

KAJIAN POLIMER *BIODEGRADABLE* DARI PATI BIJI NANGKA DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN KITOSAN

Renaldy Putra Pratama¹

¹Mahasiswa Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email : putrapratama5699@gmail.com

Yovial Mahjoedin ²

²Dosen Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Email: yovial@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Biodegradable plastik adalah plastik yang ramah lingkungan karena cepat terdegradasi oleh mikroorganisme di dalam tanah sehingga tidak mencemari lingkungan. Dalam penelitian ini pati dari biji nangka digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan dalam plastik *biodegradable* karena mudah terdegradasi dan menghasilkan senyawa anorganik yang ramah lingkungan. Penambahan kitosan bertujuan untuk memperkuat daya tarik dan pengujian *biodegradasi*. Pada penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan kitosan terhadap uji tarik dan pengujian *biodegradasi*. Hasil analisa uji tarik pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada komposisi pati 5 gram dan kitosan 5 gram sebesar 2,22 MPa dan terendah pada komposisi pati 3 gram dan kitosan 1,5 gram sebesar 0,33 MPa, Penambahan kitosan meningkatkan kuat uji tarik. Uji *biodegradasi* memperlihatkan bahwa spesimen mengalami penurunan berat selama masa penguburan. Proses ini terjadi karena mikroorganisme dalam tanah mulai memecah ikatan kimia dengan matriks polimer, yang menunjukkan bahwa material tersebut bersifat *biodegradable*.

Kata Kunci: Biji nangka, pati , plastik *biodegradable*, plasticizer gliserol, uji tarik , *biodegradasi*.

ABSTRACT

Biodegradable plastic is environmentally friendly because it degrades quickly by microorganisms in the soil, thus not polluting the environment. In this study, starch from jackfruit seeds was used as the main raw material in the manufacture of biodegradable plastic because it degrades easily and produces environmentally friendly inorganic compounds. Chitosan was added to strengthen the tensile strength and test biodegradability. This study aims to determine the effect of varying chitosan additions on tensile testing and biodegradation testing. The results of the tensile test analysis in this study show that the composition of 5 grams of starch and 5 grams of chitosan produced 2.22 MPa, and the lowest was the composition of 3 grams of starch and 1.5 grams of chitosan, which produced 0.33 MPa. The addition of chitosan increased the tensile strength. The biodegradation test showed that the specimens experienced a decrease in weight during the burial period. This process occurred because

microorganisms in the soil began to break the chemical bonds with the polymer matrix, indicating that the material was biodegradable.

Keywords: Jackfruit seeds, starch, biodegradable plastic, glycerol plasticizer, tensile test, biodegradation.

PENDAHULUAN

Plastik merupakan polimer yang terdiri dari rantai atom yang saling terhubung. Plastik dapat diproses dan dicetak menjadi berbagai produk, seperti film atau serat sintetis. Namun, penggunaan plastik memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, yang dapat menyebabkan pencemaran. Selain itu, kegunaan plastik juga terbatas karena memiliki kekuatan yang rendah, tidak tahan terhadap panas, dan mudah rusak pada suhu rendah. Mengingat beberapa kelemahan plastik berbasis petrokimia, diperlukan pengembangan bahan plastik alternatif yang berasal dari sumber yang mudah diakses, tersedia dalam jumlah besar, serta murah di alam, tetapi tetap mampu menghasilkan produk yang sekuat plastik konvensional. (Harahap, dkk . 2024)

Produk plastik sintetis memerlukan waktu lebih dari 100 tahun untuk terurai sepenuhnya. Selama proses penguraian, partikel-partikel plastik dapat mencemari tanah dan sumber air tanah. Apabila dibakar, limbah plastik dapat menghasilkan asap beracun yang berbahaya bagi kesehatan, terutama jika proses pembakarannya tidak dilakukan dengan baik, sehingga plastik dapat terurai di udara menjadi dioksin. (Anggaraini Fetty, 2022)

Plastik sintetis tidak dapat terurai oleh mikroorganisme, sehingga dikenal sebagai non-Biodegradable. Plastik non-Biodegradable tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan secara alami oleh mikroba pengurai di dalam tanah, yang menyebabkan penumpukan limbah dan berkontribusi pada pencemaran serta kerusakan lingkungan. (Anggaraini Fetty, 2022)

