

Pengaruh *Plasticizer* Kitosan pada *Biodegradability* dan *Water Resistance* pada Bioplastik Limbah Nata de Coco

Syahreza Palevi¹, Nora Amelia Novitrie^{2*}, Denny Dermawan¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Keselamatan dan kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: noranovitrie@ppns.ac.id

Abstrak

Limbah plastik terus meningkat dan telah mencapai 64 juta ton/tahun. Indonesia juga mengalami peningkatan limbah sisa makanan sebesar 42,3%. Hal ini memerlukan solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Penggunaan bioplastik dapat mereduksi 80% gas rumah kaca, menggunakan kurang dari 52% *Non-Renewable Energy*, dan terdegradasi lebih cepat. Limbah Nata de Coco memiliki polimer selulosa sebagai bahan ideal untuk membuat bioplastik, sedangkan kitosan merupakan senyawa alami turunan kitin yang dapat digunakan sebagai *plasticizer*. Penambahan kitosan sebagai *plasticizer* mengoptimalkan *water resistance* dan biodegradabilitas bioplastik. Penelitian ini menganalisis pengaruh *plasticizer* kitosan dengan variasi 1% dan 4% pada kemampuan biodegradabilitas dan *water resistance* bioplastik limbah Nata de Coco yang dibuat dengan metode *solvent casting*. Bioplastik yang dibuat dengan penambahan *plasticizer* kitosan 1% dan 3% terdegradasi sebesar 34,88 % dan 45,55 % dalam 12 hari dan memperoleh nilai *water resistance* sebesar 79,90 % dan 85,72%. Variasi *plasticizer* kitosan berpengaruh terhadap biodegradabilitas dan *water resistance* bioplastik. Semakin banyak *plasticizer* kitosan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik Nata de Coco maka semakin tinggi *biodegradability* dan *water resistance* yang diperoleh.

Keywords: Biodegradasi, *Cellulose-Based Plastics*, *Fishbone Waste-Chitosan*, Ketahanan Air, Nata de Coco

1. PENDAHULUAN

Pemakaian bahan plastik sangat digemari oleh masyarakat Indonesia dibuktikan dengan data yang dikeluarkan *Indonesian Oleafin Aromatic Plastic Industry Asosiasi* (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS) bahwasanya konsumsi plastik di Indonesia mencapai angka 64 juta ton/tahun. Hampir 66,8% rumah tangga di Indonesia mengolahnya dengan cara dibakar (BPS,2018). Bioplastik mampu menjadi alternatif penyelesaian masalah lingkungan oleh plastik konvensional dalam beberapa dekade terakhir (Elfiana et al., 2018). Bioplastik dapat dibuat dengan memanfaatkan selulosa mikrobial yang diperoleh dari ekstraksi limbah Nata de Coco. Komposisi sampah organik sisa makanan mencapai 42,3 % dan limbah tulang ikan merupakan salah satu jenisnya dengan jumlah 20% dari total berat badan ikan (Junianto et al., 2022). Tulang ikan mengandung derajat deasetilasi lebih dari 75% potensial dimanfaatkan sebagai kitosan dan digunakan sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan ketahanan air dan degradabilitas bioplastik (Nuril Maulidi et al., 2023).

Timbulan limbah Nata de Coco PT Niramasa Pandaan Sejahtera mencapai angka 58,85 Ton pada Oktober, November, dan Desember 2023. Peningkatan jumlah konsumsi sumber daya maritim sebesar 3,47% atau sebesar 56,39 kg per kapita pada tahun 2019-2020 yang terus meningkat selama 10 tahun terakhir (R. Wulandari, 2022) berbanding lurus dengan peningkatan jumlah limbah sisa makanan. Tulang ikan merupakan salah satu limbah sisa makanan dengan kandungan hydrogen 5,44%, kalsium 9,68%, protein 35,22%, lemak 23%, dan karbohidrat sebesar 5,81% (Fauziyah et al., 2021). Kitosan dapat berinteraksi dengan rantai polimer selulosa dalam bentuk ikatan hydrogen dan mampu mengisi rongga sebagai pelumas yang menjadikannya potensial digunakan sebagai pemlastis bioplastik.

Konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan pada bioplastik penting untuk diperhatikan. Penambahan *plasticizer* dengan kadar yang tepat mampu meningkatkan sifat mekanis yang salah satunya adalah ketahanan airnya. Penambahan pemlastis dengan kadar yang tepat mampu meningkatkan tingkat degradabilitas dengan mengurangi ikatan intermolekuler. Namun penambahan pemlastis dengan kadar berlebih mengakibatkan pembentukan fase terpisah dalam matriks polimer dan membuat struktur bioplastik menjadi tidak stabil.

Dari permasalahan diatas, dilakukan penelitian pengaruh penambahan *plasticizer* kitosan terhadap bioplastik yang dibuat dengan selulosa limbah Nata de Coco. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan metode *solvent casting*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi konsentrasi *plasticizer* kitosan

terhadap bioplastik limbah Nata de Coco untuk menganalisis karakteristiknya melalui uji ketahanan air dan uji degradasi *mixed microbial batch test*.

2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan antara lain limbah Nata de Coco, kitosan (Chimultiguna), Asam Asetat Smart Lab, Aquades, dan EM4 PT. Songgolangit Persada. Alat yang digunakan antara lain Timbangan digital 0,01 gr, *Blender*, Gelas Beaker 1000 mL, *Hot Plate Magnetic Stirrer Thermo Scientific Cimarec*, Oven JISICO J-300M, Cetakan akrilik 20 cm x 20 cm, cawan petri K1004-J Sterile, suntik 10 mL.

2.2 Preparasi Bahan

Persiapan selulosa Nata de Coco dilakukan dengan menghaluskan limbah Nata de Coco menggunakan blender dan mengayak hingga partikel berukuran 60 mesh. Menyiapkan kitosan yang akan digunakan sebagai *plasticizer*. Membuat asam asetat 1% (v/v) yang digunakan sebagai pelarut *plasticizer*.

2.3 Persiapan *Plasticizer* Kitosan

Kitosan limbah tulang ikan ditimbang 1% dan 3% dari bahan dan dimasukkan ke gelas beaker 1000 mL, ditambahkan larutan asam asetat 1% sebanyak 20 mL tiap variasi. Larutan *plasticizer* tersebut dihomogenisasi menggunakan *Hot Plate Magnetic Stirrer* dengan kecepatan 1000-1100 rpm disertai pemanasan pada suhu 60° C.

2.4 Pembuatan Bioplastik

Serbuk selulosa Nata de Coco sebanyak 75 gr yang didapatkan dihomogenisasi dengan *plasticizer* yang telah dilarutkan dengan 20 mL asam asetat 1%. Pasta bioplastik dipanaskan pada suhu 60° C disertai pengadukan dengan kecepatan 1000-1100 rpm selama 45 menit atau hingga homogen. Pasta bioplastik dicetak pada lembaran akrilik berukuran 20 cm x 20 cm dan dikeringkan menggunakan oven JISICO J-300M pada suhu 60° C selama 2 jam. Bioplastik setelah dikeringkan dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam dengan tujuan bioplastik terlepas sendiri dari cetakan.

2.5 Karakterisasi dan Parameter Uji

Bioplastik Nata de Coco dikarakterisasi dan dibandingkan dengan Standar bioplastik sesuai SNI. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Bioplastik

Parameter	Metode	Standar	
Biodegradabilitas	<i>Mixed Microbial Batch Test</i>	100% / 60 hari	SNI 7188.7:2016
Ketahanan Air	(Kalkan et al., 2020)	>14%	SNI 7188.7:2016

