

**ISOLASI SERAT BATANG PISANG SEMU SEBAGAI SERAT
PENGUAT BOKOMPOSIT**
*ISOLATION OF BANANA PSEUDO-STEMS FIBER AS A TEXTILE
FIBER RAW MATERIAL*

Maria Siahaan^{1*}, Noerati¹, Srie Gustiani², Khairul Umam¹, Kurniawan¹

¹Politeknik STTT, Bandung, 40272, Indonesia

²Balai Besar Tekstil, Bandung, 40272, Indonesia

*Alamat e-mail penulis korespondensi: mariasiahaan2612@gmail.com

Tanggal diterima: 5 Januari 2021; direvisi: 25 Maret 2021;
disetujui terbit: 17 April 2021

Abstrak

Pemanfaatan serat alam dari limbah tanaman di banyak sektor seperti tekstil, komposit,omotif dan lainnya mulai banyak dikembangkan. Hal ini karena keunggulannya dibandingkan dengan serat sintesis, diantaranya ramah lingkungan, sifat mekanik yang baik, dan merupakan sumber daya alam yang melimpah dan terbarukan. Pada tanaman pisang, bagian batang yang dibuang pada proses pemanenan memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi. Serat batang pisang juga memiliki sifat anti bakteri yang cukup baik karena adanya kandungan fenolik. Proses isolasi serat dari batang pisang dilakukan dengan proses *degumming* secara menggunakan enzim xilanase dan *degumming* secara kimia menggunakan natrium karbonat. Proses *degumming* secara kimia lebih efektif, dibandingkan secara enzimatis. Hasil *degumming* secara kimia menghasilkan pengurangan berat lebih besar dan sifat penyerapan air lebih banyak, namun memiliki kekuatan tarik yang sedikit lebih rendah dibandingkan *degumming* secara enzimatis. *Degumming* menggunakan natrium karbonat dengan konsentrasi 30g/L menghasilkan penurunan berat sebesar 12,1%, kekuatan tarik sebesar 18,84 g/Text dengan mulur sebesar 21,74 %, dan kemampuan menyerap air sebesar 1310,33%. Pada pengujian sifat termal, menunjukkan serat yang dihasilkan dapat terdegradasi pada suhu sekitar 360°C. Serat yang dihasilkan dapat diaplikasikan sebagai serat tekstil maupun serat penguat pada pembuatan biokomposit.

Kata kunci: serat batang pisang, *degumming*, serat tekstil, biokomposit

Abstract

Utilization of natural fibers from plant waste in many sectors such as textiles, composites, automotive and others has begun to be developed compared with the synthetic fibers due to their environmental sustainability, good mechanical properties, and are easily available in nature. In banana plants, the parts of the stems that are removed during the harvesting process contain high cellulose fiber. Banana pseudo-stem fibers have good antibacterial properties because of their phenolic content. Fibers isolation from banana pseudo-stems was carried

out by enzymatic degumming process using xylanase enzyme and chemical degumming using sodium carbonate. Redundancy of chemical degumming results in higher weight reduction and water absorption properties, but has a lower tensile strength than enzymatic degumming. Degumming using sodium carbonate with a concentration of 30g / L resulted in a weight loss of 12.1%, a tensile strength of 18.84 g / text with an elongation of 21.74%, the ability to absorb water by 1310.33%. The thermal properties test showed that the resulting fiber was degraded at a temperature of about 360°C. The resulting fibers can be applied as textile fibers as well as reinforcing fibers in the manufacture of bio-composite