Plastik yang dapat terurai secara alami, yang sering dikenal sebagai bioplastik, dibuat dari bahan yang berasal dari senyawa organik. Biodegradable ini dapat terdegradasi di lingkungan dengan bantuan mikroorganisme dan air. Plastik biodegradable yang terbuat dari tepung atau pati dapat diuraikan oleh bakteri pengurai yang memecah rantai polimernya menjadi monomer. Proses penguraian oleh bakteri ini berkontribusi pada peningkatan unsur hara dalam tanah. Senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh bakteri pengurai tersebut akan meningkatkan kadar karbon dioksida dan air, serta menghasilkan organik lain seperti asam organik dan aldehyd yang ramah lingkungan. (Jaenal dan Ramadhan, 2021)

Pati merupakan salah satu polimer alami yang dihasilkan melalui ekstraksi tanaman, dan dapat digunakan untuk memproduksi material biodegradable karena sifatnya yang ramah lingkungan dan terjangkau (Melani, Herawati, dan Kurniawan, 2018). Pati telah diidentifikasi sebagai sumber bahan baku yang berpotensi untuk mendukung produksi bahan berpori yang ramah lingkungan, seperti aerogel, biofoam, dan bioplastik. Dengan demikian, bahan ini dianggap sebagai bahan hijau dalam konteks ini (Dewi, Sylvia, dan Riza, 2024).

Plastik yang berasal dari pati dianggap lebih ramah lingkungan, sementara plastik konvensional memerlukan waktu sekitar 50 tahun untuk terurai secara alami. Sebaliknya, plastik biodegradable dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. bioplastik, atau

plastik biodegradable, adalah jenis plastik atau polimer yang dapat terurai secara alami dengan mudah, baik melalui aktivitas mikroorganisme maupun pengaruh cuaca seperti kelembapan dan sinar matahari, menjadi air (H₂O), karbon dioksida (CO₂), dan senyawa organik yang tidak mencemari lingkungan (Bani, 2019).

Pati adalah jenis karbohidrat yang ditemukan dalam tanaman, terutama pada tanaman yang mengandung klorofil. Pati berfungsi sebagai cadangan makanan dan dapat ditemukan di biji, batang, serta umbi tanaman. Sejak lama, pati telah digunakan sebagai bahan makanan dan sebagai bahan tambahan dalam produk farmasi. Komposisi amilosa dan amilopektin mempengaruhi sifat pati dari berbagai jenis tanaman. Perbedaan kadar amilosa dan amilopektin ini menyebabkan variasi karakteristik pati di antara tanaman. Amilosa memberikan sifat keras dan menghasilkan warna biru tua saat diuji dengan iodin. Amilosa terdiri dari D-glukosa yang terhubung melalui ikatan α -1,4 glikosidik, membentuk rantai terbuka. Di sisi lain, amilopektin juga terdiri dari D-glukosa, di mana sebagian besar terikat dengan ikatan α -1,4 glikosidik dan sebagian lainnya dengan ikatan α -1,6 glikosidik. (Melani, Herawati, dan Kurniawan, 2018)

Nangka (*Artocarpus heterophyllus* lamk) adalah salah satu jenis buah yang banyak ditanam di daerah tropis, termasuk Indonesia. Tanaman ini terkenal di seluruh dunia dan berasal dari selatan India. Buah nangka memiliki banyak manfaat untuk kesehatan, seperti meningkatkan sistem kekebalan tubuh berkat kandungan vitamin C yang merupakan antioksidan yang sangat baik, kaya akan kalium yang membantu mengatur tekanan darah, serta dapat mengurangi risiko penyakit. (Rakhmawati dan Musdholifah, 2019)

Plasticizer adalah bahan tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan daya tahan suatu material. Bahan ini sangat penting dalam berbagai industri, karena dapat mengubah sifat fisik dari plastik, cat, karet, beton, serta lem atau perekat. Sebagian besar plasticizer tersedia dalam bentuk cair dan biasanya tidak berwarna, meskipun ada juga yang memiliki warna kuning muda hingga kuning cerah. Beberapa contoh plasticizer yang umum digunakan antara lain gliserol, polivinil, alkohol, sorbitol, asam laurat, asam oktanoat, asam laktat, dan trietilen glikol. Plasticizer bekerja sebagai pelarut organik yang ditambahkan ke dalam bahan yang keras atau kaku, sehingga mengurangi gaya intermolekuler pada rantai panjang. Hal ini menyebabkan peningkatan kelenturan, pelunakan, dan pemanjangan pada bioplastik. (Melani, Herawati, dan Kurniawan, 2018)

Gliserol merupakan salah satu plasticizer yang termasuk dalam kategori senyawa hidrofilik, yang terdiri dari alkohol polihidrat. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk mengikat air, meningkatkan viskositas larutan, dan mudah larut dalam air. Gliserol juga berperan dalam mengurangi gaya antar molekul yang ada di sepanjang rantai polimer. (Larasati, dkk. 2024)