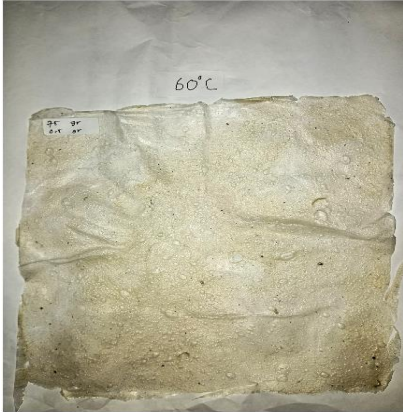
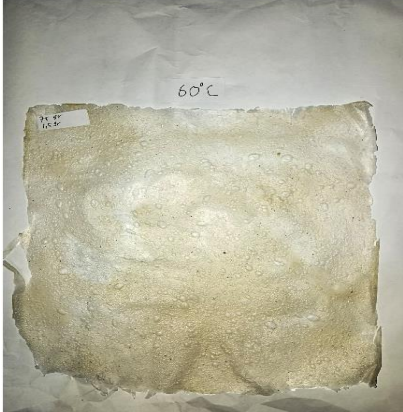
- Uji biodegradasi dilakukan dengan menimbang berat awal sampel bioplastik berukuran 2 cm x 2 cm kemudian meletakkan sampel pada cawan petri dan ditetaskan 10 mL EM4. Tingkat biodegradabilitas dihitung berdasarkan perubahan berat sebelum dan sesudah perlakuan selama 12 hari.
- Uji ketahanan air dilakukan dengan menimbang berat awal sampel bioplastik berukuran 2 cm x 2 cm kemudian meletakkan sampel pada cawan petri berisi aquades selama 2 menit. Sampel bioplastik dikeringkan menggunakan *filter paper* dan ditimbang berat akhirnya hingga konstan.

3. HASIL ADAN PEMBAHASAN (10 pt, bold, 1 spasi dari kalimat di atasnya)

3.1 Hasil Bioplastik

Bioplastik Nata de Coco yang dibuat dengan penambahan konsentrasi *plasticizer* yang berbeda menghasilkan bioplastik dengan karakter yang berbeda. Penambahan *plasticizer* kitosan tidak mempengaruhi bentuk visual bioplastik yang dibuat dengan kandungan bahan penyusun yang sama yaitu 75 gram selulosa Nata de Coco dan suhu pengeringan sama yaitu 60° C selama 2 jam. Visual bioplastik ditampilkan pada Tabel 2.

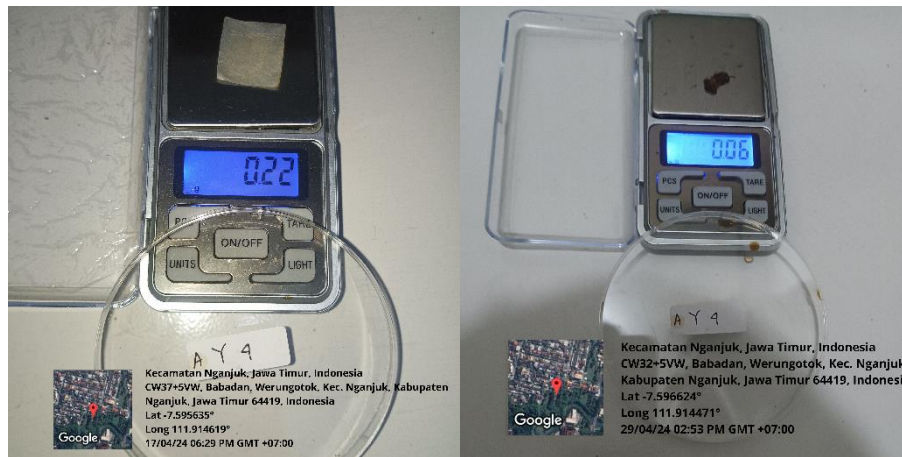
Tabel 2. Visual Bioplastik

Kadar Plasticizer Kitosan	
1%	3%
	

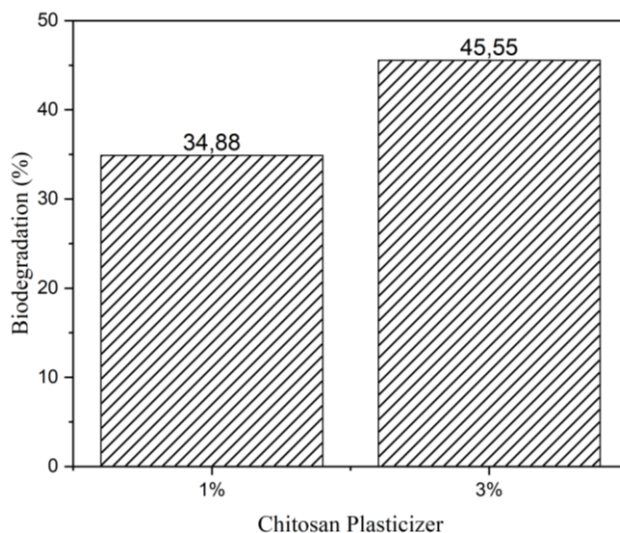
Berdasarkan Tabel 2 dapat diamati bahwa bioplastik yang dibuat dengan penambahan *plasticizer* kitosan (Chimultiguna) bervariasi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena dikeringkan pada suhu dan durasi yang sama.