Keywords: Banana pseudo-stem fiber, degumming, textile fiber, bio-composite

PENDAHULUAN

Selama dua dekade terakhir, material lignoselulosa terutama serat limbah tanaman mulai dipertimbangkan sebagai alternatif sumber serat untuk berbagai bidang diantaranya sebagai serat tekstil teknik, komposit, konstruksi, dan aplikasi pengemasan. Serat limbah tanaman memiliki komposisi, sifat, dan struktur yang sesuai untuk digunakan seperti pembuatan komposit, tekstil dan *pulp* dan kertas. Pengembangan pemanfaatan serat alam dari limbah tanaman di banyak sektor seperti yang telah disebutkan sebelumnya maupun untuk biopolimer terutama karena keunggulannya dibandingkan dengan serat sintesis, diantaranya ramah lingkungan, sifat mekanik relatif yang baik, dan merupakan sumber daya alam yang melimpah dan terbarukan. Tanaman pisang merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan serat selulosa. Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, pisang (*Musa spp*) merupakan tanaman buah berbentuk herba yang tersebar di kawasan di Asia Tenggara termasuk Indonesia dengan sentra produksi di Jawa timur, Jawa barat, dan Lampung. Pemanenan dilakukan dengan penebangan batang. Setelah bagian batang ditebang, bagian buah diambil kemudian bagian batang atau

pseudostem dibuang dan menjadi limbah yang berdampak pada pencemaran air dan udara karena bau busuk yang ditimbulkan. Terdapat sebanyak 4 ton limbah *pseudostem* yang dihasilkan pada setiap ton pemanenan buah pisang¹. Bagian batang yang dibuang pada proses pemanenan ternyata memiliki kandungan serat selulosa yang tinggi. Selain memiliki kandungan selulosa yang tinggi, bagian *pseudostem* ini juga memiliki kelebihan sifat anti bakteri yang cukup baik karena adanya kandungan fenolik, protein, dan karbohidrat pada bagian *pseudostem*². Serat batang semu tanaman pisang memiliki sifat lebih elastis dibandingkan serat daun nanas, sisal, dan serat batang keras lainnya³. Pemisahan serat dari batang semu serat diperlukan untuk menghasilkan serat yang terbebas dari pengotornya. Proses isolasi serat selulosa dari batang tanaman tidaklah sukar, namun sebagian metoda memerlukan waktu yang lama dalam prosesnya, tidak ramah lingkungan dan kualitas yang dihasilkan tidak terlalu baik. Sebagian besar serat batang disusun oleh pektin yang merupakan zat perekat sehingga berkas-berkas serat dapat melekat satu sama lain bersama "daging" batang. Pektin dapat diekstraksi melalui proses

retting atau bisa disebut dengan pembusukan. Proses *retting* adalah proses biologi atau kimia yang digunakan untuk menghilangkan unsur non-selulosa yang melekat pada serat, sehingga memudahkan untuk memisahkan serat dari batang tanaman³. Proses isolasi menggunakan metoda kimia dapat memproduksi serat yang memiliki kekuatan tarik yang baik, panjang serat yang lebih konsisten, permukaan yang halus dalam waktu yang singkat. Kelemahan metoda ini adalah kurang ramah lingkungan dan membutuhkan energi yang cukup besar. Salah satu alternatif adalah digunakan metoda mikrobiologi untuk mengisolasi selulosa sehingga lebih ramah lingkungan, hemat energi dan menghasilkan kualitas serat yang baik. Kekurangan dari metoda ini adalah waktu yang digunakan sedikit lebih lama dibandingkan dengan metoda kimia⁴.

Proses isolasi serat dari batang pisang dapat dilakukan dengan menghilangkan komponen yang mengikat serat selulosa pada dinding tanaman. Komponen penyusun dinding batang semu pisang adalah pektin, lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Selain pektin, hemiselulosa juga perlu dihilangkan untuk mendapatkan serat batang pisang⁵. Hemiselulosa berfungsi sebagai matrik dari selulosa yang terdiri dari kumpulan polimer polisakarida yang sebagian besar disusun oleh xilan. Struktur xilan tersusun atas residu ikatan β -1,4 *xylopyranosyl* dan juga gugus substitusi seperti arabinose, asetil, asam glukoronik, asam ferulik, dan asam *p-coumaric*⁶. Untuk mendapatkan serat selulosa maka pektin dan hemiselulosa perlu dihilangkan dengan memutuskan ikatan α -1,4 glikosidik dan β -1,4 *xylopyranosyl*. Salah satu enzim yang dapat digunakan untuk memutuskan ikatan tersebut adalah enzim pektinase dan enzim xilanase. Enzim pektinase

