

**BIOPLASTIK BERSUMBER BAHAN SELULOSA TANDAN KOSONG (TKKS)
DAN PELEPAH KELAPA SAWIT (PKS)**

***BIOPLASTIC SOURCE OF CELLULOSE MATERIALS OF EMPTY FRUITS (EFFB)
AND PALM OIL MILK (PKS)***

Yusuf Brahmama¹, M. Hendra Ginting¹, Ika Ucha P.Rangkuti¹

¹ Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, STIPAP
(Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan), Jl.
Williem Iskandar, Medan, 20226, Indonesia

¹ Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian
Agrobisnis Perkebunan (STIPAP) Medan

*Corresponding Email : ucha@stipap.ac.id

Abstract

One of the environmental problems in Indonesia is plastic waste which is made from synthetic materials. This synthetic plastic waste is very difficult to decompose in the soil and takes 300-500 years to completely decompose. Therefore, bioplastic is an alternative to this problem. The purpose of this journal review is to calculate the cellulose potential of empty bunches (EFB) and oil palm midribs (PKS) through several processes, namely the delignification process and the bleaching process.) 31.7%. So it can be said that empty fruit bunch cellulose (TKKS) and palm fronds (PKS) have enormous potential to meet the needs of bioplastic raw materials.

Keywords : bioplastic, oil palm empty fruit bunches, oil palm

How to Cite : Brahmama, Y., Ginting, M.H., & Rangkuti, I.U.P (2021). Bioplastik Bersumber Bahan Selulosa Tandan Kosong (TKKS) dan Pelepah Kelapa Sawit (PKS). Jurnal Agro Fabrica Vol.3 (1) : 1-8.

PENDAHULUAN

Untuk mengurangi penggunaan plastik yang menyebabkan pencemaran lingkungan, maka dilakukan penelitian pembuatan bioplastik. Bioplastik atau

plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan karbondioksida setelah habis terpakai

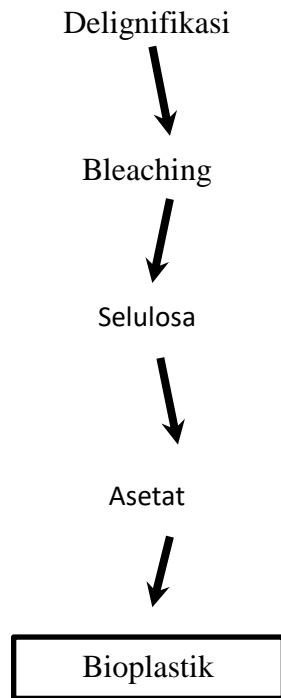
dan dibuang ke lingkungan. Berdasarkan bahan baku yang dipakai, plastik biodegradable dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia dan kelompok dengan bahan baku produk tanaman seperti pati dan selulosa (Firdaus, F, & Chairil, A.,2004).

Bioplastik dapat dibuat dari pati, selulosa dan kitosan karena ketersediaannya yang melimpah (Averous, Luc. 2008). Selulosa lebih efektif untuk digunakan sebagai bioplastik dibandingkan dengan pati, karena pemanfaatan pati sebagian besar dalam bidang pangan sehingga untuk pembuatan bioplastik berbahan dasar pati nantinya justru akan bersaing dengan bidang pangan (Darni et al., 2010). Sedangkan selulosa banyak ditemui di dalam tumbuhan non pangan seperti kayu-kayuan karena sebagian besar spesies kayu didalamnya ditemukan selulosa sebanyak 40-45 % (Sjostrom, Eero. 1995).

