misalnya, bioplastik dari pati

---

<sup>6</sup> Ningtyas, K. D. (2020). Pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar komposit pati sukun (*Artocarpus altilis*) dan ampas tebu (bagasse) dengan plasticizer gliserol (Skripsi, Universitas Jenderal Soedirman). Universitas Jenderal Soedirman.



kulit talas dapat terdegradasi dalam air tawar dan tanah kompos dalam waktu sekitar 5 hari. Hal ini menunjukkan potensi besar bioplastik dari pati sebagai material yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

### **Contoh**

Bioplastik yang berasal dari pati kulit talas memiliki sejumlah karakteristik fisik yang menarik dan menjanjikan dalam pengembangan material ramah lingkungan. Pati dari kulit talas, yang sebelumnya dianggap limbah, ternyata mengandung polisakarida kompleks yang mampu membentuk film tipis ketika diproses menjadi bioplastik. Hasil akhirnya memperlihatkan tekstur yang halus, dengan tingkat transparansi yang cukup tinggi, sehingga secara visual menyerupai plastik konvensional. Keunggulan ini menjadikannya alternatif menarik untuk aplikasi seperti kemasan fleksibel dan pelapis biodegradable.

Dari segi struktur internal, bioplastik dari pati kulit talas memiliki sifat amorf, yang berarti molekul-molekulnya tidak tersusun secara kristalin atau teratur. Struktur amorf ini berperan besar dalam memberikan fleksibilitas pada material, sehingga bioplastik ini tidak

mudah patah atau retak saat ditekuk. Namun, konsekuensi dari struktur ini adalah berkurangnya ketahanan terhadap suhu tinggi, karena ikatan antar molekul lebih lemah dibandingkan dengan plastik berstruktur kristalin. Oleh karena itu, penggunaannya lebih cocok untuk kondisi lingkungan dengan suhu ruang atau aplikasi yang tidak memerlukan tahan panas.

Secara keseluruhan, sifat fisik bioplastik dari pati kulit talas mendukung penggunaannya dalam sektor pengemasan yang ramah lingkungan, terutama untuk produk sekali pakai atau aplikasi yang tidak terpapar panas tinggi. Dengan potensi dari limbah pertanian yang melimpah ini, pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan daya tahan termal dan mekanis melalui penambahan bahan aditif atau teknik modifikasi kimia.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Universitas Airlangga. (2022). Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Talas. Retrieved from <https://unair.ac.id/karakterisasi-bioplastik-berbahan-dasar-pati-kulit-talas/>



Sifat kimia dari bioplastik sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dan struktur molekul bahan dasarnya. Dalam bioplastik yang dibuat dari pati ubi jalar, komponen utama penyusunnya adalah dua polisakarida yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki struktur linear sedangkan amilopektin memiliki struktur bercabang, dan keduanya memiliki banyak gugus hidroksil (-OH) yang bersifat polar. Gugus ini berperan penting dalam membentuk ikatan hidrogen, baik antar molekul pati maupun dengan senyawa lain yang ditambahkan dalam proses pembuatan bioplastik.

Penambahan gliserol sebagai plasticizer bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas dan mengurangi kerapuhan bioplastik. Gliserol, sebagai senyawa dengan tiga gugus hidroksil, mampu berinteraksi secara fisik dengan gugus hidroksil dari pati melalui pembentukan ikatan hidrogen. Interaksi ini tidak menyebabkan perubahan struktur kimia yang permanen, melainkan hanya mengubah susunan molekul secara fisik. Hal ini dapat mempengaruhi sifat mekanik bioplastik seperti kelenturan, elastisitas, dan kekuatan tarik.



Gambar 23. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (<https://th.bing.com/th/id/OIP.MLp5TfcLxOwpYzzGL15kBgHaEv?rs=1&pid=ImgDetMain>)

Analisis menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) mendukung pernyataan tersebut. Spektrum FTIR (Gambar 23), dari bioplastik menunjukkan adanya pita serapan dari gugus O-H, C-H, dan C=O, baik sebelum maupun sesudah penambahan gliserol. Ketidakhadiran pita baru dalam spektrum FTIR mengindikasikan bahwa tidak terjadi reaksi kimia yang menghasilkan senyawa baru. Sebaliknya, perubahan yang teramati lebih mengarah pada interaksi fisik antar molekul, terutama dalam bentuk ikatan hidrogen antara gliserol dan rantai pati.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sifat kimia bioplastik dari pati ubi jalar dengan gliserol lebih banyak ditentukan oleh interaksi fisik daripada reaksi kimia. Pemahaman terhadap interaksi ini penting dalam merancang bioplastik dengan karakteristik tertentu, karena sifat akhir produk seperti daya tahan, biodegradabilitas, dan fleksibilitas sangat dipengaruhi oleh tingkat dan jenis interaksi molekuler yang terjadi selama proses pembuatan.<sup>8</sup>

---

Bioplastik merupakan alternatif ramah lingkungan terhadap plastik konvensional, salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk terurai secara alami atau biodegradable. Dalam upaya mendukung pengembangan material berkelanjutan, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengeksplorasi potensi bahan baku lokal, salah satunya adalah pati dari ubi jalar. Pati ini dapat diolah menjadi bioplastik melalui proses gelatinisasi dengan tambahan bahan-bahan lain seperti

---

<sup>8</sup> Yuliani, E. (2022). Pengaruh Komposisi Pati dan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Ubi Jalar. UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Retrieved from <https://etheses.uinsgd.ac.id/15666/>

gliserol sebagai plastisizer dan kitosan sebagai penguat (filler).

Salah satu studi yang dilakukan di Universitas Mercu Buana menunjukkan bahwa bioplastik berbasis pati ubi jalar dengan tambahan kitosan dan gliserol memiliki karakteristik biodegradasi yang menjanjikan. Dalam pengujian degradasi di lingkungan alami, bioplastik ini menunjukkan kemampuan terurai sebesar 2,50% dalam 8 hari pada sampel dengan variasi gliserol, dan 1,63% pada sampel dengan variasi kitosan. Meskipun persentase degradasi ini masih tergolong awal dalam periode waktu singkat, hasil tersebut menunjukkan bahwa material ini mampu mengalami proses dekomposisi biologis.

Kitosan, sebagai turunan dari kitin yang juga bersifat biodegradable, memiliki peran penting dalam memperkuat struktur bioplastik. Namun, sifat kitosan yang membentuk matriks padat juga dapat memperlambat laju degradasi. Hal ini karena struktur yang lebih rapat menghambat penetrasi mikroorganisme dan kelembaban yang diperlukan untuk proses dekomposisi. Kendati demikian, jika dibandingkan dengan plastik berbasis minyak bumi, bioplastik ini tetap



menunjukkan performa biodegradasi yang jauh lebih baik.

Dengan hasil tersebut, bioplastik dari pati ubi jalar dan kitosan dinilai memiliki potensi besar untuk diaplikasikan pada produk-produk sekali pakai seperti kemasan makanan, kantong belanja, atau pembungkus produk pertanian. Kombinasi bahan alami yang melimpah di Indonesia dengan sifat ramah lingkungan menjadikan bioplastik jenis ini sebagai solusi potensial untuk mengurangi pencemaran plastik dan mendukung ekonomi sirkular di masa depan.<sup>9</sup>

## **B.Sifat Mekanik**

Sifat mekanik bioplastik dari pati sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan dan kondisi pemrosesan. Parameter utama adalah kekuatan tarik, elongasi saat putus, dan modulus elastisitas. Tanpa bahan tambahan, bioplastik pati memiliki kekuatan tarik rendah, biasanya berkisar antara 5–15 MPa. Elongasi atau kemampuan memanjang sebelum putus sangat

---

<sup>9</sup> Firmansyah, M. I., & Adilla, V. (2019). Pembuatan Bioplastik dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dan Filler Kitosan. *Jurnal Teknologi Mesin*, 7(1), 11–18. Retrieved from <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jtm/article/view/1185>

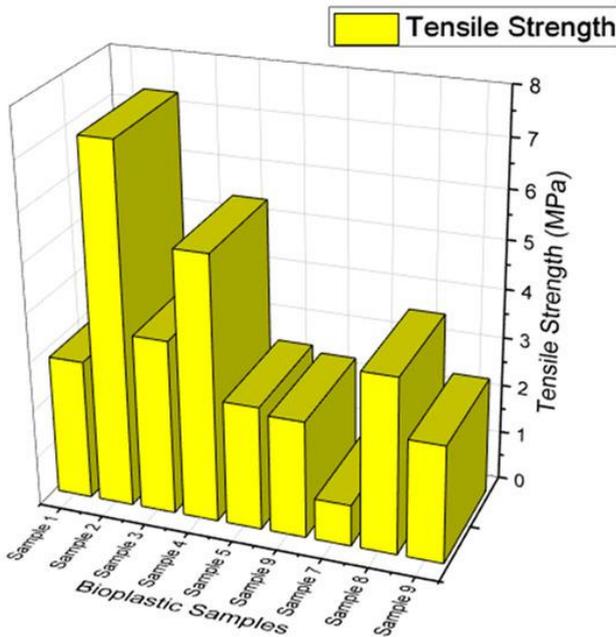
rendah tanpa plasticizer, namun bisa meningkat signifikan dengan penambahan gliserol atau sorbitol. Modulus elastisitas menurun seiring peningkatan fleksibilitas, menandakan bahwa material menjadi lebih mudah ditekuk atau dibentuk. Faktor-faktor seperti pH, suhu pemrosesan, dan waktu pengeringan juga sangat memengaruhi sifat mekanik akhir dari film bioplastik (Boey et al., 2022)(Abe et al., 2024).

Agar dapat berfungsi secara optimal sebagai bahan kemasan, bioplastik harus memiliki kekuatan tarik dan fleksibilitas yang memadai. Sifat mekanik ini sangat dipengaruhi oleh jenis pati yang digunakan, kadar plastisizer, serta penambahan aditif penguat seperti filler. Secara umum, kekuatan tarik bioplastik berbasis pati berada dalam kisaran 5–15 MPa, dengan nilai elongasi pada titik putus berkisar antara 10–30%, tergantung pada formulasi bahan penyusunnya. Beberapa studi menunjukkan bahwa penambahan nanomaterial seperti nanokristal selulosa (CNC) atau nanopartikel silika dapat meningkatkan kekuatan tarik secara signifikan. Misalnya, peningkatan kekuatan tarik dari 10 MPa menjadi 25 MPa setelah penambahan 3% CNC ke dalam film bioplastik berbasis pati jagung (8) .



Selanjutnya, penelitian oleh Navasingh et al. menunjukkan variasi kekuatan tarik yang signifikan pada bioplastik yang dibuat dari pati jagung, pati beras, dan pati tapioka, dengan konsentrasi filler kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang bervariasi dan plastisizer yang berbeda. Hasil pengujian yang ditampilkan dalam Gambar 3 menunjukkan bahwa jenis plastisizer dan keberadaan filler memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik. Pada sampel berbasis gliserol, penambahan  $\text{CaCO}_3$  justru meningkatkan kekuatan tarik, sedangkan pada sampel berbasis sorbitol, penambahan  $\text{CaCO}_3$  menurunkan kekuatan tarik secara drastis, bahkan hingga mencapai nilai terendah sebesar 0,85 MPa (Gambar 24). Menariknya, kombinasi kedua jenis plastisizer menunjukkan peningkatan sifat mekanik bioplastik, meskipun secara umum, penambahan  $\text{CaCO}_3$  cenderung menurunkan kekuatan tarik secara keseluruhan. Temuan ini juga memperlihatkan bahwa peningkatan kadar pati dalam formulasi dapat menurunkan kemampuan bioplastik untuk menahan gaya tarik. Selain itu, bioplastik berbasis gliserol umumnya memiliki fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang berbasis sorbitol. Oleh

karena itu, pemilihan jenis plastisizer dan filler yang tepat menjadi faktor penting dalam perancangan bioplastik untuk aplikasi kemasan pangan, agar dapat dicapai keseimbangan antara kekuatan mekanik dan fleksibilitas yang diinginkan.



Gambar 24. Kekuatan Tarik pada sampel bioplastik berbeda (Garavoto,2024)



### C. Sifat Termal

Bioplastik dari pati menunjukkan stabilitas termal yang terbatas. Suhu transisi gelas ( $T_g$ ) bioplastik pati biasanya berada di kisaran  $40\text{--}70^\circ\text{C}$ , tergantung komposisi dan plasticizer yang digunakan.  $T_g$  adalah suhu di mana material berubah dari keadaan kaku menjadi fleksibel. Suhu leleh bioplastik dari pati biasanya tidak setinggi plastik konvensional, dan degradasi termal dapat terjadi pada suhu di atas  $150^\circ\text{C}$ . Oleh karena itu, penggunaannya dalam aplikasi suhu tinggi masih terbatas. Penambahan bahan penguat seperti serat selulosa atau nanopartikel dapat meningkatkan stabilitas termal dan memperluas rentang suhu operasional (Maghfirah et al., 2024). Kekuatan Tarik (Tensile Strength) adalah parameter penting untuk menunjukkan kemampuan bioplastik menahan gaya eksternal. Bioplastik pati murni umumnya memiliki kekuatan tarik rendah ( $5\text{--}15\text{ MPa}$ ), tetapi dapat ditingkatkan dengan penambahan serat selulosa atau penguatan polimer lainnya. Elongasi saat Putus (Elongation at Break), Tanpa plasticizer, bioplastik dari pati cenderung rapuh dengan elongasi rendah. Penggunaan plasticizer seperti gliserol atau sorbitol dapat

meningkatkan fleksibilitas dan elongasi, namun cenderung menurunkan kekuatan tarik. Modulus Elastisitas, Menunjukkan kekakuan material. Semakin tinggi modulus elastisitas, semakin kaku bioplastik tersebut. Nilainya menurun seiring peningkatan kadar plasticizer (Qoirinisa et al., 2024).