merupakan enzim yang digunakan untuk mendegradasi molekul pektin. Mekanisme kerjanya yaitu dengan cara memutuskan ikatan α 1,4 glikosidik pada pektin dengan hidrolisis¹ sedangkan enzim xilanase merupakan enzim yang digunakan untuk mendegradasi molekul xilan dengan memutuskan ikatan β -1,4 *xylopyranosyl* pada struktur xilan. Selain menggunakan enzim, metoda kimia juga dapat digunakan untuk menghilangkan hemiselulosa dan pektin menggunakan larutan alkali dengan menghidrolisis bagian *gum* yang menempel pada serat.

Penelitian yang dilakukan bertujuan mengisolasi serat dari batang semu pisang, dengan metoda biologi secara enzimatik dan dengan metoda kimia menggunakan alkali.

BAHAN DAN METODA

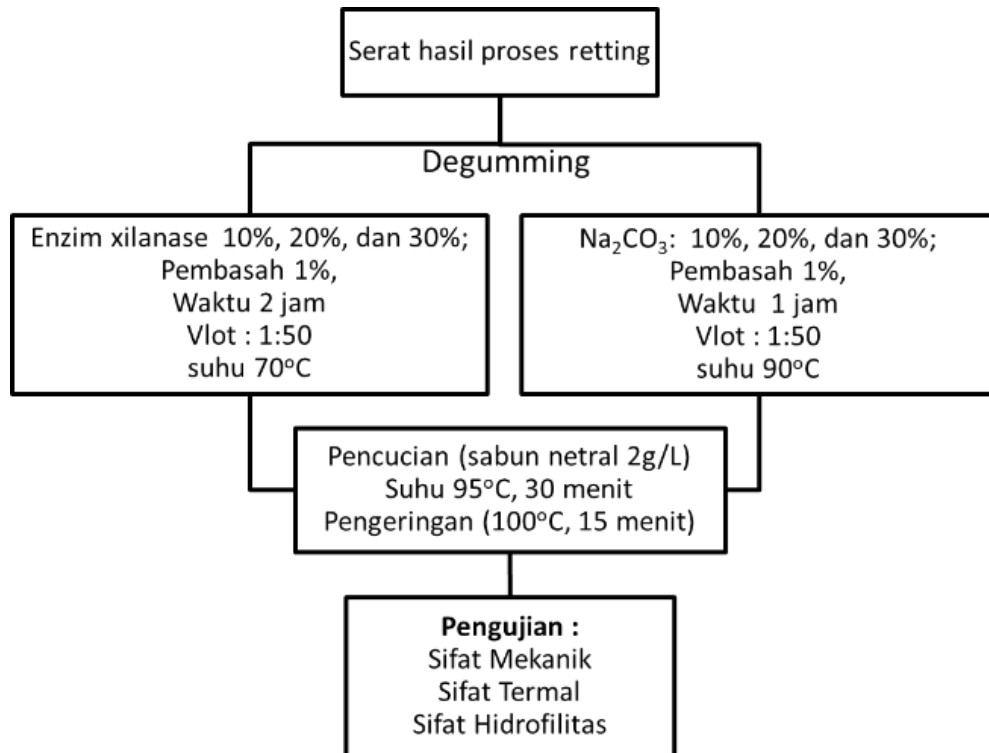
Bahan yang digunakan adalah batang semu pisang jenis *Musa Balbisiana* atau pisang batu hasil ekstraksi enzim pektinase yang diperoleh dari PT Chemira Indonesia dengan spesifikasi batang diambil dari tanaman pisang di daerah Cidurian Selatan, Bandung Jawa Barat dengan umur 6 - 12 bulan, panjang beraneka ragam dari 50 cm sampai dengan 80 cm, dan diameter 60 - 70 cm.

Enzim xilanase diperoleh dari BANPT dalam bentuk *crude* dan Na_2CO_3 diperoleh dari PT Brataco digunakan untuk proses *degumming*. *Teepol* digunakan sebagai pembasah pada proses *degumming*.

