

## Pengaruh *Plasticizer* Kitosan Terhadap Nilai Kuat Tarik Bioplastik Berbahan Dasar Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Ryo Kurniawan<sup>1</sup>, Denny Dermawan<sup>1\*</sup>, Ria Rismawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [denny.dermawan@ppns.ac.id](mailto:denny.dermawan@ppns.ac.id)

### Abstrak

Limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 10.806,76 ton atau sekitar 23% dari berat tanaman sawit. Kandungan selulosayang tinggi limbah TKKS berpotensi sebagai bahan utama pembuatan bioplastik. Limbah TKKS memiliki kandungan selulosa sebesar 56% dan lignin sebesar 6,5%. Penambahan *plasticizer* seperti kitosan dapat mengoptimalkan sifat mekanis bioplastik. Penelitian ini menganalisis pengaruh kitosan 1,5 gram, 2,3 gram, dan 3,1 gram, dengan penambahan asam asetat 1% terhadap nilai kuat tarik bioplastik. Hasil penelitian menunjukkan variasi kitosan 1,5 gram memiliki nilai kuat tarik sebesar 0,15 MPa. Variasi kitosan 2,3 gram pada penelitian ini menghasilkan nilai kuat tarik sebesar 0,34 MPa. Nilai kuat tarik tertinggi didapatkan pada variasi kitosan 3,1 gram, yaitu sebesar 0,86 MPa. Hasil uji kuat tarik menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belum memenuhi standar JIS-Z-1707 : 1975 sebesar 3,92 MPa. Penambahan kitosan berpengaruh terhadap nilai kuat tarik bioplastik dari limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS).

**Keywords:** Bioplastik, Kitosan, Kuat Tarik, Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Plasticizer*

## 1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia luas perkebunan sawit di Indonesia meningkat dari sekitar 294,5 ribu hektar pada tahun 1980 menjadi lebih dari 16 juta hektar pada tahun 2023. 1 ton produk kelapa sawit dapat menghasilkan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebesar 23% atau 230 kg, limbah serat (fiber) sebesar 13% atau 130 kg, dan juga limbah kernel atau cangkang inti sebesar 6,5% atau 65 kg (Arifandy dkk., 2021). Limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan penghasil limbah terbesar dari produksi kelapa sawit. Melimpahnya jumlah limbah TKKS menyebabkan penumpukkan yang menjadi problem bagi suatu perusahaan (Hidayat dkk., 2022). Berdasarkan data Badan Pusat Statistika jumlah limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) pada tahun 2023 mencapai 10.806,76 ton atau sekitar 23% dari berat tanaman kelapa sawit.

TKKS tersusun dari beberapa zat yang dapat dimanfaatkan untuk diolah menjadi bahan lain yang memiliki nilai ekonomi. Komponen penyusunnya antara lain selulosa, lignin, holoselulosa, air (Andahera dkk., 2019). Kandungan selulosa dalam TKKS sebesar 45,85% (Brahmana dkk., 2021). Selulosa merupakan penyusun utama yang dapat dimanfaatkan menjadi produk salah satunya bioplastik. Bioplastik merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan plastik konvensional. Keunggulan bioplastik adalah bahan yang dapat diperbaharui dan bersifat *biodegradable*, sehingga dapat terdegradasi lebih cepat dari plastik konvensional (Setiawan dkk., 2021). Kelebihan bioplastik dari selulosa memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan kemampuan mengikat yang tinggi. Hal ini terjadi karena selulosa memiliki rantai polimer yang lurus dan panjang, sehingga dapat membuat bioplastik menjadi kuat (Intandiana dkk., 2019). Proses pembuatan bioplastik membutuhkan bahan aditif lainnya seperti *plasticizer*. *Plasticizer* adalah bahan organik untuk mengurangi kekakuan polimer serta meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan peregangannya (Krisnadi dkk., 2019). Salah satu *plasticizer* yang dapat digunakan adalah kitosan.