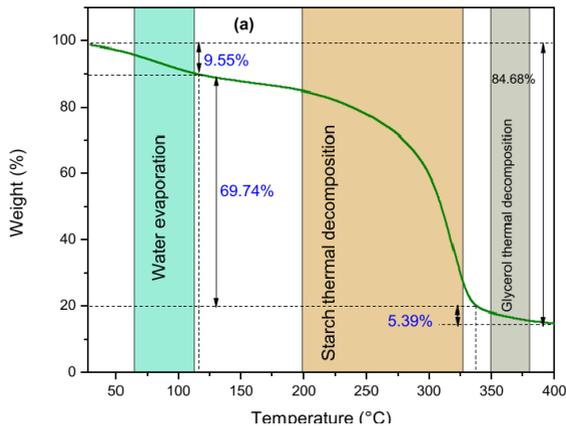


Gambar 25. Alat Uji Thermogravimetric Analysis

(<https://www.tainstruments.com/wp-content/uploads/TGA 5500 Beauty Right FurnDOWN.jpg>)

Dalam pengujian termogravimetri Thermogravimetric Analysis/TGA (Gambar 25), bioplastik ini menunjukkan kehilangan massa sekitar 75-80% pada rentang suhu 300–400 °C. Angka ini mencerminkan suhu di mana degradasi termal material mulai terjadi (Gambar 26), yang berarti bahwa material

mulai rusak atau terurai secara signifikan pada suhu tersebut. Ini merupakan data penting untuk menentukan batas operasional bioplastik dalam berbagai aplikasi, terutama yang berkaitan dengan suhu pemrosesan atau penyimpanan.



Gambar 26. Hasil uji kestabilan thermal (TGA) bipolymer (Asmat-Campos et al., 2025)

#### D. Karakteristik biodegradabilitas

Karakteristik biodegradabilitas (Gambar 27) bioplastik merujuk pada kemampuan material tersebut untuk terurai secara alami oleh aktivitas mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, dan enzim, menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti air, karbon dioksida (atau metana di lingkungan anaerob),

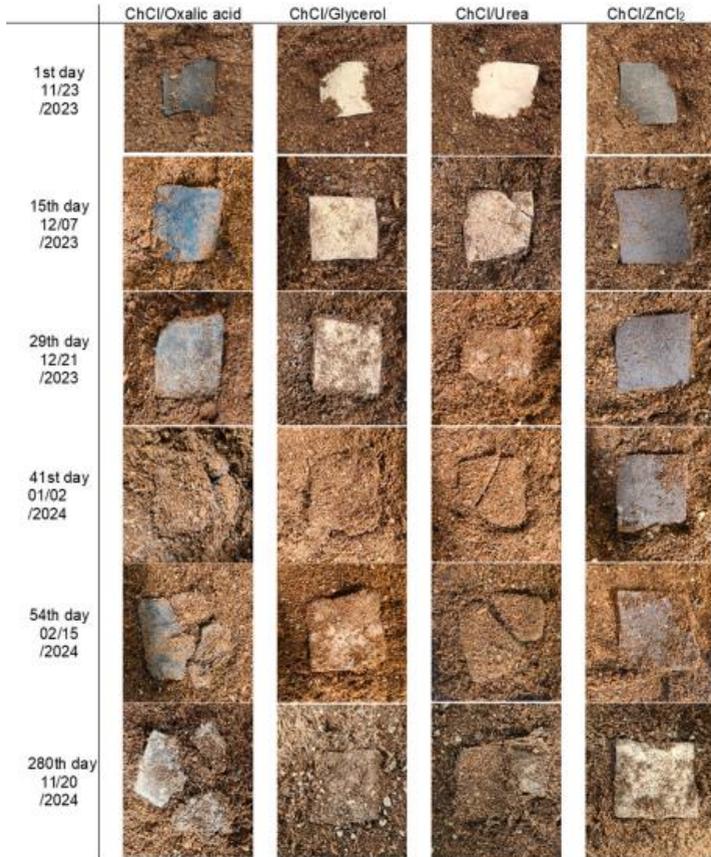
dan biomassa, tanpa meninggalkan residu berbahaya. Biodegradabilitas menjadi salah satu indikator utama dalam menilai apakah suatu bioplastik benar-benar ramah lingkungan.

#### 1. Bahan Dasar Alami yang Dapat Dikenali

##### (Mikroorganisme)

Pati adalah salah satu polisakarida alami yang terdiri dari unit glukosa yang terhubung melalui ikatan glikosidik. Sebagai sumber energi utama bagi banyak organisme, pati sangat penting dalam ekosistem sebagai bahan dasar yang mudah tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh berbagai mikroorganisme. Dalam struktur kimianya, pati terbagi menjadi dua jenis, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan rantai polisakarida yang lurus, sedangkan amilopektin memiliki struktur bercabang. Kedua jenis pati ini memiliki peran penting dalam memberikan substrat yang mudah dicerna dan digunakan oleh mikroorganisme untuk menghasilkan energi.





Gambar 27. Uji Bidegradable bioplastik dalam tanah  
(Moon et al., 2025)

Mikroorganismenya, terutama bakteri dan jamur, dapat mengenali dan menguraikan pati melalui proses enzimatik. Proses ini dimulai dengan produksi enzim

amilase yang berfungsi untuk memecah ikatan glikosidik antara unit-unit glukosa dalam pati. Amilosa, yang memiliki struktur rantai lurus, lebih mudah dicerna oleh mikroorganisme dibandingkan dengan amilopektin yang bercabang. Namun, meskipun amilopektin lebih kompleks, mikroorganisme tertentu dapat memecah cabang-cabang tersebut dengan bantuan enzim amilopektinase, sehingga pati menjadi substrat yang dapat digunakan untuk proses fermentasi atau untuk menghasilkan biomassa mikroba.

Pati yang telah didegradasi oleh mikroorganisme melalui proses enzimatik akan menghasilkan glukosa, yang kemudian dimanfaatkan sebagai sumber energi. Glukosa ini bisa diubah lebih lanjut menjadi produk-produk lain, seperti asam organik, alkohol, atau gas, tergantung pada jenis mikroorganisme dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Selain itu, mikroorganisme juga dapat mengkonversi pati menjadi biomassa, yang berguna dalam produksi pangan atau bahan baku industri lainnya. Dalam konteks industri fermentasi, pati yang diolah oleh mikroorganisme menjadi bahan baku penting dalam produksi bioetanol, asam laktat, dan



produk-produk lain yang banyak digunakan dalam berbagai sektor.

Secara keseluruhan, kemampuan mikroorganisme untuk mengenali dan mendegradasi pati menjadikannya komponen yang sangat penting dalam siklus biogeokimia alam dan juga dalam aplikasi industri modern. Pati, sebagai bahan dasar alami, memainkan peran penting tidak hanya sebagai sumber energi bagi organisme hidup, tetapi juga dalam produksi bahan-bahan yang berguna bagi manusia, berkat kemampuan mikroorganisme dalam mengolahnya secara efisien.

## 2. Lingkungan yang Mendukung Degradasi

Degradasi biologis adalah proses pemecahan material organik oleh mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan alga. Proses ini sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yang dapat mempercepat atau memperlambat laju degradasi. Salah satu faktor utama adalah suhu. Suhu yang lebih hangat, biasanya berkisar antara 30 hingga 50 derajat Celsius, dapat mempercepat aktivitas mikroba. Pada suhu ini, mikroorganisme menjadi lebih aktif dalam mencerna bahan organik, sehingga proses degradasi berlangsung

lebih cepat. Sebaliknya, suhu yang lebih rendah akan memperlambat aktivitas mikroba, sehingga degradasi berlangsung lebih lambat.

Kelembapan juga memiliki peranan penting dalam mendukung degradasi biologis. Kehadiran air memungkinkan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme untuk larut dan berfungsi dengan baik dalam proses pemecahan bahan organik. Tanpa kelembapan yang cukup, aktivitas mikroba akan terhambat, dan proses degradasi dapat terhenti. Oleh karena itu, lingkungan yang lembap seperti tanah yang subur atau air tawar adalah kondisi yang ideal untuk degradasi bahan organik. Dalam lingkungan yang terlalu kering, proses degradasi akan terhambat, karena mikroorganisme kesulitan dalam melaksanakan fungsinya.

Selain suhu dan kelembapan, keberadaan mikroorganisme juga sangat mempengaruhi laju degradasi. Tanah kompos dan air tawar umumnya kaya akan mikroba aktif yang berperan dalam memecah bahan organik. Mikroba ini tidak hanya mengubah bahan menjadi senyawa yang lebih sederhana, tetapi juga menghasilkan senyawa yang dapat digunakan kembali



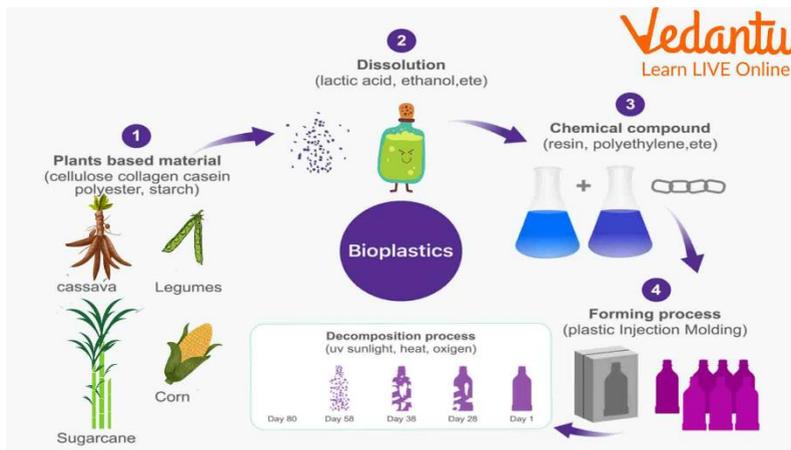
oleh tanaman atau organisme lain dalam rantai makanan. Oleh karena itu, kualitas dan kuantitas mikroba yang ada dalam suatu lingkungan menentukan seberapa cepat bahan organik dapat terdegradasi.

Sebagai contoh, sebuah penelitian yang dilakukan oleh Universitas Airlangga menunjukkan bahwa bioplastik yang terbuat dari pati kulit talas dapat terdegradasi dalam waktu singkat, yaitu sekitar 5 hari, ketika ditempatkan dalam air tawar dan tanah kompos. Penelitian ini mengindikasikan bahwa jenis material tertentu, seperti bioplastik yang terbuat dari bahan alami, dapat terdegradasi lebih cepat apabila berada dalam kondisi lingkungan yang mendukung, seperti keberadaan mikroorganisme aktif dalam tanah kompos atau air tawar.

Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan keberadaan mikroorganisme saling bekerja sama untuk mempercepat proses degradasi. Oleh karena itu, dalam pengembangan material ramah lingkungan seperti bioplastik, pemahaman tentang kondisi lingkungan yang mendukung degradasi biologis sangat penting untuk memastikan bahwa produk tersebut dapat terurai dengan baik setelah masa pakainya

berakhir. Dengan kondisi lingkungan yang tepat, proses degradasi dapat berlangsung dengan efisien, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

### 3. Pengaruh Penambahan Bahan Tambahan



Gambar 28. Bahan tambahan pada bioplastik

(<https://www.vedantu.com/seo/content-images/9afe92d4-7aaa-486c-b7d6-58041ef83e66.jpg>)

Penambahan bahan tambahan pada bioplastik dapat memengaruhi sifat-sifat fisik dan biodegradabilitasnya. Salah satu bahan tambahan (Gambar 28) yang sering digunakan adalah plastikizer, seperti gliserol. Gliserol berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas bioplastik, yang membuatnya lebih elastis dan lebih mudah dibentuk. Selain itu, penambahan gliserol juga dapat

mempercepat proses biodegradasi bioplastik. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya untuk meningkatkan keterlarutan air dalam bioplastik, yang pada gilirannya mempercepat proses pemecahan bahan oleh mikroorganisme pengurai. Dengan kata lain, gliserol tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik dari bioplastik, tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan melalui proses degradasi yang lebih cepat.

Di sisi lain, filler seperti kitosan sering digunakan untuk memperkuat struktur bioplastik. Kitosan, yang merupakan turunan dari kitin yang terdapat pada cangkang crustacea, memiliki sifat yang dapat memperkuat matriks bioplastik. Penambahan kitosan dapat meningkatkan kekuatan tarik, ketahanan terhadap perubahan bentuk, dan ketahanan terhadap kerusakan fisik pada bioplastik. Meskipun demikian, penggunaan kitosan sebagai filler juga dapat memperlambat proses biodegradasi. Hal ini disebabkan oleh kemampuannya membentuk matriks bioplastik yang lebih padat dan sulit terurai. Dalam beberapa kasus, kitosan dapat membatasi aksesibilitas mikroorganisme pengurai terhadap

matriks bioplastik, sehingga memperlambat proses degradasi.

Studi yang dilakukan oleh Firmansyah dan Adilla (2019) menunjukkan bahwa bioplastik yang terbuat dari pati ubi jalar dan ditambahkan filler kitosan memiliki biodegradabilitas yang bervariasi, antara 1,63% hingga 2,50% dalam waktu 8 hari. Hasil tersebut menunjukkan bahwa komposisi bahan tambahan seperti kitosan dapat mempengaruhi laju degradasi bioplastik secara signifikan. Pada komposisi tertentu, kitosan memberikan kekuatan mekanik yang lebih tinggi, namun pada saat yang sama memperlambat proses biodegradasi. Oleh karena itu, pemilihan bahan tambahan yang tepat sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara kekuatan mekanik dan laju biodegradabilitas pada bioplastik.