Kitosan adalah turunan dari kitin yang diperoleh melalui proses deasetilasi, yaitu penghilangan gugus asetil dari struktur molekulnya. Sebagai polisakarida alami yang paling banyak kedua setelah selulosa, kitosan banyak terdapat pada eksoskeleton organisme invertebrata seperti krustasea dan serangga. Dalam sistem biologis, senyawa ini memiliki peran yang signifikan, terutama sebagai komponen struktural dinding sel dan dalam memberikan perlindungan bagi tubuh organisme tersebut. Kitosan berasal dari bahan organik dan bersifat polielektrolit kation, sehingga memiliki potensi besar sebagai koagulan alami dalam pengolahan air. (Hambali, Wijaya, dan Reski 2017)

Kitosan ini adalah biopolimer alam yang penting dan bersifat polikationik yang ramah lingkungan karena sifatnya biocompatibility, biodegradability, hydrophilicity dan anti bacterial. Penggunaan kitosan sebagai bahan tambahan dalam proses pembuatan bioplastik memiliki tujuan utama untuk meningkatkan kekuatan dari lembaran bioplastik yang dihasilkan. Dengan penambahan kitosan yang lebih banyak, diharapkan sifat mekanik serta ketahanan terhadap air dari produk bioplastik yang dihasilkan akan meningkat secara signifikan. (Solekah, 2020)

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian blender, oven, hot plate, gelas beaker, thermometer, batang pengaduk dan cetakan plastik. Bahan yang digunakan biji nangka, aquades, gliserol, kitosan. Waktu pelaksanaan dalam penelitian ini selama tiga kurang lebih dan pelaksanaannya di “Laboratorium Material Teknik & Metalurgi Fisik dan Laboratorium Kimia Dasar”, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

Tepung pati biji nangka diperoleh dengan cara ekstraksi sederhana, Biji nangka 250 gram di blender dengan air biasa 250 ml, lalu diperas. Hasil perasan didiamkan selama 24 jam untuk mengendapkan pati, endapan pati lalu dikeringkan dengan sinar matahari selama 12 jam.

Pembuatan plastik *Biodegradable* dilakukan dengan cara mencampurkan antara tepung pati biji nangka, kitosan, aquades dan gliserol. Dengan variasi komposisi antara pati 3 gram, 4 gram, 5 gram dan kitosan 1,5 gram, 3 gram, 5 gram dan dicampur dengan aquades 100 ml dan gliserol 1 ml. Semua komposisi dicampurkan ke dalam gelas beaker selama 15 menit sampai suhu 90°C, lalu tuangkan larutan ke dalam cetakan yang sudah disediakan, lalu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 12 jam untuk mengurangi kadar air, lalu didinginkan di dalam ruangan selama 2 jam.