Kitosan merupakan polimer biologis yang banyak digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan plastik *biodegradable* dengan tujuan untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik (Noviansyah dkk., 2023). Kitosan mempunyai sifat hidrofobik, dapat terdegradasi secara alami, dan tidak berbahaya bagi kesehatan sehingga dapat digunakan sebagai campuran bioplastik (Qadri dkk., 2023). Penambahan kitosan dalam pembuatan bioplastik akan menyebabkan interaksi antara kitosan dan selulosa, sehingga menjadikan bioplastik menjadi semakin kuat (Yustinah dkk., 2023). Pada penelitian ini digunakan kitosan untuk mengetahui pengaruh kitosan terhadap nilai kuat tarik bioplastik dari limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Nilai kuat tarik didasarkan pada standar JIS-Z-1707 : 1975 dengan nilai kuat tarik minimal sebesar 3,92 MPa.

## 2. METODE

## 2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan antara lain limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), Kitosan, Asam Asetat Smart Lab, NaOH Merek, dan Aquades. Alat yang digunakan antara lain Timbangan digital 0,01 gram, Blender, Gelas Beaker 1000 mL, *Hot Plate Magnetic Stirrer Thermo Scientific Cimarec*, Oven JISICO J-300M, Cetakan akrilik 20 cm x 20 cm, dan mikro pipet.

## 2.2. Preparasi Bahan

Persiapan delignifikasi selulosa TKKS dilakukan dengan melakukan penghalusan TKKS kemudian diayak menggunakan saringan 60 mesh dan melakukan delignifikasi menggunakan larutan NaOH 12%. Perbandingan yang digunakan, yaitu TKKS : Volume larutan 1 : 10 selama 3 jam pada suhu 90-95°C. Membuat larutan asam asetat 1% (v/v) yang digunakan sebagai pelarut kitosan.

## 2.3. Persiapan *Plasticizer* Kitosan

Menimbang kitosan dengan variasi 1,5 gram, 2,3 gram, dan 3,1 gram dengan timbangan digital. Kitosan dilarutkan dengan larutan asam asetat 1% (v/v) menggunakan *magnetic stirrer*. Kitosan yang sudah larut ditambahkan kedalam adonan bioplastik. Penambahan kitosan digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kekakuan, dan memperbaiki sifat mekanik bioplastik.

## 2.4. Pembuatan Bioplastik

Selulosa limbah TKKS hasil proses delignifikasi ditimbang sebanyak 5 gram kemudian tambahkan aquades sebanyak 50 mL. Selulosa ditambahkan kitosan yang sudah dilarutkan dengan asam asetat 1% kemudian dilarutkan menggunakan *magnetic stirrer* dan *hot plate* pada suhu 70°C dengan kecepatan 1000-1100 rpm selama 30 menit hingga homogen atau tergelatinasi. Bioplastik yang sudah homogen dicetak pada cetakan akrilik berukuran 20 cm x 20 cm dan keringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga tembaran bioplastik terbentuk dan terlepas dari cetakan.

## 2.5. Parameter Uji

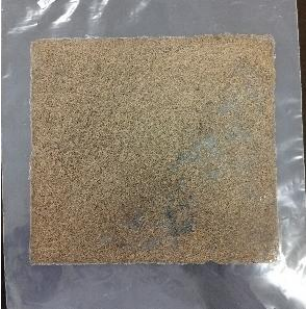
Penelitian bioplastik berbahan dasar limbah TKKS dilakukan pengujian untuk mengetahui kualitas dan pengaruh kitosan terhadap bioplastik. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat mekanis berupa kuat tarik dan elongasi menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) berdasarkan ASTM D882. Uji kuat dilakukan dengan cara sampel bioplastik dipotong sesuai dengan buntut strip yang sesuai dengan ASTM D882, kemudian dicapit pada alat UTM dan diuji kuat tarik dengan cara menarik kedua ujung hingga putus. Pengujian kuat tarik didasarkan pada standar JIS-Z-1707 : 1975 dengan nilai kuat tarik minimum 3,92 MPa.