Kelapa sawit merupakan contoh tanaman non pangan yang mengandung selulosa. Indonesia merupakan negara produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Perkembangan ini terlihat dari luas areal tanaman sawit yang terus meningkat setiap tahunnya dengan laju penambahan areal 150.000 – 200.000 ha (Lubis, A.U. 1992). Secara otomatis produksi dari TBS juga

meningkat. Dari satu ton buah segar (TBS) akan dihasilkan limbah padat kelapa sawit yaitu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebanyak 23% atau sebanyak 230 kg TKKS dan selama ini TKKS baru dimanfaatkan sebagai pupuk organik, bahan baku pembuatan kertas, briket, dan umumnya baru sampai pada pemanfaatan serat sebagai bahan pengisi suatu medium (Sjostrom, Eero. 1995). TKKS memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin berturut-turut adalah 45,85%, 22,84%, dan 16,49% (Darnoko. 1992). Selain TKKS, ada juga limbah padat dari tanaman kelapa sawit yang mengandung selulosa yaitu pelepah kelapa sawit. Dimana produksi pelepah kelapa sawit sebanyak 22 batang/pohon/tahun dimana berat daging pelepah sekitar 2,2 kg dan biomassa pelepah sawit mencapai 6,3 ton /ha/tahun. Kandungan senyawa kimia penyusun pada pelepah kelapa sawit terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin secara berurutan yaitu 31,7%, 33,9%, dan 17,4% (Litbang Deptan, 2010). Tujuan dari artikel ini adalah untuk review bioplastik berbahan selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Pelepah Kelapa Sawit (PKS) yang meliputi tahapan ekstraksi metode delignifikasi, *bleaching* selulosa dan beberapa tahapan uji.

Bahan baku TKKS dan PKS



Gambar 1. Bagan alur proses pengolahan TKKS dan PKS dalam menghasilkan selulosa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses TKKS di Delignifikasi

Proses Delignifikasi bertujuan untuk melarutkan komponen yang terkandung dalam TKKS, seperti, lignin, hemiselulosa, holoselulosa dan komponen lainnya. Larutan yang digunakan adalah Natrium Hidroksida (NaOH). NaOH dipilih karena lignin lebih larut dalam kondisi alkali dan selulosa tidak (Herawan, T., & Rivani, M. 2010). Proses pemakaian larutan NaOH pertama TKKS

dicuci dengan air bersih setelah itu di potong - potong 3-5 cm. TKKS di delignifikasi dengan larutan NaOH 12% (b/v) selama 3 jam pada suhu yang dijaga 90-95⁰C. Setelah itu larutan didinginkan dan disaring untuk mendapatkan selulosa yang terpisah dari NaOH dan komponen lain dari TKKS. Selain larutan NaOH, ada juga larutan lain yang dapat digunakan sebagai bahan proses delignifikasi yaitu HNO₃

3,5% dan NaNO₂. Kedua larutan ini juga dapat melarutkan kandungan lignin pada TKKS.

Tabel 1. Proses Delignifikasi TKKS dengan menggunakan larutan NaOH dan campuran larutan HNO₃ dan NaNO₂

Bahan baku	Larutan	Suhu	Waktu	Hasil	Referensi
TKKS	NaOH 12%	90 – 95°C	3 jam	Selulosa 80%	Herawan, T., & Rivani, M., 2010
TKKS	HNO ₃ 3,5% dan NaNO ₂	90°C	2 jam	Selulosa	Ohwoav worhua , 2005

Berdasarkan Tabel 1 bahwa hasil proses delignifikasi TKKS dengan menggunakan larutan NaOH dan campuran HNO₃ dan NaNO₂ sama sama menghasilkan selulosa, hanya saja cara kerja dari penggunaan larutan campuran HNO₃ dan NaNO₂ lebih banyak tahapnya. Tidak hanya

itu dari segi harga juga lebih mahal dan memakai larutan HNO₃ dan NaNO₂.