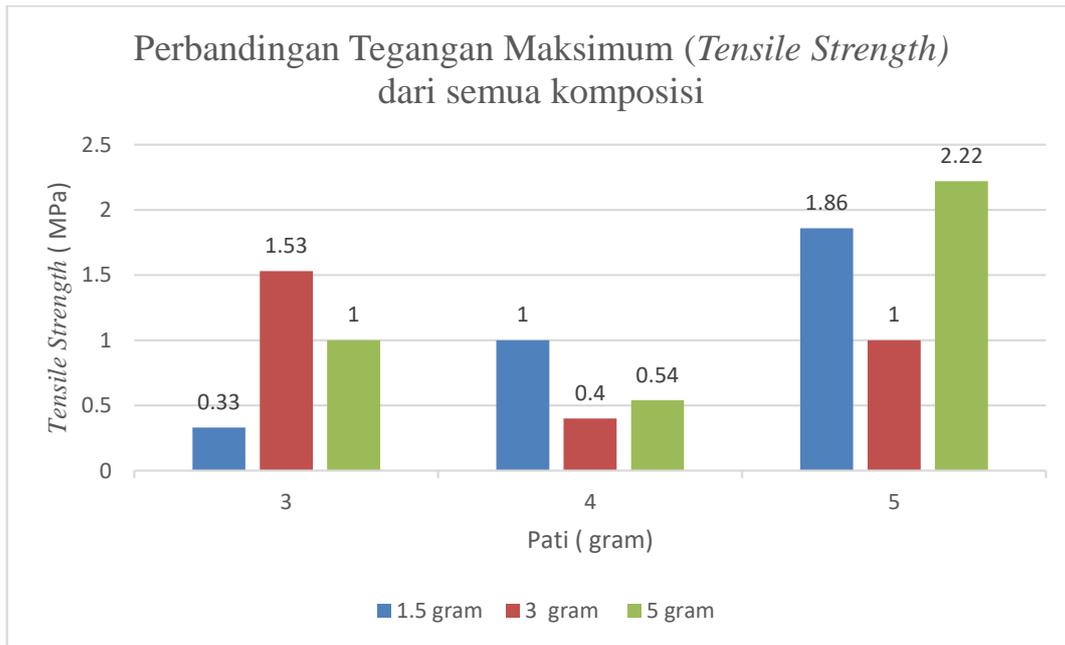
Pengujian tarik dilakukan dengan cara memotong spesimen dengan standar ASTM D638 dimana ukuran spesimen panjang 4 cm, tebal 0,25 mm, area grip 4 cm di kedua sisi dan lebar 2 cm dan pengujian biodegradasi dilakukan dengan cara metode soil burial test dilakukan dengan cara memotong spesimen dengan panjang 4 cm dan lebar 2 cm dan hitung berat awal dari spesimen. Pengujian biodegradasi dilakukan dengan variasi penguburan selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari. Setelah spesimen dikubur selama waktu yang ditentukan spesimen ditimbang kembali untuk menghitung berat akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji tarik adalah metode untuk menentukan seberapa kuat suatu material dengan memberikan beban, baik secara bertahap maupun mendadak. Pengujian kuat tarik dari pati biji nangka bertujuan untuk mengukur tingkat kekuatan atau tarikan maksimum dari bahan *Biodegradable* sebelum mengalami kerusakan atau robek. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area spesimen. Di bawah ini adalah tabel hasil *Tensile Strength* dari semua komposisi.

Tabel 1 Perbandingan nilai *Tensile Strength* (Tegangan) dari semua komposisi

| Pati (gram) | Kitosan (gram) | | |
|---------------|------------------|--------|--------|
| | 1.5 gram | 3 gram | 5 gram |
| 3 | 0.33 | 1.53 | 1.86 |
| 4 | 1 | 0.40 | 1 |
| 5 | 1 | 0.54 | 2.22 |



Gambar 2. Grafik perbandingan Tegangan Maksimum (*Tensile Strength*) dari semua komposisi

Dapat dilihat dari gambar 2 di atas perbandingan tegangan maksimum (*Tensile Strength*) dari semua komposisi , penambahan kitosan berkontribusi pada peningkatan kekuatan tarik, terutama pada kadar kitosan 5 gram. Pada semua variasi pati (3gram, 4gram, 5gram), komposisi 5 gram kitosan menunjukkan kekuatan tarik tertinggi. Nilai maksimum kekuatan tarik yang tercatat adalah 2,22 MPa, yang terjadi pada kombinasi 5 gram kitosan dan 5 gram pati. Kadar kitosan 3 gram menunjukkan efek yang bervariasi tergantung pada jumlah pati yang digunakan. Dengan 3 gram pati, kekuatan tarik yang dihasilkan cukup tinggi 1,53 MPa. Namun, ketika jumlah pati meningkat, kekuatan tarik mengalami penurunan yang signifikan (0,4 MPa pada 4gram pati dan 0,54 MPa pada 5gram pati). Kadar kitosan 1,5 gram cenderung stabil di semua komposisi pati. Kekuatan tarik tercatat 1 MPa untuk 4g dan 5g pati, dan lebih rendah 0,33 MPa pada 3gram pati. Komposisi yang optimal untuk mencapai kekuatan tarik tertinggi adalah 5 gram kitosan dengan 5 gram pati.

Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian biodegradasi terhadap plastik *Biodegradable* yang dihasilkan. Pengujian bertujuan untuk mengetahui sifat biodegradasi dari plastik *Biodegradable* dibawah ini adalah hasil dari pengujian biodegradasi dengan variasi waktu penguburan selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari.