# 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 3.1 Hasil Bioplastik

Bioplastik dari limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan penambahan kitosan menghasilkan bioplastik yang berbeda secara visual. Berikut merupakan hasil dari pembuatan bioplastik dapat dilihat pada Tabel 1.

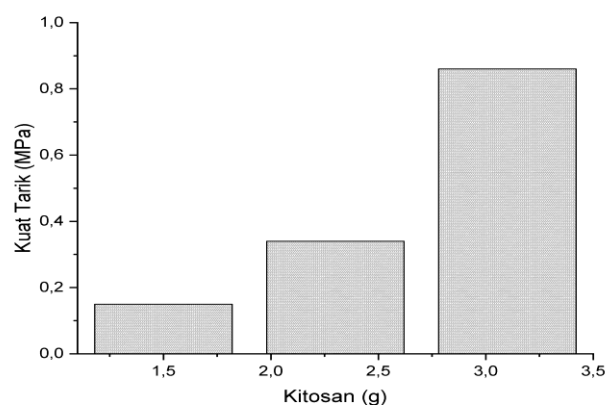
**Tabel 1** Hasil Pembuatan Bioplastik

| Variasi Kitosan                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1,5 gram                                                                          | 2,3 gram                                                                          | 3,1 gram                                                                            |
|  |  |  |

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan hasil dari pembuatan bioplastik dengan penambahan kitosan yang bervariasi menghasilkan bioplastik yang berbeda. Bioplastik yang dihasilkan dengan penambahan kitosan paling tinggi terlihat lebih merata daripada kitosan yang rendah. Hal ini karena karakteristik kitosan yang hidrofobik, sehingga semakin banyak massa kitosan yang digunakan kandungan air dalam bioplastik semakin berkurang (Yustinah dkk., 2023).

### 3.2 Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui seberapa besar gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang (Intandiana dkk., 2019). Pengujian kuat tarik dilakukan menggunakan alat UTM dengan metode ASTM D882. Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Hasil Uji Kuat Tarik

Gambar 1 menunjukkan hasil uji kuat tarik bioplastik limbah TKKS dengan variasi kitosan 1,5 gram, 2,3 gram, dan 3,1 gram. Pengujian kuat tarik mengacu pada JIS-Z-1707 : 1975 dengan nilai kuat tarik minimum sebesar 3,92 MPa. Hasil uji kuat menunjukkan nilai kuat tarik terbaik dengan nilai sebesar 0,86 MPa dihasilkan oleh kitosan dengan massa 3,1 gram. Kitosan dengan massa 2,3 gram menghasilkan nilai kuat tarik sebesar 0,34 MPa. Nilai kuat tarik terkecil didapatkan pada massa kitosan 1,5 gram yaitu sebesar 0,15 MPa. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan nilai kuat tarik dari massa kitosan 1,5 gram hingga 3,1 gram. Nilai kuat tarik bioplastik mengalami peningkatan karena interaksi kitosan dengan selulosa pada bioplastik, sehingga menjadikan nilai kuat tarik bioplastik meningkat (Yustinah dkk., 2023).

Hasil pengujian kuat tarik menunjukkan nilai kuat tarik yang semakin meningkat seiring bertambahnya massa kitosan. Sejalan dengan penelitian Yustinah dkk (2023) dimana hasil uji kuat tarik bioplastik dari selulosa sabut kelapa mengalami peningkatan dan nilai kuat tarik terbaik diperoleh pada variasi kitosan 3 gram yaitu sebesar 18,1 MPa. Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa dari sampel bioplastik TKKS masih dibawah standar JIS-Z-1707 : 1975 yaitu sebesar 3,92 MPa. Nilai kuat tarik yang kecil disebabkan oleh proses yang terjadi tidak homogen yang mengakibatkan bioplastik tidak sempurna sehingga berpengaruh