Proses selulosa TKKS di *Bleaching*

Proses *bleaching* bertujuan untuk menghilangkan pigmen, sisa lignin dan sekaligus memutihkan selulosa hasil dari delignifikasi. Proses *bleaching* ini memakai hidrogen peroksida (H₂O₂). Pemilihan larutan H₂O₂ untuk *bleaching* karena berbasis oksigen yang sangat efisien, efisien, low cost, dan sedikit menimbulkan pencemaran lingkungan (Li et al., 2011). Selulosa yang akan di-*bleaching* masih berwarna kuning terang. Pada proses ini selulosa hasil dari delignifikasi akan di-*bleaching* menggunakan H₂O₂ 10% (b/v) dengan suhu 85-90⁰C selama 1,5 jam. Setelah *bleaching* selesai, selulosa akan berwarna putih bersih/cerah. Warna putih tersebut menunjukkan bahwa pigmen dan lignin sudah larut sehingga didapatkan selulosa dengan kemurnian tinggi. Selain larutan H₂O₂, ada juga larutan lain yang dapat digunakan sebagai bahan proses *bleaching* yaitu larutan NaClO₂. Larutan ini dapat menurunkan kandungan lignin serta dapat memutihkan dan mencerahkan TKKS. Tingkat kemurnian selulosa yang sangat tinggi, yaitu 84,2 ± 0,3% bahkan melebihi selulosa standar (80,8%). Hal ini

menunjukkan bahwa NaClO₂ merupakan agen pemutih dengan selektivitas tinggi yang dapat secara simultan mengurangi kadar hemiselulosa dan lignin tanpa merusak struktur dari selulosa.

Tabel 2. Proses *Bleaching* TKKS dengan menggunakan larutan H₂O₂ dan NaClO₂

Bahan Baku	Larutan	Suhu	Waktu	Hasil	Referensi
TKKS	H ₂ O ₂ 10%	85 – 90°C	1,5 jam	Selulosa 80%	Nazir et al., 2013
TKKS	NaClO ₂	80 – 85°C	1 jam	Selulosa 84,2%	Athanasia et al., 2018

Berdasarkan tabel 2 bahwa hasil proses *bleaching* TKKS dengan menggunakan larutan H₂O₂ mendapatkan selulosa 80% sedangkan larutan NaClO₂ mendapatkan kadar selulosa 84,2%. Berarti dengan menggunakan larutan NaClO₂ selulosa yang didapat lebih banyak dari H₂O₂. Berdasarkan neraca massa bahan, setiap tandan buah segar (TBS) sawit yang diolah di pabrik kelapa sawit akan menghasilkan 25 - 26% TKKS (Herawan, T., & Rivani, M. 2010).

Perhitungan potensi pemanfaatan selulosa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &\text{Total TKKS per tahun .} \\ &= 25\% \times 31.070.000 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$= 7.767.500 \text{ ton}$$

TKKS yang sudah dimanfaatkan sebesar :

$$= 10\% \times 7.767.500 \text{ ton}$$

$$= 776.750 \text{ ton}$$

TKKS yang menjadi limbah :

$$= 7.767.500 - 776.750 = 6.990.750$$

ton

Potensi selulosa dengan kandungan 37,5% dari TKKS :

$$= 2.621.531 \text{ ton}$$

Pelepah Kelapa Sawit (PKS)

• Proses Pelepah Kelapa Sawit (PKS) di Delignifikasi

Proses Delignifikasi bertujuan untuk melarutkan komponen yang terkandung dalam PKS, seperti lignin, hemiselulosa, holoselulosa dan komponen lainnya. Larutan yang digunakan yaitu Natrium Hidroksida (NaOH). NaOH dipilih karena lignin lebih larut dalam kondisi alkali dan selulosa tidak (Herawan, T., & Rivani, M. 2010). Tahapan awal yaitu PKS dikeringkan dengan cara dijemur selama 7 hari gunanya untuk mengurangi kadar air. Kemudian PKS yang sudah kering di potong dan diserut kecil kecil setelah itu PKS tersebut digiling di

penggilingan kayu dan hasil gilingan nantinya disaring dengan menggunakan saringan ukuran 100 mesh. Serbuk PKS tersebut kemudian di delignifikasi dengan larutan NaOH 16% selama 2 jam pada suhu 105°C . Setelah itu hasil serbuk yang didelignifikasi kemudian dicuci dengan aquadest dan disaring. Selain larutan NaOH, ada juga larutan lain yang dapat digunakan sebagai bahan proses delignifikasi yaitu H_2O , CH_3COOH dan NaClO_2 . Ketiga larutan ini juga dapat melarutkan kandungan lignin pada TKKS akan tetapi prosesnya membutuhkan waktu yang cukup lama daripada menggunakan larutan NaOH dan juga untuk biaya lebih terjangkau dengan menggunakan NaOH daripada H_2O , CH_3COOH dan NaClO_2 . Hasil dari proses delignifikasi PKS dengan menggunakan larutan NaOH dan larutan H_2O_2 , CH_3COOH , NaClO_2 sama sama menghasilkan selulosa.