Secara keseluruhan, penggunaan bahan tambahan seperti plastikizer dan filler dalam pembuatan bioplastik dapat memberikan berbagai manfaat, tetapi juga dapat mempengaruhi sifat-sifat lingkungan bioplastik tersebut. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut tentang pengaruh bahan tambahan terhadap biodegradabilitas dan karakteristik lainnya sangat penting untuk



mengembangkan bioplastik yang ramah lingkungan dan memiliki performa yang optimal.

#### 4. Tingkat dan Waktu Degradasi

Tingkat degradasi bioplastik dapat bervariasi secara signifikan tergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis bahan dasar yang digunakan dalam pembuatannya, formulasi bioplastik, serta kondisi lingkungan tempat bioplastik tersebut terpapar. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi tingkat degradasi adalah komposisi kimia dari bioplastik itu sendiri. Bioplastik berbasis pati, misalnya, dikenal memiliki kemampuan untuk terdegradasi dengan cukup cepat jika dibandingkan dengan jenis bioplastik lainnya, seperti yang berbasis polilaktida (PLA) atau polioksida (PHA). Secara umum, bioplastik berbasis pati dapat mulai menunjukkan tanda-tanda degradasi dalam waktu beberapa hari hingga beberapa minggu, tergantung pada kondisi tertentu yang mempengaruhi proses tersebut.

Proses degradasi bioplastik tidak hanya bergantung pada waktu, tetapi juga pada faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan ketersediaan mikroorganisme yang dapat membantu dalam

penguraian bahan tersebut. Dalam kondisi yang optimal, seperti suhu hangat dan kelembapan yang cukup, mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dapat mempercepat penguraian bioplastik menjadi bahan yang lebih sederhana, seperti karbon dioksida, air, dan biomassa lainnya. Sebaliknya, dalam kondisi yang kurang ideal, degradasi bisa berlangsung lebih lambat atau bahkan terhenti. Oleh karena itu, bioplastik yang diproduksi dengan formulasi yang lebih tahan lama atau lebih kuat mungkin membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terurai sepenuhnya, meskipun dalam jangka panjang tetap dapat terdegradasi menjadi bahan yang tidak berbahaya.

Selain itu, produk akhir dari degradasi bioplastik biasanya tidak bersifat toksik dan dapat dengan aman terintegrasi kembali ke dalam ekosistem. Hal ini menjadi salah satu keuntungan utama bioplastik dibandingkan plastik konvensional, yang seringkali meninggalkan mikroplastik berbahaya yang mencemari lingkungan. Degradasi bioplastik yang ramah lingkungan dapat mengurangi dampak negatif terhadap alam dan makhluk hidup lainnya, memberikan alternatif yang lebih berkelanjutan untuk mengatasi permasalahan limbah



plastik yang semakin mendesak. Namun, masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk memahami berbagai variabel yang mempengaruhi degradasi bioplastik, sehingga dapat dikembangkan produk yang lebih efisien dan ramah lingkungan di masa depan.

### **E. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sifat dan Karakteristik Bioplastik**

Berbagai faktor mempengaruhi sifat akhir dari bioplastik berbasis pati, mulai dari jenis dan sumber pati, konsentrasi plasticizer, hingga teknik pemrosesan. Pati dari singkong, jagung, dan kentang memiliki perbedaan struktur amilosa-amilopektin yang berpengaruh pada kekuatan dan fleksibilitas. Plasticizer seperti gliserol meningkatkan fleksibilitas tetapi dapat menurunkan kekuatan tarik. Teknik pengeringan, suhu gelatinisasi, dan waktu pemanasan menentukan homogenitas dan kestabilan film. Selain itu, penambahan bahan penguat seperti serat selulosa, tanah liat, atau nanopartikel logam dapat memperbaiki sifat mekanik dan termal, serta memodulasi laju degradasi. Bioplastik berbasis pati merupakan salah satu jenis bioplastik yang paling banyak diteliti karena bahan bakunya melimpah,

terbarukan, dan biodegradable. Namun, sifat fisik, mekanik, dan kimia dari bioplastik ini sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor selama proses sintesis dan formulasi. Berikut adalah penjelasan detail mengenai faktor-faktor tersebut (Nazrin et al., 2025)(Hossain et al., 2024):

### 1. Jenis dan Sumber Pati

Setiap jenis pati (pati singkong, jagung, kentang, ubi jalar, sagu, dll.) memiliki komposisi dan struktur granula yang berbeda-beda, yang akan memengaruhi karakteristik bioplastik yang dihasilkan.

#### a. Kandungan amilosa dan amilopektin

Pati dengan kandungan amilosa tinggi cenderung menghasilkan bioplastik dengan sifat mekanik yang lebih baik dan lebih tahan air, namun cenderung lebih rapuh. Pati dengan kandungan amilopektin tinggi menghasilkan bioplastik yang lebih fleksibel, namun kurang kuat secara mekanik.

#### b. Ukuran dan bentuk granula: memengaruhi kemampuan gelatinisasi dan pengolahan pati.

### 2. Jenis dan Konsentrasi Plasticizer

Plasticizer adalah bahan tambahan yang digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas dan mengurangi



kerapuhan bioplastik. Plasticizer yang umum digunakan adalah gliserol, sorbitol, dan polyethylene glycol (PEG). Konsentrasi tinggi plasticizer → bioplastik lebih fleksibel, tetapi dapat menyebabkan penurunan kekuatan tarik dan meningkatkan daya serap air. Konsentrasi rendah → bioplastik cenderung kaku dan rapuh. Pemilihan jenis plasticizer juga berpengaruh terhadap kelarutan dalam air, transparansi, dan stabilitas termal dari bioplastik.

### 3. Rasio Pati terhadap Air

Selama proses pembuatan bioplastik, air berperan sebagai medium untuk gelatinisasi pati. Rasio yang tepat antara pati dan air sangat penting. Rasio air terlalu tinggi → menghasilkan bioplastik yang lunak dan mudah sobek. Rasio air terlalu rendah → adonan sulit diproses dan menghasilkan struktur kasar serta tidak homogen.

### 4. Penambahan Bahan Penguat (Filler atau Reinforcement)

Untuk meningkatkan kekuatan mekanik dan stabilitas termal, sering ditambahkan bahan penguat seperti:

- Serat alami (selulosa, nanofiber, serbuk bambu)
- Partikel anorganik (zeolit, tanah liat, silika)

- Polimer tambahan (PLA, PVA, kitosan)

Penambahan ini dapat meningkatkan modulus elastisitas, tahan sobek, serta ketahanan terhadap air dan panas.

## **5. Kondisi Proses Pembuatan**

- Suhu pemanasan:

Suhu optimal diperlukan untuk gelatinisasi sempurna. Suhu terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi pati dan perubahan warna (karamelisasi).

- Waktu pemanasan: Waktu yang terlalu lama dapat mengakibatkan penurunan viskositas dan kualitas film bioplastik.
- Teknik pencetakan dan pengeringan: Pengeringan lambat dan merata akan menghasilkan film bioplastik yang homogen dan tidak retak. Teknik seperti casting, extrusion, atau blow molding juga menentukan struktur akhir.

## **6. Lingkungan Penyimpanan dan Penggunaan**

Sifat bioplastik sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar, seperti:

- Kelembaban: Bioplastik berbasis pati sangat higroskopis, sehingga dapat menyerap air dari



lingkungan, menyebabkan perubahan berat, dimensi, dan kekuatan mekanik.

- Suhu: Bioplastik tidak tahan panas tinggi. Penggunaan di atas suhu transisi gelas ( $\sim 60\text{--}80^\circ\text{C}$ ) dapat menyebabkan deformasi.
- Paparan cahaya UV: Dapat mempercepat degradasi struktural dan mengurangi masa pakai bioplastik.

Pemahaman terhadap sifat-sifat bioplastik sangat penting untuk menentukan bidang aplikasi yang tepat. Bioplastik dari pati cocok untuk kemasan makanan kering, kantong sekali pakai, serta material pertanian seperti mulch film yang terdegradasi di tanah. Namun, karena sifatnya yang mudah menyerap air dan sensitif terhadap panas, penggunaannya masih terbatas pada aplikasi non-kontak cair atau suhu tinggi. Modifikasi lebih lanjut dan rekayasa material diperlukan untuk memperluas bidang aplikasinya (Nazrin et al., 2025).

Pemahaman terhadap sifat dan karakteristik bioplastik berbasis pati sangat krusial dalam menentukan bidang aplikasi yang paling tepat dan efisien. Setiap sifat material, mulai dari kekuatan mekanik, ketahanan terhadap air, stabilitas termal, hingga laju biodegradasi, memberikan pengaruh

langsung terhadap performa bioplastik di lingkungan penggunaannya. Misalnya, bioplastik yang memiliki kekuatan tarik tinggi dan fleksibilitas baik sangat cocok untuk digunakan dalam aplikasi kemasan fleksibel, seperti kantong belanja atau bungkus makanan kering. Sebaliknya, bioplastik dengan daya serap air tinggi dan degradasi cepat akan lebih ideal untuk aplikasi pertanian, seperti mulch film, yang membutuhkan material dapat terurai secara alami di tanah setelah pemakaian. Karakteristik termal yang terbatas membatasi aplikasi bioplastik pada kondisi suhu tinggi, sehingga tidak cocok untuk kemasan makanan panas atau penggunaan di industri otomotif. Oleh karena itu, modifikasi sifat seperti penambahan plasticizer, bahan penguat, atau teknik pemrosesan lanjutan sering dilakukan untuk menyesuaikan karakteristik bioplastik dengan kebutuhan aplikasi spesifik. Dengan demikian, korelasi antara sifat dan karakteristik dengan aplikasinya menjadi landasan penting dalam pengembangan material bioplastik yang fungsional, efisien, dan berkelanjutan (Hossain et al., 2024).

Bioplastik dari pati memiliki kombinasi sifat yang unik: biodegradable, fleksibel, dan ramah lingkungan.



Namun, keterbatasannya dalam hal ketahanan air dan panas memerlukan pendekatan teknik yang hati-hati dalam formulasi dan pemrosesan. Dengan pemilihan bahan baku yang tepat, penggunaan aditif fungsional, serta teknik fabrikasi yang terkontrol, karakteristik bioplastik dari pati dapat dioptimalkan untuk aplikasi yang lebih luas dan berkelanjutan di masa depan.





## BAB 4

# Aplikasi Bioplastik dari Pati



Gambar 29. Beberapa aplikasi dari bahan bioplastik  
(<https://i.ytimg.com/vi/IAkFeL5j-u4/maxresdefault.jpg>)

Masalah pencemaran lingkungan akibat limbah plastik sintetis telah menjadi perhatian global dalam beberapa dekade terakhir. Plastik konvensional yang berbahan dasar minyak bumi sulit terurai secara alami, sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem, terutama laut dan tanah. Untuk mengatasi

permasalahan ini, berbagai alternatif ramah lingkungan mulai dikembangkan, salah satunya adalah bioplastik. Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari bahan-bahan alami dan dapat terurai secara hayati, sehingga lebih aman bagi lingkungan.

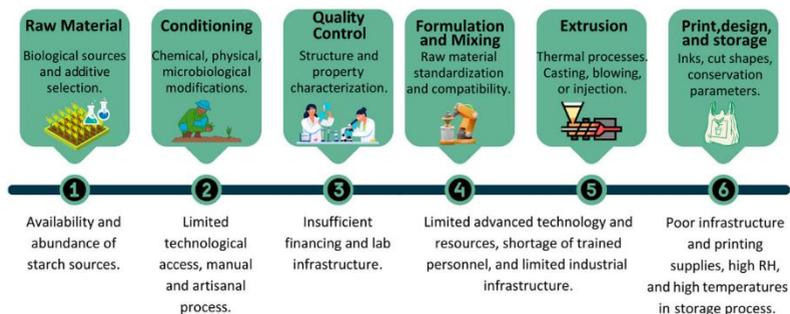
Kemasan makanan konvensional yang berbasis plastik sintetis, seperti polietilena dan polipropilena, telah lama digunakan karena sifatnya yang ringan, fleksibel, dan tahan terhadap air. Namun, ketidakmampuan plastik ini untuk terurai secara alami menyebabkan akumulasi limbah yang signifikan, mencemari lingkungan darat dan perairan, serta berkontribusi pada masalah mikroplastik. Sebagai alternatif, bioplastik (Gambar 29) berbasis pati menawarkan solusi yang ramah lingkungan karena sifatnya yang biodegradable dan berasal dari sumber daya terbarukan.

Proses produksi bioplastik berbasis pati (Gambar 30) merupakan rangkaian kegiatan yang kompleks dan multidisipliner, dimulai dari pemilihan bahan baku hingga tahap pencetakan dan penyimpanan produk akhir, yang secara detil disajikan dalam gambar di bawah ini. Pada tahapan awal, yaitu raw material, menekankan

pada ketersediaan dan keberagaman sumber pati yang melimpah seperti singkong, jagung, ubi, hingga limbah pertanian. Meskipun ketersediaannya relatif tinggi, tantangan pada tahap ini mencakup ketidakstabilan pasokan serta belum adanya standardisasi kualitas bahan baku untuk skala industri. Selanjutnya, tahap conditioning melibatkan modifikasi kimia, fisik, maupun mikrobiologis guna meningkatkan karakteristik pati. Namun, keterbatasan teknologi, minimnya akses ke peralatan modern, dan dominasi proses manual atau skala rumah tangga masih menjadi kendala besar dalam proses ini. Tahap berikutnya adalah quality Control, yang mencakup pengujian sifat struktural dan fungsional dari bioplastik, seperti kekuatan tarik, ketahanan termal, dan laju biodegradasi. Hambatan signifikan pada tahap ini adalah minimnya fasilitas laboratorium yang memadai serta keterbatasan dana untuk melakukan pengujian yang sistematis dan berkala. Pada tahap formulation and mixing, dilakukan pencampuran bahan dasar dengan aditif untuk mencapai komposisi dan performa yang optimal. Proses ini memerlukan teknologi tinggi, personel terlatih, serta fasilitas produksi yang sesuai, yang sayangnya masih terbatas di banyak negara



berkembang. Selanjutnya, pada tahap extrusion, bioplastik dibentuk melalui teknik pengecoran (casting), meniupan (blowing), atau injeksi. Tantangan teknis seperti pengendalian suhu dan tekanan, serta keterbatasan mesin industri yang sesuai, dapat memengaruhi hasil akhir produk bioplastik. Tahap akhir dalam proses ini adalah print, design, and storage, di mana bioplastik dicetak, dipotong, dan disimpan sesuai spesifikasi kemasan makanan. Tantangan yang muncul meliputi kurangnya infrastruktur pencetakan dan penyimpanan, terbatasnya bahan cetak yang kompatibel, serta kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban tinggi yang dapat mempercepat degradasi produk bioplastik, terutama yang belum dimodifikasi. Secara keseluruhan, alur produksi bioplastik berbasis pati memerlukan perbaikan menyeluruh dari sisi teknologi, sumber daya manusia, pendanaan, hingga regulasi untuk dapat menjadi solusi nyata dalam substitusi plastik konvensional, khususnya pada sektor kemasan makanan yang sangat sensitif terhadap kualitas dan keamanan bahan pengemas.