Metoda yang digunakan adalah dengan melakukan proses *degumming* secara perendaman dari serat yang diambil dari batang pisang yang telah mengalami proses *retting* dengan bantuan enzim pektinase. Proses *degumming* bahan dilakukan dengan variasi metoda dan konsentrasi sebagai

berikut: pada metoda enzim digunakan variasi enzim xilanase 10%, 20%, dan 30%; Pembasah 1%, Waktu rendam 2 jam dengan Vlot 1:50 pada suhu 70°C. Pada metoda kimia digunakan variasi

Na_2CO_3 10 g/L, 20g/L, dan 30g/L; Pembasah 1g/l, waktu rendam 1 jam, Vlot 1:50 pada suhu 95°C. Diagram alir percobaan disajikan pada Gambar 1 berikut.



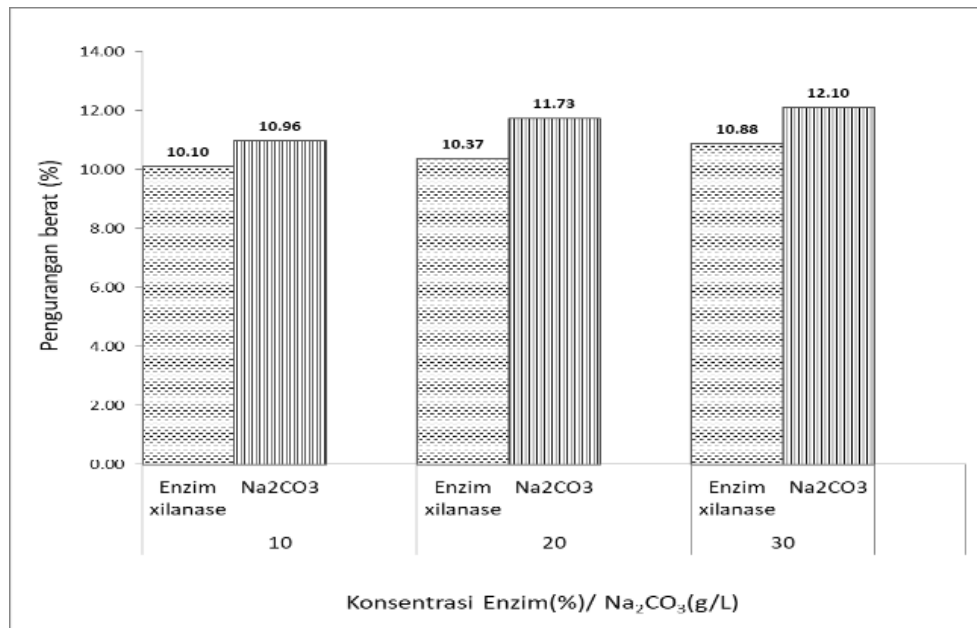
Gambar 1. Diagram alir percobaan

HASIL

Pengurangan Berat

Pengujian pengurangan berat hasil proses *degumming* disajikan pada Gambar 2 berikut. Pengurangan berat

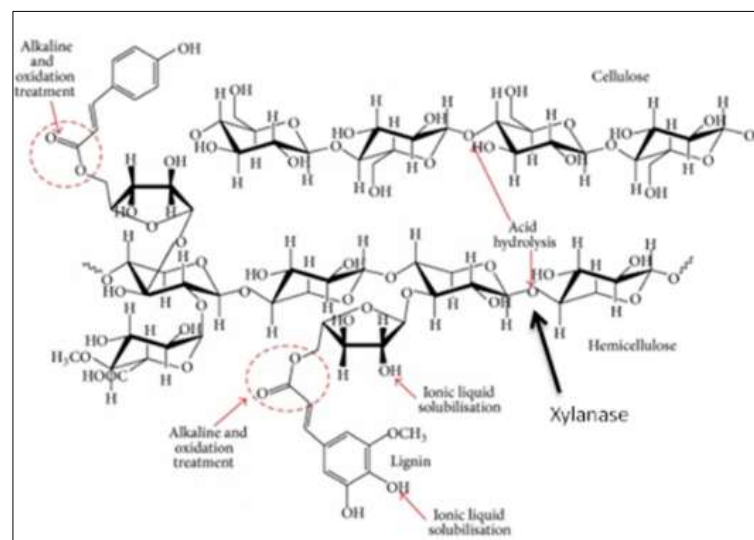
hasil *degumming* secara kimia lebih tinggi dibandingkan dengan *degumming* menggunakan enzim xilanase.