3.2 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat degradabilitas bioplastik. Pengujian degradasi dilakukan dengan metode *Mixed Microbial Batch Test*, dengan meletakkan sampel bioplastik pada cawan petri lalu diteteskan 10 mL EM4 dan diamati selama 12 hari. Tingkat degradabilitas bioplastik didapatkan dengan menghitung berat awal dan berat akhir sampel setelah 12 hari. Sampel bioplastik sebelum dan sesudah pengujian *Mixed Microbial Batch Test* dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan hasil dari uji biodegradasi *Mixed Microbial Batch Test* ditampilkan pada Gambar 2.



(a) Hari ke-0 pengujian degradasi (b) Hari ke-12 pengujian degradasi
Gambar 1. Pengujian Biodegradasi *Mixed Microbial Batch Test*



Gambar 2. Grafik Tingkat Degradabilitas Bioplastik

Berdasarkan Gambar 2, bioplastik yang dibuat dengan penambahan *plasticizer* kitosan sebanyak 3% memiliki tingkat degradabilitas tertinggi yaitu 45,55 % dalam 12 hari, sedangkan bioplastik dengan penambahan 1% *plasticizer* kitosan sebesar 34,88 %. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan membuat bioplastik semakin cepat terdegradasi (Aeni., 2017). Penambahan kitosan dapat meningkatkan proses degradasi karena sifatnya yang dapat berikatan dengan dan mengikat kelembapan dari udara. Adanya gugus -OH pada kitosan disukai oleh mikroorganisme dan meningkatkan tingkat degradabilitas bioplastik. Kitosan sebagai *plasticizer* mengurangi gaya antar molekular rantai polimer sehingga terjadi perubahan sifat thermal yang mempengaruhi degradabilitas bioplastik. Bioplastik Nata de Coco dengan penambahan *plasticizer* kitosan limbah tulang ikan memenuhi standar biodegradabilitas bioplastik sesuai SNI 7188.7: 2016 yaitu terdegradasi 100 % dalam 60 hari yang artinya dalam 12 hari terdegradasi sebesar 20,04 %. Bioplastik pada penelitian ini terdegradasi >20,04 % dalam 12 hari.

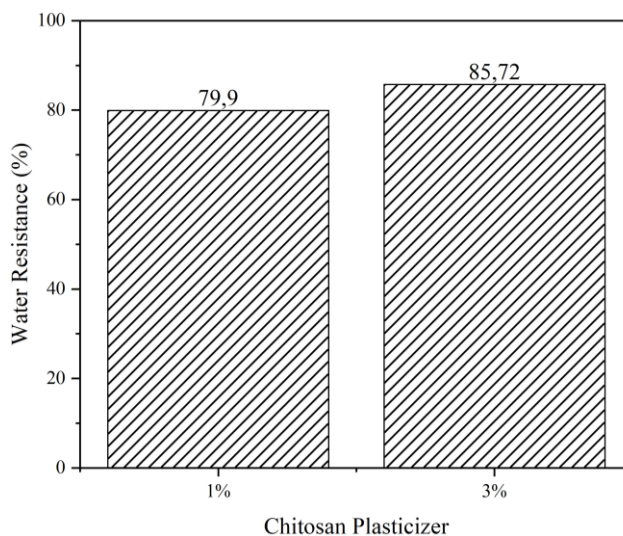
3.3 Uji Ketahanan Air

Pengujian ketahanan air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta struktur ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui penambahan berat sampel setelah terjadinya penyerapan air. Semakin rendah kemampuan bioplastik menyerap air maka semakin tinggi ketahanan airnya. Bioplastik sebelum dan sesudah pengujian ketahanan air dapat dilihat pada Gambar 3 dan hasil uji ketahanan air dapat diamati pada Gambar 4.