Gambar 30. Tahapan produksi kemasan fleksibel berbasis pati dan pertimbangan bagi negara-negara berkembang (Garavito, 2024)

Pati merupakan bahan dasar utama dalam produksi bioplastik yang sangat potensial untuk aplikasi kemasan makanan, karena sifatnya yang mudah terurai secara hayati dan berasal dari sumber daya terbarukan. Secara kimia, pati adalah polisakarida yang tersusun atas unit-unit glukosa, dan terdiri dari dua struktur utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Perbandingan antara kandungan amilosa dan amilopektin, serta struktur dan ukuran molekulnya, sangat bergantung pada sumber pati (lihat Tabel 1), dan berperan penting dalam menentukan sifat-sifat dari pati termoplastik (thermoplastic starch/TPS). Pati dengan kandungan amilosa tinggi

cenderung menghasilkan material dengan kekuatan tarik, kekerasan, dan tingkat kristalisasi yang lebih tinggi, sementara pati dengan kandungan amilopektin yang dominan memberikan fleksibilitas yang lebih besar pada produk akhir. Namun demikian, hubungan antara komposisi kimia pati dan sifat TPS tidak selalu linear, karena dalam praktiknya, performa material juga sangat dipengaruhi oleh keberadaan plasticizer, kondisi lingkungan seperti kelembaban, serta mobilitas rantai polimer. Oleh karena itu, formulasi TPS perlu disesuaikan secara spesifik untuk setiap jenis aplikasi agar dapat mencapai kinerja optimal.

Table 1. Jenis pati berdasarkan sumber, komposisi, dan karakteristik lainnya (Kusumawati,2025)

Starch Source	Ratio Amylose/Amylopectin	Gelatinization Temperature (°C)	Relevant Characteristics
 Corn	25/75	62–72	A rapid increase in viscosity after gelatinization. Forms an opaque and firm gel.
 Potato	20/80	59–68	Greater water absorption. Lower gelatinization temperature.
 Cassava	17/83	62–73	Low retrogradation and produces a gel with greater clarity and stability.
 Rice	19/81	68–78	The texturizing agents used as fat replacements have high extraction costs.
 Wheat	25/75	58–64	Lower thickening power and gelatinization temperature compared to corn starch. Present large and small granules.

Dalam konteks aplikasi untuk kemasan makanan, pemilihan sumber pati ini sangat penting untuk menjamin keberlanjutan, efisiensi biaya produksi, serta

tidak mengganggu ketersediaan pangan nasional. Sumber-sumber pati yang dapat dimanfaatkan sangat beragam, mulai dari tanaman pangan hingga limbah pertanian. Singkong (*Manihot esculenta*), misalnya, menjadi bahan baku unggulan di Indonesia karena kandungan patinya yang tinggi dan proses pengolahannya yang relatif sederhana. Di tingkat global, jagung (*Zea mays*) juga umum digunakan sebagai sumber pati, meskipun penggunaannya harus mempertimbangkan dampaknya terhadap ketahanan pangan. Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan alternatif lain yang mengandung karbohidrat kompleks dan berpotensi tinggi untuk diubah menjadi polimer bioplastik. Selain itu, limbah pertanian seperti biji nangka, tongkol jagung, dan biji durian menawarkan solusi inovatif dalam mengurangi volume limbah sekaligus menambah nilai guna. Senyawa fungsional memainkan peran khusus dalam formulasi bioplastik. Senyawa ini meningkatkan sifat material, seperti fleksibilitas, daya tahan, dan stabilitas pemrosesan, yang memungkinkan bioplastik bersaing dengan plastik konvensional di berbagai aplikasi.



Salah satu bahan baku yang potensial untuk produksi bioplastik adalah pati. Pati merupakan polisakarida alami yang mudah didapat dari berbagai sumber pertanian seperti singkong, jagung, kentang, dan sagu. Keunggulan pati sebagai bahan baku bioplastik terletak pada ketersediaannya yang melimpah, sifatnya yang terbarukan, serta kemampuannya untuk mengalami degradasi biologis. Dengan pengolahan yang tepat, pati dapat dikembangkan menjadi material plastik dengan karakteristik mekanik dan fungsional yang mendekati plastik konvensional.

Aplikasi bioplastik dari pati kini telah merambah berbagai bidang, seperti kemasan makanan, peralatan makan sekali pakai, kantong belanja, hingga produk pertanian. Selain itu, perkembangan teknologi dan rekayasa bahan telah memungkinkan modifikasi terhadap sifat dasar pati agar lebih tahan air, fleksibel, dan kuat. Pengembangan aplikasi ini tidak hanya menjawab tantangan lingkungan, tetapi juga memberikan nilai tambah bagi sektor pertanian sebagai penyedia bahan baku utama.

## A. Kemasan makanan



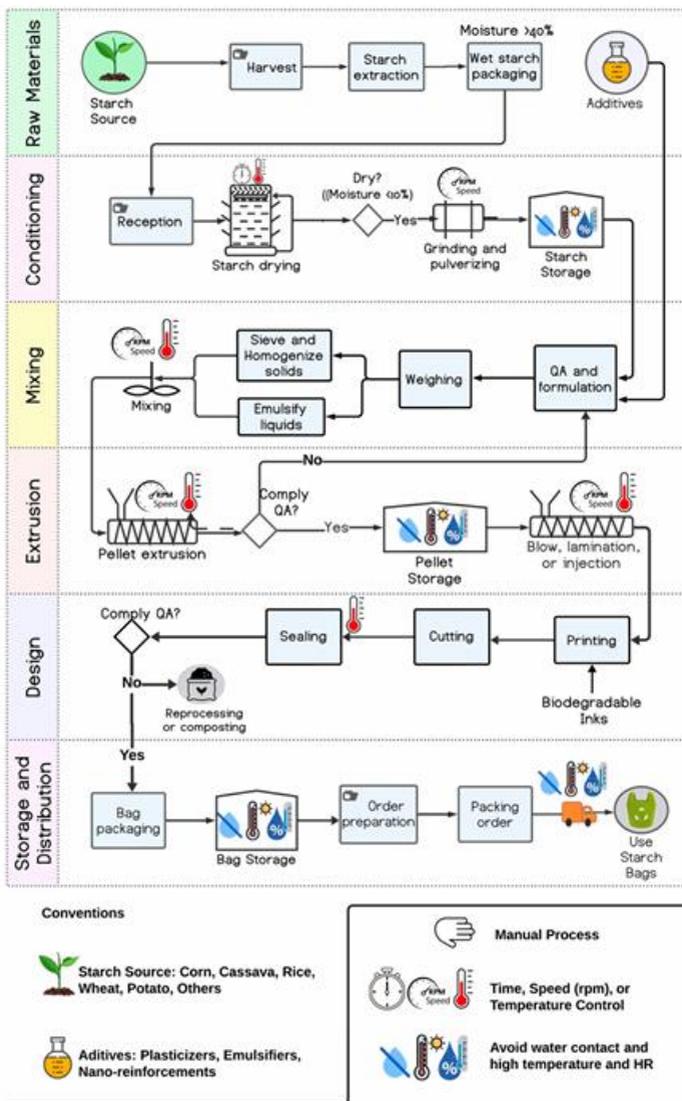
Gambar 31. Beberapa aplikasi dari bahan bioplastik (<https://cdn.wikifarmer.com/images/detailed/2024/03/Untitled-design-14.jpg>)

Kemasan makanan dari bioplastik pati (Gambar 31) merupakan alternatif yang semakin populer untuk menggantikan kemasan plastik konvensional berbahan dasar minyak bumi. Bioplastik ini dibuat dari sumber daya terbarukan, seperti pati jagung, singkong, atau kentang. Pati-pati ini diproses menjadi bahan polimer alami yang dapat dibentuk menjadi berbagai jenis kemasan, mulai dari bungkus makanan, kantong, hingga

wadah makanan siap saji. Keunggulan utamanya terletak pada sifatnya yang biodegradable, artinya kemasan ini dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme dalam waktu yang relatif singkat, mengurangi akumulasi sampah plastik di lingkungan.

Dari segi fungsionalitas, bioplastik pati memiliki karakteristik fisik yang cukup baik untuk kemasan makanan. Ia dapat menjaga kelembaban makanan, memiliki ketahanan terhadap minyak, serta dapat dibentuk melalui proses pencetakan termal (Gambar 32). Selain itu, karena berasal dari bahan alami, bioplastik pati tidak meninggalkan residu berbahaya pada makanan, sehingga aman untuk digunakan dalam industri pangan. Beberapa jenis bahkan dapat digunakan dalam kemasan yang dapat dipanaskan dalam microwave.

Namun, penggunaan bioplastik pati juga memiliki tantangan. Salah satunya adalah ketahanannya terhadap air dan suhu tinggi yang cenderung lebih rendah dibanding plastik konvensional. Bioplastik pati juga masih relatif mahal karena skala produksinya belum sebesar industri plastik biasa.



Gambar 32. Diagram alir proses produksi kemasan pati fleksibel (Garavito,2024)

Meski demikian, dengan meningkatnya kesadaran terhadap isu lingkungan dan regulasi yang mendukung pengurangan plastik sekali pakai, permintaan terhadap kemasan makanan berbasis bioplastik pati diperkirakan akan terus meningkat di masa depan.

Salah satu contoh inovatif dari kemasan makanan berbasis bioplastik pati adalah SMATIC, produk yang dikembangkan oleh mahasiswa Universitas Jember (Unej). SMATIC merupakan singkatan dari Singkong Bioplastic Antioksidan, sebuah kemasan ramah lingkungan yang terbuat dari campuran pati singkong dan tepung kulit singkong. Keunikan dari SMATIC terletak pada penambahan mikroemulsi berukuran nano, yang berasal dari bahan alami seperti ekstrak teh dan bunga rosella, berfungsi sebagai antioksidan untuk mencegah makanan menjadi basi atau tengik.

Kemasan ini dirancang khusus untuk membungkus makanan tradisional basah seperti jenang, dodol, atau suwar-suwir khas Jember. Dengan sifatnya yang dapat dimakan, konsumen dapat langsung mengonsumsi makanan beserta kemasannya tanpa khawatir terhadap

dampak kesehatan. Selain itu, jika dibuang, SMATIC akan terurai secara alami, mengurangi akumulasi sampah plastik di lingkungan.

Proses pembuatan SMATIC cukup sederhana dan tidak memerlukan teknologi tinggi. Campuran pati singkong, tepung kulit singkong, dan bahan tambahan lainnya dipanaskan hingga membentuk bubur, kemudian disapukan dengan ketebalan sesuai kebutuhan ke wadah yang sudah disiapkan. Dengan komposisi tersebut, dapat dihasilkan sekitar 30 lembar bioplastik berukuran 21 x 9 cm dengan harga sekitar Rp7.700, meskipun masih lebih mahal dibandingkan plastik konvensional.

Inovasi seperti SMATIC menunjukkan potensi besar dalam menggantikan plastik konvensional dengan bahan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan dukungan penelitian dan pengembangan lebih lanjut, diharapkan produk-produk serupa dapat diproduksi secara massal dan menjadi solusi nyata dalam mengatasi permasalahan sampah plastik.

## **B. Industri tekstil**

Bioplastik berbasis pati merupakan salah satu solusi ramah lingkungan yang semakin banyak dimanfaatkan di



berbagai industri, termasuk industri tekstil. Pati, sebagai polimer alami yang diperoleh dari sumber nabati seperti jagung, singkong, atau kentang, memiliki sifat biodegradabel dan mudah dimodifikasi, sehingga sangat potensial digunakan sebagai bahan dasar alternatif menggantikan plastik sintetis berbasis minyak bumi. Dalam konteks industri tekstil, bioplastik dari pati dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek mulai dari kemasan produk, pelapis tekstil, hingga bahan bantu dalam proses produksi.

Salah satu aplikasi utama bioplastik dari pati adalah sebagai pelapis (coating) pada kain. Pelapis ini berfungsi untuk memberikan sifat tertentu seperti ketahanan terhadap air, peningkatan kekuatan tarik, atau kemudahan pencetakan desain. Karena sifatnya yang mudah terurai secara alami, pelapis berbasis bioplastik tidak meninggalkan residu berbahaya bagi lingkungan setelah siklus hidup produk tekstil selesai. Ini sangat relevan dalam upaya industri tekstil untuk mengurangi dampak limbah dan meningkatkan keberlanjutan.

Selain itu, bioplastik dari pati juga digunakan dalam pembuatan kemasan tekstil yang ramah lingkungan, seperti kantong pembungkus pakaian atau label produk.