• Proses selulosa Pelepah Kelapa Sawit (PKS) di Bleaching

Proses bleaching bertujuan untuk menghilangkan pigmen, sisa lignin dan sekaligus memutihkan selulosa hasil dari delignifikasi. Proses bleaching ini memakai hidrogen peroksida (H_2O_2). Pemilihan larutan H_2O_2 untuk bleaching karena larutan ini berbasis oksigen yang sangat efisien, low

cost dan sedikit menimbulkan pencemaran lingkungan (Li, dkk. 2011). Pada proses ini selulosa hasil dari delignifikasi akan di bleaching menggunakan H_2O_2 3% dengan suhu $90\text{ }^\circ\text{C}$ selama 1 jam. Setelah bleaching selesai selulosa akan berwarna putih bersih/cerah. Warna putih tersebut menunjukkan bahwa pigmen dan lignin sudah larut sehingga didapatkan selulosa dengan kemurnian tinggi. Dampak negatif yang ditimbulkan apabila pemakaian H_2O_2 dengan skala besar dan berkepanjangan dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Adapun bahan lain yang dapat digunakan sebagai proses *bleaching* adalah *Enzyme Xylanase*. Ini didapatkan dari *Aspergillus sp* dan *Trichoderma sp* yang dimana Enzim ini dapat menghasilkan pemurnian selulosa lebih tinggi dan dapat mengurangi pemakaian zat kimia dalam proses *bleaching*

Tabel 3. Proses Bleaching dengan menggunakan larutan H_2O_2 dan Enzim Xynalase

Bahan Baku	Larutan	Suhu	Waktu	Hasil	Referensi
PKS	H_2O_2	90°C	1 jam	α -selulosa 80-85%	Li et al., 2011
PKS	Enzim Xynalase	60°C	90 menit	α -selulosa 96,6%	Tjahjono, 2006

Berdasarkan tabel 3 bahwa hasil proses *bleaching* PKS dengan menggunakan

larutan H_2O_2 mendapatkan selulosa 80-85% sedangkan dengan menggunakan *enzim xylanase* mendapatkan kadar selulosa 96,6%. Berarti dengan menggunakan *enzim xylanase* selulosa yang didapat lebih banyak dari H_2O_2 .

- **Selulosa Asetat**

Selulosa asetat adalah selulosa yang gugus hidroksilnya diganti oleh gugus asetil berbentuk padatan putih, tak beracun, tak berasa, dan tak berbau (SNI 0444: 2009). Selulosa asetat mempunyai nilai komersial yang cukup tinggi karena selulosa asetat memiliki beberapa keunggulan diantaranya karakteristik fisik dan optik yang baik sehingga banyak digunakan sebagai serat untuk tekstil, filter rokok, plastik, film fotografi, lak, pelapis kertas dan membran, serta kemudahan dalam pemrosesan lebih lanjut (Kiyose,1998). Di samping itu selulosa asetat mempunyai daya tarik yang cukup tinggi karena sifatnya yang biodegradable sehingga ramah lingkungan.

- **Bioplastik**

Bioplastik atau plastik biodegradable adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Karena sifatnya yang dapat kembali ke

alam, maka dikategorikan sebagai plastik yang ramah lingkungan (Charles, A & Harper, 1999). Pada review ini, bioplastik yang dihasilkan yaitu bioplastik yang bersumber dari selulosa TKKS dan PKS.