Gambar 2. Pengurangan berat serat batang pisang akibat perlakuan enzimatik *degumming* dan alkali *degumming*.

Hal ini disebabkan karena kerja enzim xilanase spesifik hanya mendegradasi hemiselulosa yang memiliki komponen struktur xilan⁶ sedangkan natrium karbonat selain mendegradasi hemiselulosa, juga memutuskan ikatan

ester pada lignin, sehingga pengurangan beratnya lebih besar. Xilan dapat mendegradasi hemiselulosa pada ikatan $\beta(1-4)$ D-xylopyranose seperti yang disajikan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Degradasi xilanase pada struktur xilane dari hemiselulosa⁷

Degradasi hemiselulosa pada struktur xilan, maupun pemutusan ikatan ester dari lignin, menghasilkan senyawa yang larut dalam air, sehingga menghasilkan permukaan serat yang lebih kasar. Semakin tinggi konsentrasi enzim maupun alkali yang digunakan semakin

banyak pengurangan berat yang dihasilkan, hal ini disebabkan semakin banyak hemiselulosa maupun lignin yang larut oleh enzim xilanase maupun alkali yang digunakan. Hilangnya hemiselulosa maupun lignin menyebabkan permukaan serat

menjadi kasar, hal ini mengakibatkan gaya adesi antar permukaan serat menjadi lebih besar⁸.

Sifat-Hidrofilisitas

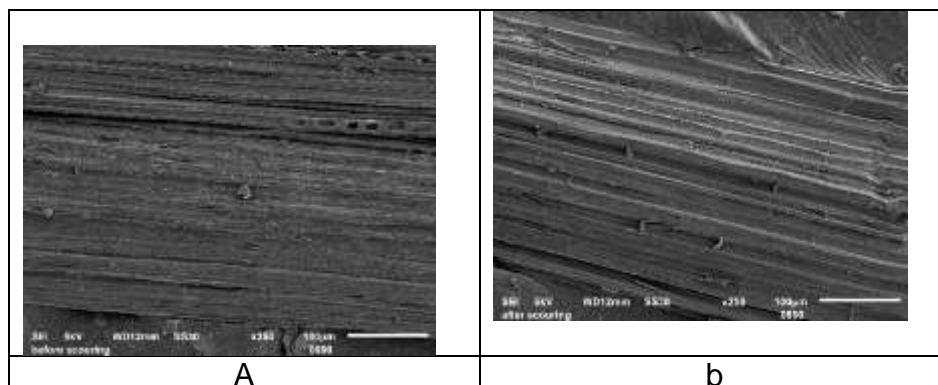
Pengujian hidrofilisitas serat hasil isolasi dilakukan dengan pengujian MC/MR sesuai SNI 8100:2015, dan uji daya serap keranjang modifikasi SNI 08-0055-1987 yang hasilnya disajikan pada tabel berikut. Pengujian hidrofilisitas serat ditunjukkan dengan nilai *moisture regain* dari serat hasil isolasi dan uji keranjang, hasilnya menunjukkan serat hasil proses *degumming* memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan air lebih banyak daripada sebelum *degumming*. Kenaikan sifat hidrofil tersebut akibat

hilangnya pengotor berupa hemiselulosa dan lignin yang hilang pada saat *degumming*. Dengan demikian hidrofilisitas serat hasil *degumming* menggunakan alkali lebih besar dibandingkan dengan menggunakan enzim, mengingat penghilangan berat yang dihasilkan lebih besar.