Penggunaan kemasan berbahan bioplastik tidak hanya mendukung citra merek yang peduli lingkungan, tetapi juga membantu mengurangi ketergantungan terhadap plastik konvensional. Inovasi ini menjadi nilai tambah bagi perusahaan tekstil di era tren green industry dan ekonomi sirkular.

Di tahap proses produksi, bioplastik dari pati dapat pula digunakan sebagai bahan film pelindung sementara atau pengikat dalam aplikasi pencetakan dan pewarnaan. Film ini mudah larut dalam air dan tidak mencemari limbah cair, sehingga mempermudah proses pembersihan dan mengurangi beban pengolahan limbah pabrik. Hal ini menjadikan bioplastik berbasis pati sebagai bagian penting dari teknologi produksi tekstil yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Salah satu contoh produk tekstil yang memanfaatkan bioplastik dari pati adalah kain pelapis berbasis pati yang digunakan sebagai pelapis sementara (temporary coating) dalam proses pencetakan tekstil. Produk ini dikembangkan untuk menggantikan pelapis sintetis berbasis minyak bumi yang sulit terurai dan berpotensi mencemari lingkungan.



Kain pelapis berbasis pati ini dibuat dengan melarutkan pati alami—seperti dari singkong atau jagung—ke dalam larutan air, kemudian diaplikasikan sebagai lapisan tipis pada permukaan kain. Lapisan ini berfungsi untuk meningkatkan ketahanan kain terhadap proses pencetakan atau pewarnaan, serta membantu menjaga bentuk dan kualitas serat selama proses produksi. Setelah proses selesai, lapisan ini dapat dengan mudah dihilangkan melalui pencucian dengan air, tanpa meninggalkan residu berbahaya.

Keunggulan utama dari produk ini adalah sifatnya yang biodegradabel dan tidak beracun, sehingga limbah hasil pencucian dapat diolah dengan lebih mudah dan ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan pelapis berbasis pati juga dapat mengurangi konsumsi bahan kimia sintetis dalam proses produksi tekstil, mendukung upaya industri untuk menerapkan prinsip produksi bersih dan berkelanjutan.

Produk seperti ini telah mulai diterapkan oleh beberapa produsen tekstil yang berkomitmen terhadap keberlanjutan, terutama di sektor tekstil rumah tangga dan pakaian fungsional. Dengan meningkatnya kesadaran konsumen terhadap dampak lingkungan dari

produk tekstil, penggunaan bioplastik dari pati sebagai pelapis kain menawarkan solusi inovatif yang mendukung transisi menuju industri tekstil yang lebih hijau.

### **C. Aplikasi lainnya**

Aplikasi bioplastik dari pati (biasanya pati jagung, singkong, kentang, atau sagu) dalam kehidupan sehari-hari sangat luas karena sifatnya yang biodegradable (mudah terurai) dan ramah lingkungan (Gambar 33). Berikut adalah penjelasan penggunaannya dalam berbagai bidang:

1. Kemasan dan Kantong Belanja





Gambar 33. Kantong belanja dari bioplastik  
(<https://resource.co/sites/default/files/caddybag-materbi-novamont.jpg>)

Dalam upaya mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, kini banyak supermarket dan toko ritel yang mulai beralih menggunakan kantong plastik ramah lingkungan berbahan dasar pati. Kantong ini dirancang sebagai alternatif dari kantong plastik konvensional yang sulit terurai. Terbuat dari bahan-bahan alami seperti pati jagung atau singkong, kantong ini memiliki keunggulan

utama yaitu dapat terurai secara hayati (biodegradable) dalam waktu yang jauh lebih singkat dibanding plastik biasa, serta tidak meninggalkan residu berbahaya di lingkungan.



Gambar 34. Wadah sayuran dari bioplastik  
(<https://thumbs.dreamstime.com/z/tray-bioplastic-food-containers-perfect-takeout-meals-made-renewable-resources-tray-bioplastic-food-321844614.jpg>)

Tidak hanya digunakan untuk kantong belanja, bahan berbasis pati juga telah dikembangkan menjadi berbagai jenis kemasan makanan (Gambar 34). Produk seperti tray, cup, sendok, garpu, dan pembungkus makanan kini banyak diproduksi menggunakan material ini. Kemasan berbasis pati ini sangat cocok untuk industri makanan cepat saji karena selain aman

bersentuhan langsung dengan makanan, juga memberikan nilai tambah berupa keberlanjutan lingkungan. Dengan kemampuan untuk terurai secara alami, kemasan ini menjadi pilihan ideal dalam menjawab kebutuhan konsumen yang semakin sadar akan isu lingkungan.

Penggunaan kemasan ramah lingkungan tidak hanya mendukung pelestarian alam, tetapi juga menciptakan citra positif bagi pelaku usaha. Konsumen masa kini semakin mempertimbangkan aspek keberlanjutan dalam memilih produk dan merek. Oleh karena itu, inovasi dalam penggunaan kemasan dan kantong belanja berbasis pati dapat menjadi strategi yang efektif untuk menarik loyalitas pelanggan sekaligus ikut berkontribusi terhadap pengurangan limbah plastik global.



## 2. Produk Rumah Tangga



Gambar 35. Wadah minuman bahan bioplastik  
(<https://design-milk.com/images/2019/07/pinch-food-bioplastic-1.jpg>)

Dalam upaya mendukung gaya hidup berkelanjutan dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat limbah plastik, kami menghadirkan serangkaian produk rumah tangga (Gambar 35) yang terbuat dari bahan alami dan mudah terurai. Produk-produk ini dirancang untuk menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan plastik konvensional, tanpa mengorbankan kenyamanan dan fungsi bagi pengguna.

Salah satu produk unggulan kami adalah kantong sampah berbahan dasar bioplastik dari pati alami,

seperti pati jagung atau singkong. Kantong ini memiliki kekuatan dan fleksibilitas yang serupa dengan kantong plastik biasa, namun berbeda dalam hal dampaknya terhadap lingkungan. Setelah digunakan, kantong ini akan terurai secara alami dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan plastik sintetis, serta tidak meninggalkan mikroplastik yang membahayakan ekosistem.



Gambar 36. Wadah makanan bahan bioplastik  
(<https://takeawaypackaging.co.uk/wp-content/uploads/2019/08/Takeaway-Food-Packaging-2-1024x683.jpg>)

Selain itu, kami juga menawarkan wadah penyimpanan makanan serta alat makan sekali pakai seperti sendok, garpu, dan piring (Gambar 36) yang juga terbuat dari bahan-bahan biodegradable. Produk-produk ini sangat cocok digunakan dalam berbagai

kegiatan rumah tangga, acara keluarga, hingga usaha catering yang ingin mengedepankan tanggung jawab lingkungan. Dengan desain ergonomis dan tampilan yang menarik, alat makan ini memberikan pengalaman penggunaan yang nyaman sekaligus membantu mengurangi akumulasi limbah plastik di tempat pembuangan akhir.

Melalui inovasi produk-produk ini, kami berharap dapat mendorong masyarakat untuk lebih sadar akan pentingnya pemilihan bahan dalam kehidupan sehari-hari. Mengadopsi produk rumah tangga yang ramah lingkungan bukan hanya tren, tetapi merupakan langkah nyata menuju masa depan yang lebih bersih dan sehat bagi generasi mendatang.



### 3. Pertanian



Gambar 37. Mulsa pertanian bahan bioplastik

(<https://gaiagreentech.com.my/upload/16485177820.png>)

Dalam dunia pertanian modern, penggunaan material yang ramah lingkungan semakin menjadi perhatian utama, seiring meningkatnya kesadaran akan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem. Salah satu inovasi yang mulai banyak diterapkan adalah penggunaan mulsa pertanian (Gambar 37) dari bioplastik berbasis pati. Mulsa ini berbentuk lembaran yang digunakan untuk menutup permukaan tanah di sekitar tanaman. Fungsinya sangat penting, yakni untuk menekan pertumbuhan gulma, menjaga kelembaban tanah, mengurangi erosi, serta membantu

mempertahankan suhu tanah yang stabil. Keunggulan utamanya dibandingkan mulsa plastik konvensional adalah kemampuannya untuk terurai secara alami setelah masa tanam berakhir, sehingga tidak memerlukan proses pengambilan kembali dan tidak menimbulkan limbah plastik yang mencemari lingkungan.

Selain mulsa, inovasi lain yang mendukung pertanian berkelanjutan adalah pot tanaman biodegradable. Pot ini terbuat dari bahan organik seperti campuran serat alami dan pati yang dapat terurai oleh mikroorganisme tanah. Keistimewaannya terletak pada kemudahannya dalam proses penanaman: tanaman dapat langsung ditanam ke tanah bersama dengan potnya, tanpa perlu dipindahkan atau dikeluarkan dari wadah. Hal ini tidak hanya mengurangi stres pada akar tanaman yang sering terjadi saat transplantasi, tetapi juga mempercepat proses penanaman dan meminimalkan penggunaan pot plastik sekali pakai.

Penggunaan material pertanian yang biodegradable ini tidak hanya memberikan manfaat praktis bagi para petani, tetapi juga merupakan langkah konkret dalam mendukung praktik pertanian berkelanjutan dan ramah



lingkungan. Dengan mengurangi ketergantungan pada bahan sintetis dan non-degradable, sektor pertanian dapat ikut berkontribusi dalam mengurangi pencemaran plastik dan menjaga kualitas tanah serta ekosistem di sekitarnya. Inovasi seperti ini menjadi bagian penting dari transformasi menuju pertanian masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan.

#### 4. Industri Medis

Bioplastik berbasis pati telah menunjukkan potensi signifikan dalam bidang medis, terutama sebagai alternatif ramah lingkungan terhadap bahan polimer konvensional yang selama ini digunakan dalam alat dan produk kesehatan sekali pakai. Karakteristik utama yang mendukung penerapan bioplastik dalam dunia medis antara lain adalah sifatnya yang biodegradable, biokompatibel, serta dapat dimodifikasi secara kimia untuk menyesuaikan dengan kebutuhan spesifik aplikasi medis.

Salah satu aplikasi paling menonjol dari bioplastik pati adalah dalam pembuatan alat medis sekali pakai, seperti kantong infus, penutup luka, sarung tangan, dan peralatan laboratorium ringan. Bioplastik pati yang

telah dimodifikasi menjadi termoplastik TPS dapat diproses dengan teknik injection molding atau extrusion untuk menghasilkan bentuk produk yang sesuai dengan kebutuhan klinis. TPS yang dicampur dengan polimer poli(laktat) (PLA) dan ditambahkan dengan antimikroba alami seperti minyak kayu putih menunjukkan efektivitas sebagai pelindung luka (wound dressing) dengan sifat antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (9). Lebih jauh lagi, bioplastik pati telah digunakan sebagai bahan dasar untuk scaffolding dalam rekayasa jaringan (tissue engineering). Dalam aplikasi ini, bioplastik dimanfaatkan sebagai struktur poros (porous structure) tempat sel-sel tubuh dapat tumbuh dan beregenerasi. Struktur tiga dimensi dari TPS yang diperkuat dengan nanokristal selulosa atau gelatin memungkinkan difusi nutrisi dan pertumbuhan sel yang optimal. Misalnya, scaffold berbasis TPS-gelatin diketahui mampu mendukung pertumbuhan fibroblas kulit dan menunjukkan laju degradasi yang sesuai dengan regenerasi jaringan lunak, menjadikannya kandidat kuat untuk aplikasi kulit buatan atau perbaikan luka kronis (5).



Selain itu, sifat biodegradabilitas bioplastik pati juga dimanfaatkan untuk sistem penghantaran obat (drug delivery systems). Dalam sistem ini, bioplastik pati digunakan sebagai matriks polimerik untuk mengontrol pelepasan obat secara lambat dan terarah di dalam tubuh. Dengan teknik modifikasi silang menggunakan asam sitrat atau boraks, material ini dapat menahan degradasi dalam waktu tertentu sebelum akhirnya terurai secara alami. Misalnya, pati termodifikasi digunakan sebagai mikrokapsul untuk penghantaran insulin oral, menunjukkan pelepasan obat yang stabil di lingkungan lambung dan usus kecil (4). Namun demikian, penerapan bioplastik dalam bidang medis memerlukan standar biokompatibilitas dan sterilitas yang tinggi. Oleh karena itu, modifikasi permukaan, penambahan agen antimikroba alami, dan pemurnian bahan baku menjadi krusial untuk memastikan tidak adanya kontaminasi atau reaksi imunologis yang merugikan. Proses sterilitas seperti radiasi gamma atau autoklaf juga harus diujikan kompatibilitasnya terhadap sifat dasar bioplastik, agar tidak menyebabkan degradasi struktur molekul.

Dari segi lingkungan dan ekonomi, penggunaan bioplastik berbasis pati dalam bidang medis juga dinilai strategis dalam mengurangi limbah medis plastik yang sulit didaur ulang, terutama limbah infeksius yang hanya bisa dibakar. Dengan menggunakan bahan yang terurai secara alami, maka volume limbah berbahaya dapat ditekan, dan sistem pengelolaan limbah rumah sakit menjadi lebih berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan agenda global green hospital dan sistem pelayanan kesehatan berbasis lingkungan yang kini dikembangkan di berbagai negara. Seiring berkembangnya teknologi biomaterial, bioplastik dari pati diprediksi akan semakin mendapat tempat dalam sektor medis, terutama di negara berkembang yang memiliki akses luas terhadap sumber pati lokal seperti singkong, jagung, dan ubi jalar. Dengan inovasi yang terus berjalan pada aspek formulasi, penguatan material, serta sistem penghantaran dan degradasi terkendali, aplikasi bioplastik pati di bidang medis akan terus berkembang sebagai solusi material yang tidak hanya fungsional, tetapi juga berkelanjutan.