pada nilai kuat tarik. Bioplastik yang tidak homogen disebabkan oleh kadar selulosa yang berlebihan (Farida, 2024). Hasil penelitian Wahyudi dkk (2020) menunjukkan nilai kuat tarik dari bioplastik dengan penambahan pati 53 dan penggunaan plasticizer sorbitol dapat meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik sebesar 24,5 MPa.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap Pengaruh *Plasticizer* Kitosan Terhadap Nilai Kuat Tarik Bioplastik Berbahan Dasar Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dapat disimpulkan bahwa kitosan berpengaruh terhadap nilai kuat tarik bioplastik yang disebabkan karena interaksi kitosan dengan selulosa pada bioplastik yang menyebabkan nilai kuat tarik bioplastik meningkat. Nilai kuat tarik bioplastik masih dibawah standar JIS-Z-1707 : 1975 yaitu sebesar 3,92 MPa, untuk meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik dapat menggunakan *plasticizer* sorbitol yang dapat meningkatkan nilai kuat tarik hingga 24,5 MPa.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Andahera, C., Sholikhah, I., Islamiati, D. A., & Pusfitasari, M. D. (2019). Pengaruh Penambahan Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Kualitas Bioplastik Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Indonesian Journal of Pure And*, 2(2), 46–54.
- Arifandy, M. I., Cynthia, E. P., & Muttakin, F. (2021). *Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dalam Implementasi Indonesian Sustainability Palm Oil PKS Sungai Galuh*. 19(1), 116–122.
- Brahmana, Y., Ginting, M. H., & P.Rangkuti, I. U. (2021). Bioplasatik Bersumber Bahan Selulosa Tandan Kosong (TKKS) dan Pelepah Kelapa Sawit (PKS). *Ejurnal Stipap*, 3(1).
- Farida, T. C. (2024). Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Penambahan Pati Sagu. *Laporan Tugas Akhir*.
- Hidayat, M. S., Hasibuan, A., Harahap, B., & Nasution, S. P. (2022). *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pupuk di PT. Karya Hevea Indonesia*. 0–6.
- Intandiana, S., Dawam, A. H., Denny, Y. R., & Firman, R. (2019). *Pengaruh karakteristik bioplastik pati singkong dan selulosa mikrokristalin terhadap sifat mekanik dan hidrofobisitas*. 4(2), 185–194. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>
- Krisnadi, R., Handarni, Y., Udyani, K., Kimia, J. T., Industri, F. T., Teknologi, I., Tama, A., Arief, J., Hakim, R., Timur, S. J., & Fax, T. (2019). *Pengaruh Jenis Plasticizer Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable dari Bekatul Padi*. 100, 125–130.
- Noviansyah, K., Jumiaty, E., & Lubis, R. Y. (2023). Pengaruh Penambahan Serbuk Pati Jagung dan Kitosan Terhadap Mutu Sifat Fisis Bioplastik. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 466–471. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.3.465-470.2023>
- Qadri, O. R. J., Hamzah, F. H., & Ayu, D. F. (2023). Variasi konsentrasi kitosan dalam pembuatan bioplastik berbahan baku jerami nangka. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(1), 106–113. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i1.14376>
- Setiawan, A., Dwi, F., Anggraini, M., Ramadani, T. A., Cahyono, L., & Rizal, M. C. (2021). *Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bioplastik Dengan Menggunakan Metode Perlakuan Pelarut Organik*. 17(2), 69–80.
- Wahyudi, B., Bahrul, M., Kasafir, H., Rokhmat, M., & Hidayat, T. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Dari Pati Talas Dengan Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Teknik Kimia Soeboardjo Brotohardjono XVI*, 1(September), 1–12.
- Yustinah, Y., AB, S., Solekhah, P. P., Novitasari, G. P., Nuryani, F., Djaeni, M., & Buchori, L. (2023). Pengaruh Jumlah Kitosan dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Selulosa Sabut Kelapa dengan Pemplastik Gliserol. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 7(2), 143.

<https://doi.org/10.30595/jrst.v7i2.15598>