Tabel 2. Hasil pengujian bidoegradasi

| Pati (gram) | Gliserol (ml) | Kitosan (gram) | Waktu (hari) | Panjang (mm) | lebar (mm) | Berat awal (gram) | Berat akhir (gram) | Biodegradasi (%) |
|-------------|---------------|----------------|--------------|--------------|------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 3 | 1 | 1.5 | 5 | 4 | 2 | 1.36 | 0 | 100% (Terdegradasi) |
| | | 3 | 5 | 4 | 2 | 0.59 | 0 | 100% (Terdegradasi) |
| | | 5 | 5 | 4 | 2 | 0.56 | 0 | 100% (Terdegradasi) |
| 4 | 1 | 1.5 | 5 | 4 | 2 | 0.92 | 0 | 100% (Terdegradasi) |
| | | 3 | 5 | 4 | 2 | 1 | 0 | 100% (Terdegradasi) |
| | | 5 | 5 | 4 | 2 | 1.68 | 0 | 100% (Terdegradasi) |
| 5 | 1 | 1.5 | 5 | 4 | 2 | 0.66 | 0.07 | 89% |
| | | 3 | 5 | 4 | 2 | 1.50 | 0 | 100% (Terdegradasi) |
| | | 5 | 5 | 4 | 2 | 1,36 | 0 | 100% (Terdegradasi) |

Terlihat tabel 2. di atas menunjukkan bahwa hampir keseluruhan dari spesimen yang diuji berhasil terdegradasi itu disebabkan area tanah di sekitar lokasi penguburan menunjukkan lapisan putih yang mirip dengan jamur atau bioplastik, yang mengindikasikan adanya aktivitas mikroorganisme tanah. Perubahan ini menunjukkan bahwa spesimen yang diuji sedang dalam proses penguraian biologis. Proses ini terjadi karena mikroorganisme dalam tanah mulai memecah ikatan kimia dengan matriks polimer, yang menunjukkan bahwa material tersebut bersifat *Biodegradable*. Temuan ini menunjukkan bahwa plastik yang diuji memiliki potensi untuk terdegradasi secara alami di lingkungan tanah, dan cocok untuk aplikasi ramah lingkungan yang memerlukan kemampuan terurai secara biologis dalam jangka waktu tertentu..

KESIMPULAN

1. Penambahan kitosan tidak selalu meningkatkan kekuatan material, dimana perbandingan yang terlalu tinggi atau tidak seimbang menurunkan nilai kekuatan tarik.
2. Kombinasi pati biji nangka dan kitosan memiliki potensi untuk digunakan sebagai plastik yang ramah lingkungan karena cepat terdegradasi.

ACKNOWLEDGEMENTS

Ucapan terimakasih lppm ubh

DAFTAR PUSTAKA

Anggaraini Fetty, Latifah dan Siti Sundari Miswandi. 2022. "APLIKASI PLASTICIZER GLISEROL PADA PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE DARI BIJI NANGKA." *The Fairchild Books Dictionary of Fashion* 2(2252):13–13.

- Bani, Marsi D. .. 2019. "Variasi Volume Gliserol Terhadap Sifat Fisis Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Ubi Kayu (*Manihot Esculenta* Cranz)." *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam* 7(1):61–78. doi: 10.24256/jpmipa.v7i1.678.
- Hambali, Mulkan, Edo Wijaya, and Afthar Reski. 2017. "Pembuatan Kitosan Dan Pemanfaatanya Sebagai Agen Koagulasi-Flokulasi." *Jurnal Teknik Kimia* 23(2):1–10.
- Harahap, Yonia Avisha, Ayu Chandra, Kartika Fitri, and Yuni Eka Fajarwati. 2024. "Analisis Kelarutan Bioplastik Dari Pati Kulit Singkong Dengan." 6:1–10.
- Jaenal, Ferdiansyah Nugraha, and Oka Muhammad Ramadhan. 2021. "Potensi Pati Dari Limbah Biji Buah Sebagai Bahan Bioplastik." 6(1).
- Larasati, Wahyu Adinda, Yeni Rahmawati, Fadlilatul Taufany, Ali Altway, and Siti Nurkhamidah. 2024. "Pengaruh Gliserol Sebagai Plasticizer Terhadap Karakterisasi Edible Film Dari Kappa Karaginan *The Effect of Glycerol as Plasticizer on the Characterisation of Edible Film from Kappa Carrageenan.*" 21(3):173–80.
- Melani, Ani, Netty Herawati, and A. Fajri Kurniawan. 2018. "Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation (Kajian Pengaruh Jenis Filler, Konsentrasi Filler Dan Jenis Plasticiezer)." *Distilasi* 2(2):53–67.
- Rakhmawati, Erna Agung, and Siti Musdholifah. 2019. "Uji Mutu Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk) Dengan Teknik Pembuatan Metode Kering Dan Metode Basah." *MEDFARM: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan* 8(2):55–60. doi: 10.48191/medfarm.v8i2.19.
- Solekah, Susi. 2020. "Sintesis Edible Flim Dari Kulit Pepaya Dengan Penambahan Kitosan Dari Kulit Udang." *Teknik Kimia* 8.