Dalam industri medis yang menuntut standar higienis tinggi, kebutuhan akan pembungkus steril untuk alat medis sekali pakai menjadi sangat penting. Pembungkus ini tidak hanya harus menjaga kesterilan alat hingga saat digunakan, tetapi juga harus memiliki ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan tekanan. Inovasi dalam material pembungkus telah berkembang menuju penggunaan bahan-bahan yang ramah lingkungan, namun tetap mempertahankan kekuatan dan sifat isolatifnya terhadap kontaminasi mikroorganisme. Dengan demikian, pembungkus steril modern tidak hanya menjadi bagian dari protokol keamanan medis, tetapi juga berkontribusi terhadap pengurangan limbah medis yang sulit terurai.

Di sisi lain, pengembangan bahan farmasi juga mengalami kemajuan signifikan, terutama dalam hal bahan pembentuk kapsul obat. Salah satu inovasi yang menonjol adalah penggunaan bahan berbasis pati yang dirancang khusus agar dapat larut secara sempurna dalam tubuh manusia. Formulasi ini memungkinkan pelepasan zat aktif secara terkontrol dan efisien,

mendukung efektivitas pengobatan dan meningkatkan kenyamanan pasien. Kapsul berbahan dasar pati ini juga menjadi alternatif ideal bagi konsumen dengan preferensi produk non-hewani atau yang memiliki sensitivitas terhadap gelatin.

Lebih dari sekadar tren, kedua inovasi ini mencerminkan respons industri terhadap kebutuhan akan produk medis yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan. Integrasi antara bioteknologi, rekayasa material, dan prinsip keberlanjutan mendorong terciptanya solusi baru yang mampu menjawab tantangan dunia medis modern, baik dari sisi kesehatan maupun lingkungan.

## 5. Produk Sekali Pakai

Produk sekali pakai yang terbuat dari bioplastik pati kini menjadi solusi inovatif untuk menggantikan penggunaan plastik konvensional yang berbahaya bagi lingkungan. Sedotan minuman, piring, dan gelas sekali pakai dari bahan bioplastik pati ini semakin populer di berbagai restoran dan acara publik. Selain ramah lingkungan, produk-produk ini juga memiliki kualitas yang tidak kalah dengan plastik sekali pakai biasa, tetapi



dengan dampak lingkungan yang jauh lebih rendah. Bioplastik pati, yang umumnya terbuat dari bahan dasar tanaman seperti jagung, kentang, atau singkong, memiliki keunggulan dalam hal biodegradabilitas, yang berarti produk ini dapat terurai dengan cepat di alam tanpa meninggalkan jejak mikroplastik.

Restoran dan tempat makan kini banyak beralih menggunakan produk sekali pakai berbahan bioplastik ini sebagai bagian dari komitmen mereka terhadap keberlanjutan dan pengurangan sampah plastik. Gelas, piring, dan sedotan yang terbuat dari bioplastik pati memungkinkan konsumen menikmati makanan dan minuman dengan lebih nyaman tanpa merasa khawatir akan dampak buruk terhadap lingkungan. Selain itu, penggunaan produk ini di acara publik seperti festival, pertemuan, dan konferensi juga menjadi pilihan yang semakin populer, karena semakin banyak orang yang peduli terhadap isu lingkungan dan ingin berkontribusi dalam mengurangi polusi plastik.

Kelebihan utama dari produk sekali pakai berbahan bioplastik pati adalah kemampuannya untuk terurai secara alami. Dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan plastik biasa, produk ini akan

terdegradasi dan tidak meninggalkan jejak berbahaya. Dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan, penggunaan produk bioplastik ini menjadi langkah positif yang dapat diambil untuk mengurangi dampak negatif plastik terhadap ekosistem.

Dengan perkembangan teknologi yang terus berkembang, produk sekali pakai berbahan bioplastik pati kini juga tersedia dalam berbagai bentuk dan desain yang lebih menarik. Restoran dan penyelenggara acara dapat memilih produk yang sesuai dengan tema dan estetika yang diinginkan tanpa harus mengorbankan prinsip keberlanjutan. Hal ini menjadikan produk bioplastik pati tidak hanya praktis, tetapi juga memberikan nilai tambah dari segi desain dan penggunaan yang fleksibel. Sebagai tambahan, produk-produk ini juga mendukung perkembangan ekonomi hijau, karena sebagian besar bahan baku bioplastik pati berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, memberikan dampak positif terhadap industri pertanian lokal.



Bioplastik yang terbuat dari pati memiliki beberapa kelebihan yang menjadikannya alternatif menarik bagi plastik konvensional. Salah satu keunggulan utamanya adalah penggunaan bahan baku yang berasal dari sumber daya terbarukan, seperti jagung, singkong, atau kentang. Sumber daya ini dapat diproduksi kembali dalam waktu yang relatif singkat, berbeda dengan plastik konvensional yang berasal dari minyak bumi, sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Dengan demikian, bioplastik dari pati berkontribusi pada keberlanjutan dan pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

Selain itu, bioplastik pati memiliki sifat terurai secara alami atau biodegradable. Ini berarti bahwa bioplastik dapat terdekomposisi dengan mudah oleh mikroorganisme di lingkungan, sehingga tidak menumpuk di tempat pembuangan sampah atau mencemari ekosistem. Salah satu dampak positifnya adalah kemampuannya untuk mengurangi dampak negatif plastik terhadap lingkungan, terutama di lautan. Plastik konvensional yang terbuang di laut sering kali mencemari kehidupan laut, menyebabkan ancaman bagi hewan laut yang dapat terperangkap atau

mengonsumsi sampah plastik. Bioplastik pati, karena sifat ramah lingkungan ini, lebih aman bagi kehidupan laut dan mikroorganisme yang ada di perairan.

Namun, meskipun bioplastik dari pati menawarkan banyak kelebihan, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi dalam penggunaannya. Salah satunya adalah harga produksi yang masih relatif lebih mahal dibandingkan dengan plastik konvensional. Hal ini terutama disebabkan oleh biaya bahan baku yang lebih tinggi serta proses produksi yang masih memerlukan riset dan pengembangan untuk meningkatkan efisiensi. Meskipun potensi pasar untuk bioplastik terus berkembang, biaya ini bisa menjadi penghalang dalam adopsi secara luas, terutama bagi industri yang mengutamakan biaya produksi rendah.

Selain itu, ketahanan bioplastik dari pati terhadap air dan suhu tinggi masih terbatas jika dibandingkan dengan plastik konvensional. Untuk meningkatkan performa bioplastik, seringkali diperlukan modifikasi kimia tambahan yang dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan produk. Namun, ini bisa menambah biaya produksi dan menyulitkan untuk mengkomersialkan bioplastik dalam skala yang lebih besar. Oleh karena itu,



meskipun bioplastik dari pati menawarkan solusi ramah lingkungan yang menjanjikan, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengatasi tantangan teknis dan ekonomi tersebut.





## BAB 5

# Tantangan dan Peluang

### A. Tantangan dalam produksi bioplastik dari pati

Tantangan dalam produksi bioplastik dari pati dapat ditemukan pada beberapa aspek teknis dan ekonomi yang perlu diatasi untuk mengoptimalkan proses dan menghasilkan produk yang kompetitif di pasar. Salah satu tantangan utama adalah ketersediaan bahan baku pati itu sendiri. Pati sering kali berasal dari tanaman seperti jagung, singkong, dan kentang, yang rentan terhadap fluktuasi harga dan ketersediaan karena ketergantungan pada musim dan faktor lingkungan. Selain itu, keberlanjutan bahan baku tersebut dapat terpengaruh oleh perubahan iklim, yang dapat mempengaruhi hasil panen tanaman tersebut, sehingga meningkatkan ketidakpastian dalam pasokan.

Selain itu, dalam proses produksi bioplastik dari pati, tantangan teknis terkait dengan pemrosesan pati menjadi bioplastik yang memiliki sifat fisik yang baik perlu diatasi. Pati memiliki sifat hidrofilik yang dapat membuatnya mudah terurai dalam air, yang membatasi penggunaannya dalam produk plastik yang tahan lama. Oleh karena itu, pengembangan teknologi untuk memperbaiki sifat mekanik dan ketahanan terhadap kelembapan dari bioplastik berbasis pati sangat diperlukan. Beberapa solusi yang sudah dicoba antara lain adalah modifikasi kimia atau pencampuran pati dengan bahan lain seperti karet alam atau resin biobased lainnya untuk meningkatkan kualitas produk akhir.

Tantangan lainnya terletak pada biaya produksi. Meskipun bioplastik dianggap lebih ramah lingkungan, biaya produksinya sering kali lebih tinggi dibandingkan dengan plastik konvensional berbasis minyak bumi. Bioplastik dari pati, misalnya, sering kali memerlukan lebih banyak energi dan proses tambahan untuk menghasilkan plastik yang cukup kuat dan tahan lama. Hal ini dapat membuat harga jual bioplastik lebih tinggi, sehingga membatasi daya saingnya di pasar yang didominasi oleh plastik sintetis yang lebih murah. Oleh

karena itu, penelitian dan inovasi untuk menurunkan biaya produksi, serta upaya untuk meningkatkan efisiensi proses, menjadi sangat penting dalam memajukan industri bioplastik.

Meskipun bioplastik berbasis pati semakin mendapatkan perhatian sebagai solusi alternatif terhadap kemasan makanan berbahan dasar plastik konvensional, penggunaannya masih menghadapi berbagai tantangan yang cukup signifikan, baik dari segi teknis, ekonomi, maupun lingkungan. Salah satu kendala utama yang kerap dijumpai adalah sifat alami pati yang hidrofilik, atau mudah menyerap air. Sifat ini membuat bioplastik pati cenderung tidak tahan terhadap kelembaban dan cairan, yang tentu menjadi kendala dalam pengemasan makanan berair atau produk yang disimpan dalam kondisi lembap. Hal ini dapat menurunkan kekuatan mekanik kemasan dan mempercepat kerusakan struktur material. Untuk mengatasi sifat hidrofilik ini, berbagai pendekatan telah dikembangkan. Salah satunya adalah melalui modifikasi kimia seperti esterifikasi, crosslinking dengan senyawa seperti asam sitrat, atau penambahan zat aditif hidrofobik seperti lilin lebah dan resin alam. Selain itu,



kombinasi pati dengan polimer lain seperti PLA, polivinil alkohol (PVA), atau kitosan juga terbukti mampu meningkatkan ketahanan terhadap kelembaban dan memperpanjang masa simpan makanan.

Selain isu ketahanan terhadap air, bioplastik pati juga memiliki keterbatasan dari sisi sifat mekanik. Film bioplastik murni dari pati umumnya memiliki kekuatan tarik yang rendah dan kurang elastis, sehingga tidak sesuai untuk aplikasi pengemasan yang membutuhkan fleksibilitas atau daya tahan tinggi terhadap tekanan mekanis. Untuk meningkatkan performa mekanik ini, para peneliti telah memanfaatkan nanoteknologi, khususnya dengan menambahkan nanofiller seperti nanokristal selulosa, montmorillonit, atau nanopartikel silika. Penambahan bahan-bahan tersebut terbukti mampu memperbaiki kekuatan tarik dan elastisitas material secara signifikan. Di sisi lain, penggunaan plasticizer seperti gliserol, sorbitol, dan polietilen glikol juga membantu meningkatkan fleksibilitas film pati sehingga lebih mudah dibentuk dan digunakan dalam berbagai jenis pengemasan.

Keterbatasan lain yang menjadi sorotan adalah kemampuan bioplastik pati dalam menghalangi

masuknya oksigen dan uap air. Sifat penghalang (barrier properties) ini penting untuk menjaga mutu dan kesegaran produk makanan, khususnya yang rentan terhadap oksidasi. Untuk itu, berbagai solusi telah ditawarkan, mulai dari pembuatan struktur multilapis (multilayer) dengan bahan pelapis dari protein, lipid, atau nanopartikel, hingga rekayasa struktur polimer secara kimia untuk mengecilkan ukuran pori-pori matriks dan memperlambat difusi molekul gas ke dalam kemasan.

Dari aspek pemrosesan, pati murni juga memiliki keterbatasan karena titik lelehnya yang rendah dan kestabilan termal yang buruk. Hal ini menyulitkan penggunaannya dalam proses industri konvensional seperti ekstrusi atau injeksi. Namun, pengembangan pati TPS yang dihasilkan dengan menambahkan plasticizer, telah membuka peluang bagi bioplastik pati untuk diolah menggunakan teknologi produksi massal yang umum digunakan industri plastik saat ini. Penggabungan dengan polimer biodegradable lainnya seperti PLA juga dapat meningkatkan stabilitas termal serta memperluas rentang aplikasi produk.



Secara ekonomi, salah satu tantangan terbesar adalah biaya produksi bioplastik pati yang masih relatif tinggi dibandingkan plastik berbasis petrokimia. Tingginya biaya ini disebabkan oleh keterbatasan skala produksi, teknologi yang masih dalam tahap berkembang, dan kompetisi dengan sektor pangan, terutama jika sumber pati yang digunakan berasal dari bahan pangan utama seperti jagung atau singkong. Untuk mengatasi hal ini, pemanfaatan limbah pertanian seperti tongkol jagung, kulit singkong, atau limbah umbi-umbian sebagai sumber pati alternatif mulai dikembangkan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi biaya bahan baku, tetapi juga mendukung prinsip ekonomi sirkular dan pengurangan limbah.