Tabel 1. Hasil Uji Sifat Hidrofilitas Serat Hasil Isolasi

Serat	MC (%)	MR (%)	Daya Serap Keranjang (%)
Sebelum <i>degumming</i>	8,99	9,88	753,22
<i>Degumming</i> enzim xilanase	8,47	9,25	847,45
<i>Degumming</i> Na ₂ CO ₃	9,21	10,15	1310,33

Morfologi Serat

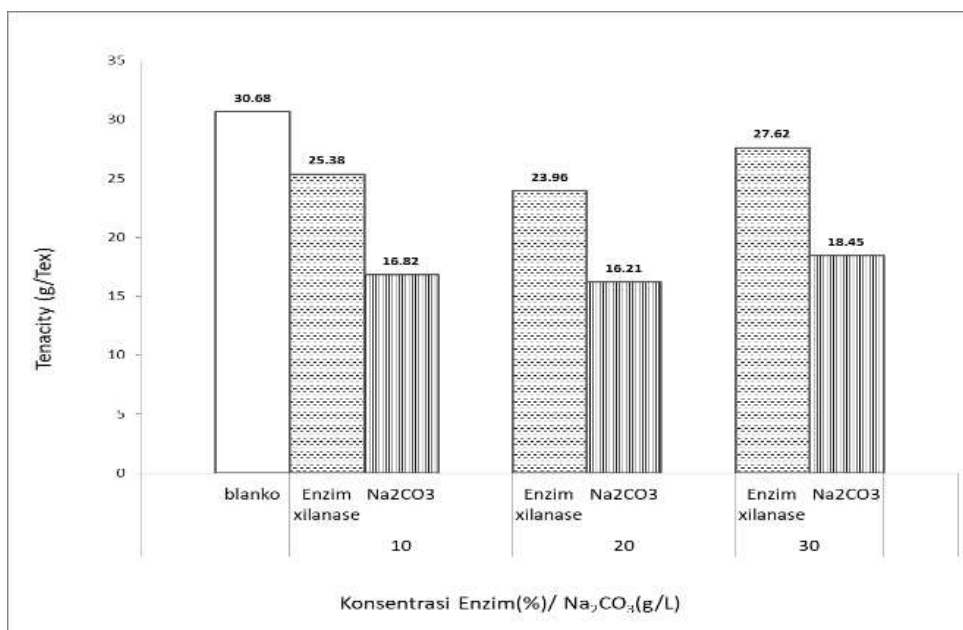


Gambar 4. Morfologi Serat Batang Pisang (a) morfologi sebelum *degumming*, (b) sesudah *degumming*

Pengujian morfologi serat dilakukan menggunakan SEM pada serat sebelum *degumming* dan setelah *degumming* dengan menggunakan Na_2CO_3 sebanyak 30 g/L. Perbesaran yang digunakan pada pengujian SEM ini adalah sebesar $100\mu\text{m}$, hasilnya seperti yang disajikan pada Gambar 4 berikut. Penampang membujur yang terlihat pada permukaan serat merupakan bundel serat yang disusun oleh fibril-fibril serat. Pada permukaan serat sebelum *degumming*, dapat dilihat fibril-fibril serat masih belum terlihat dengan jelas dan sebagian besar masih ditutupi oleh gum sedangkan permukaan serat setelah proses *degumming* mulai terlihat fibril-fibril serat secara jelas dan permukaan terlihat lebih kasar dibandingkan dengan sebelum *degumming*.