(a) Bioplastik sebelum perendaman (b) Bioplastik setelah perendaman

Gambar 3. Pengujian Ketahanan Air Bioplastik



Gambar 4. Grafik Tingkat Ketahanan Air Bioplastik

Pengaruh kadar *plasticizer* kitosan yang ditambahkan pada bioplastik terhadap nilai ketahanan air dapat dilihat pada Gambar 4, penambahan kitosan mengakibatkan meningkatnya nilai ketahanan air terhadap plastik karena memiliki sifat hidrofobik yang akan menurunkan kelembapan plastik dengan menutupi permukaan bioplastik. Bioplastik dengan penambahan *plasticizer* kitosan sebanyak 3% memiliki nilai ketahanan air tertinggi yaitu sebesar 85,72%, sedangkan bioplastik dengan penambahan kitosan sebanyak 1% sebesar 79,9%. Kitosan yang berperan sebagai *plasticizer* memiliki sifat yang tidak larut dengan air karena panjangnya ikatan molekuler, hal tersebut membuat semakin besar konsentrasi kitosan yang digunakan sebagai *plasticizer* membuat nilai ketahanan air meningkat (Tyas., 2012). Bioplastik Nata de Coco dengan penambahan *plasticizer* kitosan sebesar 4% memenuhi standar ketahanan air bioplastik sesuai SNI 7188.7: 2016 yaitu >86%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi *plasticizer* kitosan berpengaruh pada tingkat biodegradabilitas bioplastik. Bioplastik dengan tingkat biodegradasi tertinggi adalah bioplastik dengan penambahan 3% *plasticizer* kitosan yaitu sebesar 45,55 % dalam 12 hari. Hal tersebut karena adanya gugus -OH yang disukai oleh mikroorganisme.
2. Ketahanan air bioplastik dipengaruhi konsentrasi penambahan *plasticizer* kitosan. Bioplastik dengan tingkat ketahanan air tertinggi diperoleh bioplastik dengan penambahan kitosan sebesar 3% yaitu sebesar 85,72%. Hal tersebut karena sifat kitosan yang hidrofobik atau tidak larut dengan air.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Syahreza Palevi selaku peneliti dan kepada PT Niramas Pandaan Sejahtera yang telah memberikan kesempatan untuk meneliti potensi pemanfaatan limbah Nata de Coco serta memberikan sampel limbah Nata de Coco.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, Nurul and , Dra. Aminah Asngad M.Si (2017) Pemanfaatan Biji Nangka Dan Kulit Kacang Tanah Sebagai Bahan Baku Bioplastik Dengan Penambahan Gliserol. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Elfiana, T. N., Fitria, A. N. I., Sedyadi, E., Prabawati, S. Y., & Nugraha, I. (2018a). Degradation Study of Biodegradable Plastic Using Nata De Coco as A Filler. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 7(2), 33–38. <https://doi.org/10.14421/biomedich.2018.72.33-38>.
- Fauziyah, S. N., Mubarak, A. S., & Pujiastuti, D. Y. (2021). Application of glycerol on bioplastic based carrageenan waste cellulose on biodegradability and mechanical properties bioplastic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012005>.
- Junianto., Brainerd, E., Maghfira, R., Suyono, M. L. A., Rizki, A. F., Pratama, R. L., & Barkah, S. M. (2022). Utilization of Fish Bone Waste for Food. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 46–56. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2022/v20i2493>
- Nuril Maulidi, M. A., Caesario Putera, A. A., Susilowati, T., Urip Widodo, L., & Dewati, R. (2023). Sintesis Kitosan Limbah Tulang Ikan Bandeng (Chanos Chanos) Dengan Proses Deasetilasi Bertingkat

Sebagai Edible Coating Pada Buah Anggur Merah. In Journal Of Chemical And Process Engineering Chempro (Vol. 4, Issue 01). www.Chempro.upnjatim.ac.id

Sanjaya, I G. dan Tyas, P. 2012. Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong. Karya Tulis Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS

Wulandari, R. (2022). Gambaran parasit Pada Ikan Laut yang Dijual Di Dermaga Bom Kalianda Dan Dipasar Inpres Kalianda Tahun 2022.