Di sisi keamanan dan ketahanan biologis, bioplastik berbasis pati cenderung lebih mudah terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga berisiko mengalami kontaminasi mikroba sebelum waktunya. Untuk menjawab tantangan ini, penambahan agen antimikroba alami seperti minyak atsiri, ekstrak rempah-rempah, atau nanopartikel logam seperti perak telah diterapkan dalam formulasi bioplastik. Teknik ini selain memperpanjang umur simpan kemasan, juga dapat

meningkatkan keamanan pangan. Secara keseluruhan, meskipun bioplastik pati menghadapi sejumlah kendala teknis dan ekonomis, berbagai penelitian dan inovasi yang terus berkembang menunjukkan bahwa tantangan-tantangan tersebut dapat diatasi melalui pendekatan multidisipliner. Dengan sinergi antara pengembangan material, teknologi pemrosesan, serta dukungan kebijakan dan kesadaran konsumen, bioplastik pati sangat berpotensi menjadi solusi utama dalam sistem kemasan makanan yang ramah lingkungan di masa depan.

Dengan berbagai tantangan tersebut, pengembangan bioplastik dari pati memerlukan pendekatan yang holistik, melibatkan riset tentang bahan baku yang lebih efisien, teknologi pengolahan yang lebih ramah lingkungan, serta strategi pemasaran yang dapat meningkatkan adopsi bioplastik meskipun ada tantangan biaya.

## **B. Tantangan dan Solusi Penggunaan Bioplastik Pati dalam Industri Tekstil**

Penggunaan bioplastik berbasis pati dalam industri tekstil menawarkan solusi yang menarik untuk



mengurangi ketergantungan pada material sintetis berbasis petrokimia. Namun, implementasinya di sektor ini masih menghadapi berbagai tantangan teknis dan praktis yang memerlukan inovasi berkelanjutan. Meskipun bersifat biodegradable, bersumber dari material terbarukan, dan berpotensi mendukung prinsip ekonomi sirkular, bioplastik pati masih memerlukan peningkatan dalam hal kinerja dan kompatibilitas dengan proses industri tekstil modern.

Salah satu tantangan utama adalah ketahanan mekanik dan fleksibilitas bioplastik pati yang masih terbatas bila dibandingkan dengan serat sintetis konvensional seperti poliester atau nilon. Pati, sebagai polimer alami, memiliki sifat rapuh dan mudah patah ketika digunakan tanpa modifikasi. Hal ini menyulitkan penerapannya dalam produksi serat tekstil yang memerlukan kekuatan tarik dan ketahanan aus tinggi. Untuk mengatasi kelemahan ini, pendekatan seperti pencampuran (blending) dengan polimer biodegradable lain seperti poli(laktat) (PLA), poli(butilen adipat-kotereftalat) (PBAT), atau PCL telah dilakukan. Misalnya pencampuran TPS dan PLA dengan perbandingan tertentu menghasilkan serat dengan kekuatan tarik

meningkat hingga 40%, mendekati standar tekstil non-woven.

Tantangan kedua berkaitan dengan sifat hidrofilik atau daya serap air yang tinggi dari pati, yang menyebabkan tekstil berbasis bioplastik mudah lembap, kehilangan kekuatan, serta rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur. Dalam konteks tekstil, di mana produk harus tahan terhadap pencucian dan paparan kelembaban, karakter ini menjadi hambatan besar. Untuk menanggulangnya, modifikasi struktur kimia dilakukan melalui proses seperti asetilasi, crosslinking dengan asam sitrat, atau penggabungan dengan bahan hidrofobik seperti lilin alami dan nanopartikel silika. Sebuah studi dari Takribiah et al. (17) menunjukkan bahwa penambahan 5% nanopartikel ZnO pada film pati menghasilkan peningkatan resistensi air sebesar 60%, sekaligus menambah sifat antimikroba yang penting dalam aplikasi tekstil rumah tangga dan pakaian olahraga.

Selanjutnya, stabilitas termal bioplastik pati yang rendah juga menjadi kendala dalam proses manufaktur tekstil yang melibatkan suhu tinggi, seperti pemintalan leleh (melt spinning) dan pelapisan kain. Suhu leleh pati



murni yang rendah ( $\pm 160^{\circ}\text{C}$ ) menyebabkan degradasi dini saat diproses dalam mesin tekstil industri. Untuk mengatasi ini, dilakukan transformasi pati menjadi bentuk thermoplastik starch (TPS) dengan penambahan plasticizer seperti gliserol atau sorbitol. Selain itu, kombinasi dengan polimer berdensitas termal tinggi seperti PLA atau PCL juga membantu meningkatkan titik leleh dan viskositas larutan sehingga memungkinkan pemrosesan yang lebih stabil. Dari sisi produksi dan biaya, biaya pembuatan bioplastik berbasis pati masih relatif tinggi, terutama pada tahap pasca-produksi seperti pengeringan, pencetakan serat, dan finishing. Tantangan ini diperparah dengan skala produksi yang belum sebanding dengan plastik konvensional. Namun, solusi yang semakin berkembang adalah dengan menggunakan sumber pati dari limbah pertanian seperti kulit singkong, tongkol jagung, dan sisa pengolahan umbi-umbian. Pendekatan ini tidak hanya menurunkan biaya bahan baku, tetapi juga mendukung prinsip zero waste dalam industri tekstil. Sebuah proyek kolaboratif menunjukkan bahwa bioplastik dari limbah pati kulit singkong dapat digunakan untuk membuat pelapis serat

linen, dengan biaya produksi 30% lebih murah dibandingkan menggunakan pati makanan grade.

Terakhir, perlu dicermati juga daya tahan dan umur pakai dari material tekstil berbasis bioplastik pati yang masih lebih pendek dibandingkan tekstil konvensional. Meskipun hal ini merupakan keunggulan dalam konteks biodegradasi, namun untuk aplikasi tekstil tahan lama seperti karpet, kain industri, atau busana luar ruang, diperlukan peningkatan ketahanan jangka panjang. Beberapa pendekatan terkini mengembangkan teknologi multilayer atau pelapis tambahan dari kitosan, gelatin, atau resin alam untuk menambah durabilitas tanpa mengorbankan sifat biodegradable-nya.

Dengan berbagai upaya modifikasi dan rekayasa bahan, banyak tantangan teknis bioplastik pati yang mulai teratasi. Kombinasi pendekatan teknologi (blending, modifikasi kimia, penggunaan nanomaterial) dan strategi sumber daya (penggunaan limbah pertanian, efisiensi biaya produksi) memberikan peluang besar bagi bioplastik pati untuk terintegrasi dalam industri tekstil berkelanjutan. Dalam jangka panjang, investasi pada riset dan hilirisasi teknologi



menjadi kunci untuk menjadikan material ini kompetitif dan aplikatif dalam skala industri.

### **C. Peluang pengembangan bioplastik dari pati**

Pengembangan bioplastik dari pati menjadi salah satu solusi inovatif untuk mengurangi dampak negatif plastik konvensional terhadap lingkungan. Pati, sebagai bahan yang melimpah dan dapat terurai secara alami, memiliki potensi besar untuk menjadi bahan dasar pembuatan bioplastik yang ramah lingkungan. Proses pembuatan bioplastik berbasis pati tidak hanya menggunakan bahan yang terbarukan tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang umumnya digunakan dalam pembuatan plastik tradisional.

Pati yang diperoleh dari tanaman seperti jagung, singkong, atau kentang dapat diolah menjadi plastik dengan menggunakan teknologi yang sudah tersedia. Keunggulan utama dari bioplastik berbasis pati adalah sifat biodegradabilitasnya, yang memungkinkan produk ini terurai lebih cepat di alam tanpa mencemari lingkungan. Selain itu, bioplastik ini juga dapat diproduksi dengan biaya yang relatif rendah,

menjadikannya pilihan yang menarik untuk menggantikan plastik berbahan baku petroleum, terutama di sektor kemasan (Gambar 38), alat sekali pakai, dan industri lainnya.



Gambar 38. Peralatan makanan dari bioplastik  
(<https://qualityinspection.org/wp-content/uploads/2020/03/AdvantagesofBioplasticsvs.DisadvantagesMemoforProductDesigners.jpg>)

Di sisi lain, pengembangan bioplastik dari pati juga membuka peluang untuk menciptakan industri baru yang berkelanjutan. Proses produksi yang memanfaatkan hasil pertanian lokal tidak hanya mendukung ketahanan pangan, tetapi juga memberikan nilai tambah bagi petani dan ekonomi lokal. Dengan semakin meningkatnya kesadaran tentang pentingnya keberlanjutan, permintaan terhadap bioplastik yang

ramah lingkungan diprediksi akan terus meningkat. Oleh karena itu, investasi dalam riset dan pengembangan teknologi bioplastik dari pati dapat menjadi langkah strategis untuk mendukung transisi menuju ekonomi hijau dan mengurangi jejak karbon dari penggunaan plastik konvensional.

Peluang lainnya terletak pada inovasi yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kualitas dan fungsionalitas bioplastik pati, seperti penguatan sifat mekaniknya, ketahanan terhadap air, atau pengembangan bioplastik yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Dengan kolaborasi antara sektor riset, industri, dan pemerintah, pengembangan bioplastik dari pati memiliki potensi untuk bertransformasi menjadi salah satu pilar utama dalam mengatasi masalah polusi plastik global dan mencapai keberlanjutan lingkungan.



# DAFTAR PUSTAKA

- Abdorreza, M. N., et al. (2011). *Effect of plasticizer on biodegradable films made from starch*. Food Hydrocolloids, 25(5), 1251-1255.
- Adeyeye SAO, Babu AS. Current Research in Nutrition and Food Science Starch Nanocrystal and its Food Packaging Applications. Curr Res Nutr Food Sci. 2023;11(1).
- Anggraini, N., & Puspitasari, D. (2015). *Bioplastik dari Pati Gadung Termodifikasi*. Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia, 6(1), 30-37.
- Anugrah, W. D., & Putri, D. (2022). *Inovasi Bioplastik dari Pati Gembili sebagai Solusi Ramah Lingkungan*. Jurnal Agroindustri Indonesia, 13(1), 35-42.
- Arifin, Z. (2021). *Teknologi Pengolahan Pati untuk Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arista, D., et al. (2021). *Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Kekuatan Tarik Bioplastik dari Pati*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 32(2), 108-114.
- Asmat-Campos, D., Rojas, M. L., Carreño-Ortega, A., & Raquel-Checca, N. (2025). Enhancement of thermal stability, UV barrier, biodegradability, and moisture



resistance of potato starch–agar bioplastics using biogenic TiO<sub>2</sub> nanoparticles. *Polymer Testing*, 149, 108868.

<https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2025.108868>

Astuti, R. (2016). *Pembuatan Bioplastik dari Pati Ganyong*. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 11(2), 85-92.

Avérous, L. (2004). *Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: A review*. *Journal of Macromolecular Science*, 44(3), 231-274.

Bastioli, C. (2005). *Biodegradable materials—Present situation and future perspectives*. *Macromolecular Symposia*, 224(1), 17-24.

Bikiaris, D. (2013). *Biodegradable bioplastics based on renewable resources*. *European Polymer Journal*, 49(5), 1287-1303.

Diniyati, D. (2014). *Pembuatan Bioplastik dari Campuran Pati Kentang dan Pati Jagung*. *Jurnal Kimia*, 8(2), 79-86.

Fama, L., et al. (2006). *Starch-based biodegradable films for food packaging*. *Food Hydrocolloids*, 20(6), 835-842.



- Firmansyah, M. I., & Adilla, V. (2019). Pembuatan Bioplastik dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dan Filler Kitosan. *Jurnal Teknologi Mesin*, 7(1), 11–18. Retrieved from <https://publikasi-mercubuana.ac.id/index.php/jtm/article/view/1185>
- Fitriani, E., & Mulyani, S. (2018). *Pembuatan Bioplastik dari Pati Ubi Jalar dan Pengaruhnya terhadap Ketahanan Air*. *Jurnal Kimia VALENSI*, 4(1), 12-19.
- Garavito J, Peña-venegas CP. Production of Starch-Based Flexible Food Packaging in Developing Countries : Analysis of the Processes , Challenges , and Requirements. *Foods*. 2024;13:1–24.
- Garcia L, Cabrera-barjas G, Soria-hern CG, Castaño J, Guadarrama-lezama AY, Rodr S. Progress in Starch-Based Materials for Food Packaging Applications. *Polysaccharides*. 2022;3:136–77.
- Ghasemlou, M., Barrow, C. J., & Adhikari, B. (2024). The future of bioplastics in food packaging: An industrial perspective. *Food Packaging and Shelf Life*, 43, 101279. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101279>



- Hamzah, A., & Rahman, A. (2020). *Bioplastik Berbasis Pati Sagu dan Nanokitosan*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 9(1), 10-16.
- Hidayat, W., et al. (2014). *Pembuatan Bioplastik dari Pati Talas*. Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan, 10(4), 187-192.
- Hossain, M. T., Shahid, M. A., Akter, S., Ferdous, J., Afroz, K., Refat, K. R. I., Faruk, O., Jamal, M. S. I., Uddin, M. N., & Samad, M. A. Bin. (2024). Cellulose and starch-based bioplastics: a review of advances and challenges for sustainability. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 63(10), 1329–1349.
- Huang, S., Dong, Q., Che, S., Li, R., & Tang, K. H. D. (2025). Bioplastics and biodegradable plastics: A review of recent advances, feasibility and cleaner production. *Science of The Total Environment*, 969, 178911. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178911>
- Ibrahim, M. I., et al. (2012). *Preparation and properties of starch-based bioplastics using different plasticizers*. International Journal of Engineering and Technology, 2(5), 345-350.
- Jannah NR, Jamarun N, Putri YE. Production of Starch-Based Bioplastic from Durio zibethinus Murr Seed

- Using Glycerol as Plasticizer. J Ris Kim. 2021;159–65.
- Kalambur, S., & Rizvi, S. S. H. (2005). *Starch-based biodegradable polymers*. *Advances in Polymer Technology*, 24(4), 325-334.
- Kunanopparat, T., et al. (2012). *Starch-based biodegradable films with improved mechanical properties*. *Journal of Applied Polymer Science*, 124(5), 3373–3380.
- Kurniawati, L. (2021). *Pati sebagai Bahan Baku Bioplastik: Potensi dan Pengembangan Teknologi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kusumawati R, Hanif A, Abdullah D, Nissa RC, Firdiana B, Handayani R, et al. Physical Properties of Biodegradable Chitosan-Cassava Starch Based Bioplastic Film. *Sci Technol Indones*. 2025;10(1).
- La Fuente, C. I. A., do Val Siqueira, L., Augusto, P. E. D., & Tadini, C. C. (2022). Casting and extrusion processes to produce bio-based plastics using cassava starch modified by the dry heat treatment (DHT). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 75, 102906. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102906>



- Lestari, Y., & Subagyo, H. (2010). *Pembuatan Bioplastik dari Pati Beras*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 20(2), 25-32.
- Li, C. (2022). Recent progress in understanding starch gelatinization - An important property determining food quality. Carbohydrate Polymers, 293, 119735. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119735>
- Ma, X., et al. (2005). *Preparation and properties of biodegradable thermoplastic starch composite*. Polymer Degradation and Stability, 88(3), 469-474.
- Mali, S., et al. (2006). *Starch-based films: Characterization and mechanical properties*. Carbohydrate Polymers, 65(3), 375-382.
- Marisya, M., & Arista, D. (2019). *Bioplastik dari Pati Singkong Termodifikasi dengan Penambahan Gliserol*. Jurnal Teknik ITS, 8(2), F77-F80.
- Moon, G. Y., Youn, H. S., Kim, G. H., & Um, B. H. (2025). Effect and characterization comparison of various deep eutectic solvent types in pretreatment of lignocellulosic biomass and bioplastic production. Industrial Crops and Products, 225, 120452. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120452>

Moshood, T. D., Nawanir, G., Mahmud, F., Mohamad, F., Ahmad, M. H., & AbdulGhani, A. (2022). Biodegradable plastic applications towards sustainability: A recent innovations in the green product. *Cleaner Engineering and Technology*, 6, 100404.