Kekuatan Tarik dan Mulur

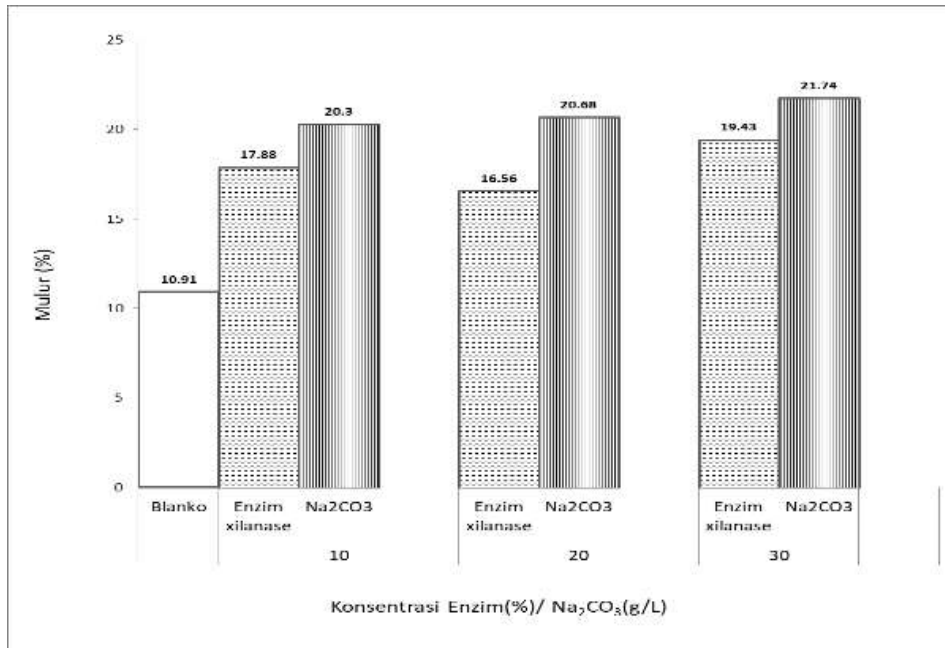
Hasil pengujian kekuatan tarik dan sebelum dan sesudah *degumming* disajikan pada Gambar 5 dan 6 berikut. Hasil pengujian kekuatan tarik dan mulur menunjukkan bahwa perlakuan *degumming* menggunakan alkali lebih menurunkan kekuatan serat dibandingkan *degumming* secara enzimatis, hal ini dapat dijelaskan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa perlakuan enzimatis hanya mendegradasi ikatan β (1-4) *D-xylopyranose* pada struktur xilan sehingga kekuatan tarik menurun tidak sebesar perlakuan dengan *degumming* alkali yang melarutkan lignin.



Gambar 5. Kekuatan Tarik Serat Hasil Proses *Degumming* Kimia

Pada awal kenaikan konsentrasi enzim maupun alkali terjadi penurunan sedikit kekuatan tarik serat dan kenaikan mulur, hal ini disebabkan hilangnya sebagian hemiselulosa dan lignin sebagai matrik dari selulosa. Selanjutnya penambahan konsentrasi enzim ataupun alkali menaikkan

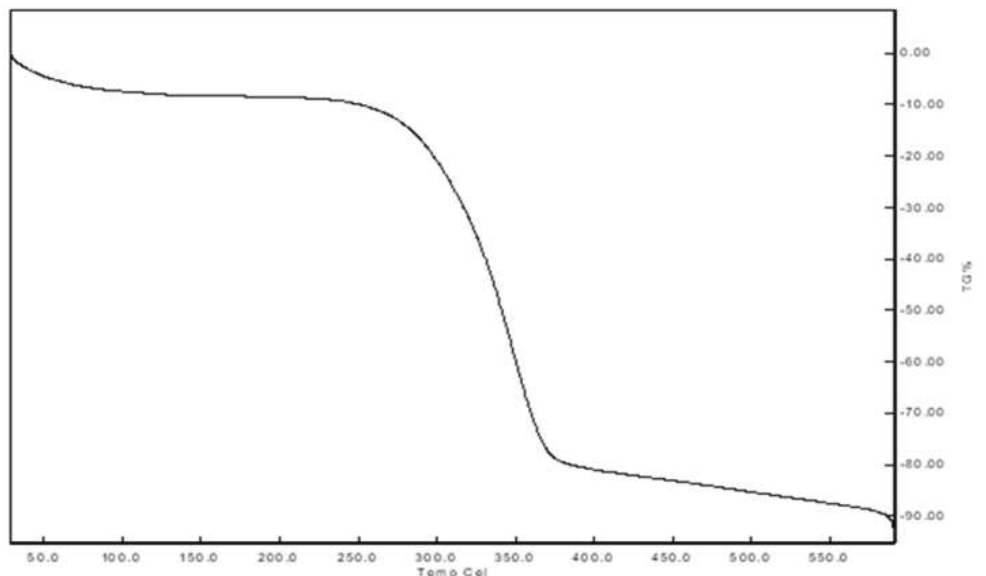
kekuatan tarik dan menurunkan mulur serat, hal ini akibat adanya pengkasaran pada permukaan serat mulai berperan menimbulkan gaya adesi pada permukaan akibat kasarnya permukaan sehingga menaikkan kekuatan dan menurunkan mulur serat².