KESIMPULAN

Bioplastik bersumber dari selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Pelepah Kelapa Sawit (PKS) dimulai dari proses pemotongan dan pencacahan bahan baku kemudian di delignifikasi dengan menggunakan larutan NaOH untuk mengurangi kandungan lignin pada TKKS dan Pelepah Sawit, proses *bleaching* menggunakan larutan H₂O₂ untuk melarutkan kandungan lignin yang masih tersisa serta merubah warna selulosa/ α -selulosa menjadi warna putih cerah. Dari review jurnal diatas bahwa setiap proses, baik dari proses delignifikasi,bleaching serta pembuatan bioplastik berbasis selulosa asetat apabila berbeda larutan yang dipakai maka hasil yang akan didapat juga akan berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Averous, Luc. 2008. Biodegradable Multiphase System Based on Plasticized Starch. Journal of Macromolecular Science.

Bahmid, N. A., Syamsu, K., & Maddu, A. 2013. Production of Cellulose Acetate from Oil Palm Empty Fruit Bunches

Cellulose. Chemical and Process Engineering Research, 12- 15.

Charles, A & Harper. 1999. Modern Plastics Handbook, Mc-Graw-Hill, Lutherville, Maryland.

Darni, Yuli, Herti Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. 7(4) : 88-93.

Darnoko. 1992. Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Firdaus, F, & Chairil, A. 2004. Potensi Limbah Padat Cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable, Jurnal Logika, 1(2).

Herawan, T., & Rivani, M. 2010. Produksi Aseton-Butanol-Etanol dari Hidrolisat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Laporan Penelitian Kerjasama PPKS-PTPN IV, 16.

Kiyose. 1998. U,S Patent No, 5990304 dan Levenspiel, Industrial and Engineering Chemistry (IEC), vol. 40, (1500), New York.

Lubis, A.U. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia.Pusat Penelitian Marihat – Bandar Kuala. Pematang Siantar. 435 hal.

Litbang Deptan. 2010. Pengolahan Pelepah Kelapa Sawit menjadi Pakan, http://lolitkambing.litbang.deptan.go.id/ind/images/stories/pdf/pakan_komplipelepah_sawit.pdf, Diakses tanggal 2 Agustus 2012.

- Li, L., Lee, S., Lee, L. H., & Youn, J. H. 2011. Hydrogen Peroxide Bleaching of Hardwood Kraft Pulp with Adsorbed Birch Xylan and Its Effect on Paper Properties. *Bioresources*, 721-736.
- Monariqsa, M. 2012. Ekstraksi Selulosa Dari Kayu Gelam dan Kayu Serbuk Industri Meubel, Vol 15 No. 3c, *Jurnal Penelitian Sains UNSRI*, Palembang.
- Nazir, M. S., Wahjoedi, B. A., Yussof, A. W., & Abdullah, M. A. 2013. Eco-Friendly Extraction and Characterization of Cellulose from Oil Palm Empty Fruit Bunches. *BioResources*, 2161-2172.
- Ngadi, N., & Lani, N. S. 2014. Extraction and Characterization of Cellulose Acetate from Empty Fruit Bunch (EFB) Fiber. *Jurnal Teknologi*, 35-36.
- Sjostrom, Eero. 1995. *Kimia Kayu, Dasar-Dasar dan Penggunaan*. Yogyakarta : UGM Press.
- SNI 0444: 2009, [http:// bsn@bsn.or.id/](http://bsn@bsn.or.id/) Pulp Cara uji kadar selulosa alfa, beta dan gamma, diakses pada 3 November 2011.
- Wardani, Kusuma, A.P., & Widiawati, D. 2013. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Material Tekstil dengan Pewarna Alam untuk Produk Kriya. *Jurnal Tingkat Sarjana bidang Senirupa dan Desain*. 1-2.
- Athanasia, Dian Burhani, & Sudiyarmanto. 2018. Pengaruh proses pemutihan multi tahap serat selulosa dari limbah tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal kimia dan kemasan* 40 (2),71-78.
- Tjahjono & Judi. 2006. Pengaruh Xilanase pada Perlakuan Awal Pemutihan terhadap Kualitas Pulp, *Berita Selulosa*. Vol. 43 (2) : 62-68.
- Ohwoavworhwa, F. 2005. Phosphoric Acid-Mediated Depolymerization and Decrystallization of α -Cellulose Obtained from Corn Cob : Preparation of Low Crystallinity Cellulose and Some Physicochemical Properties. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. Volume 4 (2) : 509.