<https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100404>

Nayanathara Thathsarani Pilapitiya, P. G. C., & Ratnayake, A. S. (2024). The world of plastic waste: A review. *Cleaner Materials*, 11, 100220.

<https://doi.org/10.1016/j.clema.2024.100220>

Nazrin, A., Ilyas, R. A., Rajeshkumar, L., Hazrati, K. Z., Jamal, T., Mahardika, M., Aisyah, H. A., Atiqah, A., & Radzi, A. M. (2025). Lignocellulosic fiber-reinforced starch thermoplastic composites for food packaging application: A review of properties and food packaging abetted with safety aspects. *Food Packaging and Shelf Life*, 47, 101431.

Ningsih, H., & Suprpto, Y. (2019). *Pemanfaatan Limbah Pati dalam Produksi Bioplastik*. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 7(1), 59-66.

Ningtyas, K. D. (2020). Pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar komposit pati sukun



(*Artocarpus altilis*) dan ampas tebu (bagasse) dengan plasticizer gliserol (Skripsi, Universitas Jenderal Soedirman). Universitas Jenderal Soedirman.

Nogueira, B. R., Backx, B. P., & Delazare, T. (2025). Starch, pectin and chitosan-based bioplastics with silver nanoparticles: An eco-friendly alternative for the food industry. *Sustainable Chemistry for the Environment*, 10, 100246. <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2025.100246>

Oktaviani, N., & Salamah, R. (2021). *Bioplastik dari Pati Jagung: Studi Kelayakan untuk Skala Industri*. *Jurnal Agroindustri*, 10(2), 66-74.

Parra, D. F., et al. (2004). *Mechanical properties and water vapor transmission in starch-based films*. *Carbohydrate Polymers*, 58(4), 475-481.

Parveen, N., Naik, S. V. C. S., Vanapalli, K. R., & Sharma, H. B. (2024). Bioplastic packaging in circular economy: A systems-based policy approach for multi-sectoral challenges. *Science of The Total Environment*, 945, 173893. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173893>

- Prasetyo, A., & Fitriani, A. (2015). *Pemanfaatan Pati Sagu sebagai Bahan Dasar Bioplastik*. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 8(1), 65-72.
- Pratama, A. (2020). *Teknologi Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati untuk Kemasan Ramah Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Teknologi.
- Ramadhan, A., & Alfian, R. (2018). *Studi Eksperimen Bioplastik dari Ubi Kayu*. Jurnal Sains dan Teknologi, 18(1), 23-28.
- Rashwan, A. K., Younis, H. A., Abdelshafy, A. M., Osman, A. I., Eletmany, M. R., Hafouda, M. A., & Chen, W. (2024). Plant starch extraction, modification, and green applications: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 22(5), 2483–2530. <https://doi.org/10.1007/s10311-024-01753-z>
- Reddy, N., & Yang, Y. (2010). *Bioplastics from renewable resources: Preparation and applications*. Trends in Biotechnology, 28(3), 137-145.
- Rofiq, M. N., & Hidayat, T. (2020). *Pengaruh Konsentrasi Pati dan Gliserol terhadap Sifat Mekanik Bioplastik*. Jurnal Teknologi dan Rekayasa, 15(2), 44-50.



- Sanyang, M. L., et al. (2015). *Characterization of starch-based biodegradable films: A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 559-567.
- Saputri, R. D., & Ramadhan, H. (2011). *Pembuatan Bioplastik dari Pati Bonggol Pisang*. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 8(1), 40-47.
- Sari, D. (2022). *Teknologi dan Aplikasi Bioplastik Berbasis Pati: Inovasi dalam Industri Ramah Lingkungan*. Surabaya: Penerbit UMM.
- Shogren, R. L., et al. (2011). *Biodegradable starch-based plastics: The effect of formulation and processing*. *Industrial Crops and Products*, 33(3), 733-740.
- Singh, N., et al. (2008). *Bioplastics from starch: Processing, properties, and applications*. *Carbohydrate Polymers*, 73(3), 379-387.
- Siregar, N. F., & Nainggolan, M. (2013). *Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Bioplastik dari Pati Aren*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 35-41.
- Sorrentino, A., et al. (2007). *Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications*. *Trends in Food Science & Technology*, 18(2), 84-95.

- Suryani, A., & Rachman, F. (2010). *Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Jagung*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 20(1), 1-8.
- Syafri, E., Kasim, A., Asben, A., Senthamaraikannan, P., & Sanjay, M. R. (2020). Studies on Ramie cellulose microfibrils reinforced cassava starch composite: influence of microfibrils loading. *Journal of Natural Fibers*, 17(1), 122–131. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1470057>
- Tang, X., & Alavi, S. (2011). *Recent advances in starch, polyvinyl alcohol based biodegradable materials for sustainable packaging applications*. *Journal of Polymers and the Environment*, 19(3), 704–716.
- Thakkar, A., Patel, B., Sahu, S. K., Yadav, V. K., Patel, R., Sahoo, D. K., Joshi, M., & Patel, A. (2025). Potato starch bioplastic films reinforced with organic and inorganic fillers: A sustainable packaging alternative. *International Journal of Biological Macromolecules*, 306, 141630. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.141630>
- Tharanathan, R. N. (2005). *Biodegradable films and composite coatings: Past, present, and future*.



Trends in Food Science & Technology, 16(3), 168-175.

Timbuleng N, Naharia O, Gedoan SP, Samuel Y, Rahardiyana D, Moko EM. Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Daluga ( *Cyrtosperma merkusii* ) dengan Cellulose Nano Crystal sebagai Agen Reinforcement sebagai Dasar Pengembangan Food Packaging. *J Sains dan Teknol.* 2023;12(3):633–45.

Tuber, T., & Xanthosoma, S. (2022). The Characteristics of Bioplastic Composites In the Variation of the Ratio Of Pengaruh Konsentrasi Bahan Penguat terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Talas ( *Xanthosoma sagittifolium* ) dan Kitosan The Characteristics of Bioplastic Composites In. June.

Universitas Airlangga. (2022). Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Talas. Retrieved from <https://unair.ac.id/karakterisasi-bioplastik-berbahan-dasar-pati-kulit-talas/>

Universitas Airlangga. (2022, Juni 21). Karakterisasi bioplastik berbahan dasar pati kulit talas. Universitas Airlangga.

<https://unair.ac.id/karakterisasi-bioplastik-berbahan-dasar-pati-kulit-talas/>

- Van Soest, J. J., et al. (2007). *Influence of plasticizers on the mechanical properties of starch-based films*. Journal of Applied Polymer Science, 94(4), 1116-1124.
- Widyaningsih, R., & Susilo, H. (2019). *Pemanfaatan Pati Porang dalam Produksi Bioplastik*. Jurnal Inovasi Teknologi, 6(1), 13-19.
- Wulandari, A., & Yuliasari, R. (2017). *Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan*. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, 5(1), 45-52.
- Yansi, R. R., Primadi, T. R., & Dewantari, A. A. (n.d.). *Sintesis Plastik Biodegradable Berbasis Pati dengan Bio-Plasticizer*. 504–510.
- Yuliani, E. (2022). *Pengaruh Komposisi Pati dan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Ubi Jalar*. UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Retrieved from <https://etheses.uinsgd.ac.id/15666/>
- Zhang, Y., et al. (2013). *Preparation and properties of starch-based biodegradable films reinforced with cellulose nanocrystals*. Carbohydrate Polymers, 96(2), 368–375.



## Biografi Penulis



**Edi Syafri** adalah seorang Guru Besar Tetap Bidang Ilmu dan Teknologi Bahan pada Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian di Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Indonesia, dan juga sebagai Kolaborator Tim Riset di Pusat Kolaborasi Riset Nanoselulosa, Badan Riset dan Inovasi Nasional (PKR-BRIN), Universitas Andalas. Disamping itu beliau juga sebagai Editor in Chief pada Jurnal Internasional: *Journal of Fibers and Polymer Composites* terindeks Copernicus dan Sinta 3. Ia memperoleh gelar Doktor dalam Ilmu Pertanian dari Universitas Andalas, dengan konsentrasi keahliannya dalam ilmu dan teknologi material dengan fokusnya ke biomaterial. Riset beliau saat ini adalah pengembangan inovatif serat nano selulosa, material maju yang menarik banyak perhatian peneliti dengan beragam aplikasi di bidang lingkungan, industri, dan biomedis. Sepanjang karier akademisnya, Profesor Syafri telah memberikan kontribusi substansial bagi literatur ilmiah, menulis lebih dari 54 artikel penelitian di jurnal internasional bereputasi. Karyanya telah dipublikasikan dalam jurnal *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *Journal of Applied Polymer Science*, *International Journal of Biological Macromolecules*, *Journal of Polymers and the Environment*, *Materials Performance and Characterization*, dan *RSC Advances*. ID Scopus: 57196348984



**Nasmi Herlina Sari** adalah seorang Guru Besar dan peneliti yang berdedikasi di bidang material komposit, biomaterial dan natural fibers pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram. Beliau menyelesaikan pendidikan pada Program

Studi S3 Teknik Mesin di Universitas Brawijaya dan telah menunjukkan komitmen yang kuat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan penelitian di bidang material komposit. Pada tahun 2021, Prof. Nasmi Herlina Sari dikukuhkan sebagai Profesor di bidang Teknik Mesin di Universitas Mataram. Sebagai seorang profesor, beliau telah membimbing banyak mahasiswa dan berkontribusi pada pengembangan keilmuan di Universitas Mataram. Penelitian yang dilakukan oleh Prof. Nasmi Herlina Sari berfokus pada pengembangan material berbasis alam yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, termasuk biomaterial berbasis polimer alami dan komposit biomaterial untuk aplikasi medis dan industri. Beliau aktif mempublikasikan karya ilmiahnya di jurnal bereputasi internasional, seperti: *Journal of Natural Fibers*, *Oriental Journal of Chemistry*, *Composites Communications*, *Advances in acoustics and vibration*, *Functional Composites and Structures*, *Polymer composites*, *International Journal of Nanoelectronics & Materials* dll. Profesor Nasmi telah menulis lebih dari 52 artikel penelitian di jurnal internasional terindeks scopus. ID Scopus:57192905081



**Gusliani Eka Putri**, lahir 02 Agustus 1987 di Painan, Padang, Sumatera Barat. Penulis menempuh pendidikan Sarjana di S1 Jurusan Kimia, Universitas Andalas dan Pendidikan Pascasarjana di S2 Kimia Universitas Andalas. Setelah menempuh pendidikan Pascasarjana penulis menjadi Dosen Tetap di Universitas Syedza Saintika (2012-2014). Pada tahun 2014, penulis lulus menjadi Dosen PNS di Lingkungan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) satuan Kerja di Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah X (LLDIKTI X). Pada tahun 2015 LLDIKTI X menempatkan penulis sebagai Dosen DPK di Universitas Syedza Saintika (2015-sekarang). Penulis memperoleh gelar Doktor Ilmu Kimia di Universitas Andalas dengan beasiswa BPPDN Pada tahun 2022. Fokus riset penulis pemanfaatan bahan alam untuk sintesis nanopartikel, modifikasi dan aplikasi dalam bidang biomedis, pertanian dan lingkungan. Sepanjang karier akademisnya, penulis telah memberikan kontribusi substansial bagi literatur ilmiah, menulis artikel penelitian di jurnal internasional bereputasi. Karyanya telah dipublikasikan dalam jurnal Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, Surfaces and Interfaces, South African Journal of Chemical Engineering, Chemistryselect, Indonesian Journal of Chemistry dan Journal of Materials Research and Technology. ID Scopus:57207314177, SINTA ID : 5981805.



# BIOPLASTIK DARI PATI



**RUANG KARYA**

Jl. Martapura Lama km. 07 Kec. Sungai Tabuk. Kel. Sungai Lulut. Kab.  
Banjar. Kalimantan Selatan. Komplek Karya Budi Utama Raya 2. Blok A  
No. 17.

Instagram: @ruangkar\_ya

Whatsapp: 08971169692