Gambar 6. Mulur Serat Hasil Proses *Degumming* Kimia

Sifat Termal Serat

Analisis sifat termal dari kurva TGA yang disajikan pada Gambar 7 sebelumnya menunjukkan bahwa serat hasil isolasi dari batang pisang cukup tahan panas sampai dengan suhu sekitar 300°C, degradasi termal terjadi pada suhu 360°C ditunjukkan dengan pengurangan berat yang terjadi secara drastis. Pada suhu tersebut sisa berat

yang dihasilkan sekitar 20% berasal dari karbon yang dihasilkan hasil penguraian karbohidrat akibat pemanasan. Pengujian sifat termal serat hasil isolasi dilakukan dengan menganalisis kurva TGA yang dihasilkan seperti yang disajikan pada Gambar 7 berikut.

Gambar 7. Kurva TGA dari serat batang pisang hasil proses alkali *degumming*

Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengurangan berat proses *degumming* secara kimia lebih efektif, dibandingkan secara enzimatis. Serat yang dihasilkan dari proses *degumming* secara kimia memiliki kemampuan menyerap air lebih banyak, namun memiliki kekuatan tarik yang sedikit lebih rendah dibandingkan *degumming* secara enzimatis.

Saran

Mengingat sifat yang dihasilkan, serat hasil isolasi memiliki kemungkinan untuk dikembangkan sebagai serat penguat pada pembuatan biokomposit pada aplikasi aplikasi tekstil medis seperti pembalut luka. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian aplikasi dari serat batang pisang untuk serat penguat pada pembuatan biokomposit.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada jajaran pimpinan Politeknik STTT atas segala fasilitas dan dukungannya, serta kepada BPPT atas enzim xilanase dan PT Chemira Indonesia atas enzim pektinase yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subagyo, A., & Chafidz, A. (2018). Banana pseudo-stem fiber: Preparation, characteristics, and applications. In *Banana Nutrition Function and Processing Kinetics*. *IntechOpen* DOI 10.5772/intechopen.82204
2. Jayaprabha, J. S. Brahmakumar, M. & Manilal, V. B. (2011). Banana Pseudostem Characterization and Its Fiber Property Evaluation on Physical and Bioextraction, *Journal of Natural Fibers*, 8:3, 149-160, DOI: 10.1080/15440478.2011.601614
3. Jacob N, Poorna, C.A, Prema P, (2008). Purification and partial characterization of polygalacturonase from streptomyces lydicus, *Bioresources Technology*, 99: 6697-6701
4. Kumara, P. R., Srivastava, S., Singh, K. K., Mathad, C., & Thind, P. S. (2011). Study of Antioxidant and Antimicrobial Properties, Phytochemical screening and analysis of Sap Extracted from Banana (*Musa acuminata*) pseudostem *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 1(5), 649-658
5. Lee, S. B. A. Hamid, and S. K. Zain, (2005). Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose: Structure and Chemical Processes. *E-Scientific World Journal* Volume, Article ID 631013, 20 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/631013> (2014).
6. Ouajai S, Shanks RA, (2005) Morphology and structure of fiber after bioscouring. *Macromol Biosci* 5:124–134.
7. Sporck, (2017). Xylan extraction from pretreated sugarcane bagasse using alkaline and enzymatic approaches. *Biotechnol Biofuels* 10:296 <https://doi.org/10.1186/s13068-017-0981-z>
8. Tahir Paridah Md, Amel B Ahmed, Syeed O.A, Zakiah Ahmed, (2011), Retting process of some bast plant fibres and its effect on fibre quality: a review. *Bioresources* 6(4), 5260-5281