



## MORFOLOGI DAN SIFAT FISIK KAIN KAPAS BERWARNA HASIL PROSES BIOWASHING MENGGUNAKAN ENZIM SELULASE HASIL FERMENTASI JERAMI DAN SEKAM PADI OLEH BAKTERI *Aspergillus niger*

*Morphology and Physical Properties, Colored Cotton Fabric, from the  
Biowashing Process Using Cellulase Enzymes derived from Straw and  
Rice Husk Fermentation by Aspergillus niger Bacteria*

**Eka Oktariani<sup>\*</sup>, Ika Natalia Mauliza, dan Ikhwanul Muslim**

*Program Studi Kimia Tekstil, Politeknik STTT Bandung  
Jl. Jakarta No. 31 Bandung, Jawa Barat 40272, Indonesia*

\* Untuk korespondensi: Tel : (0857) 21567862, e-mail : [ekaoktariani90@gmail.com](mailto:ekaoktariani90@gmail.com)

Received: May 07, 2019

Accepted: August 30, 2019

Online Published: August 31, 2019

DOI : 10.20961/jkpk.v4i2.29858

### **ABSTRAK**

Pemanfaatan enzim selulase telah banyak diaplikasikan ke bidang tekstil khususnya untuk proses *biowashing*. Enzim selulase dapat diperoleh dari mikroorganisme seperti *Aspergillus niger* melalui substrat kaya selulosa seperti jerami dan sekam padi. Pada penelitian ini, enzim selulase yang dihasilkan oleh *Aspergillus niger* melalui substrat jerami dan sekam padi diaplikasikan untuk proses *biowashing* dengan variasi konsentrasi enzim (1%;2%;3%) *owf* pada pH 7, temperatur 60 °C, *vlot* 1:20 dan waktu selama 30 menit. Berdasarkan hasil pengamatan SEM, diperoleh perubahan morfologi serat kapas yang telah diproses *biowashing*, dan berdasarkan hasil pengujian terjadi penurunan kekuatan tarik serta kekakuan kain sebagai bentuk perubahan fisik kain kapas. Nilai penurunan kekuatan tarik dan kekakuan kain kapas tertinggi diperoleh dari enzim selulase hasil substrat jerami dengan konsentrasi 3 % *owf*.

**Kata Kunci:** *Aspergillus Niger, biowashing, denim, enzim, selulase*

### **ABSTRACT**

Cellulose enzymes are widely use for biowashing process. It was derived from *Aspergillus niger* fermentation using rice straw and husk as inoculum medium. In this research, cellulose enzyme was applicated on denim fabric with various enzyme concentration 1%, 2%, 3% *owf* at 60°C and pH 7, liquor ratio 1: 20 for 30 minutes. Characterization of fabric are analized using Scanning Electrone Microscope shows morphological transformation indicate the decrease fabric tensile strenght and stiffness. Denim fabric treatment by 3% cellulose enzyme using rice straw substrate gives morphological and fabric properties characterization similiar with denim fabric treatment by commecial cellulose enzyme.

**Keywords:** *Aspergillus niger, biowashing, denim, enzyme, cellulose*

## PENDAHULUAN

Kain denim merupakan salah satu bahan tekstil yang digemari semua kalangan. Modifikasi kain denim telah banyak dilakukan industri garmen untuk memenuhi target pasar dan trend mode dunia. Salah satu cara yang banyak digunakan industri garmen untuk mendapatkan kain denim yang sesuai dengan permintaan pasar adalah dengan melakukan proses pelusuan menggunakan batu apung (*stone wash*) [1]. Pada prinsipnya *stone wash* memanfaatkan kontak fisik serta gaya mekanik yang terjadi antara permukaan batu apung dengan permukaan kain. Efek yang ditimbulkan dari proses *stone wash* adalah warna kain denim menjadi pudar, lusuh dan kekakuannya berkurang. Sayangnya proses pelusuan kain dengan menggunakan batu apung memiliki beberapa keterbatasan, seperti investasi mesin *garment wash* sangat besar, limbah batu apung yang sulit diolah, banyaknya limbah sisa serat hasil pengikisan yang menyumbat di mesin garmen [1]. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan modifikasi metoda yang lebih ramah lingkungan, yaitu dengan menggunakan enzim sebagai zat pelusuh kain (*biowashing*).

Penggunaan enzim ini lebih disukai karena investasi mesinnya cenderung lebih murah, hasil proses lebih mudah dikontrol, serta limbah yang dihasilkan relatif ramah lingkungan dan lebih mudah diolah [1]. Enzim merupakan katalis yang bekerja pada substrat spesifik. Enzim yang dapat digunakan sebagai zat *biowashing* adalah enzim selulase yang bekerja spesifik menghidrolisis dan mengkatalisis pemutusan

rantai polimer selulosa menjadi oligosakarida bahkan menjadi glukosa.

Enzim selulase dapat diperoleh dari hasil fermentasi jamur seperti *Trichoderma*, *Humicola* [2] dan *Aspergillus niger*. Jamur *Aspergillus niger* merupakan jamur yang telah banyak digunakan dalam proses industri serta mudah untuk dikembangkan. Untuk mendapatkan enzim dari jamur, perlu dilakukan fermentasi dengan substrat yang mengandung selulosa. Pada beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian menggunakan *Aspergillus niger* untuk memproduksi enzim selulase, diantaranya ampas sagu [3], tongkol jagung [4], bungkil inti sawit [5], dan berbagai limbah agrikultur yang lainnya [6]. Biomasa jerami dan sekam padi merupakan Biomasa berupa limbah agrikultural yang memiliki kandungan selulosa sebesar 39% untuk jerami [7] serta 42,2% untuk sekam padi [8]. Berdasarkan penelitian [9] mengenai perbandingan penggunaan *stone wash* dan *biowash* terhadap sifat mekanik denim menunjukkan bahwa penggunaan enzim yang lebih sedikit pada proses *biowashing* dapat menurunkan kekuatan tarik denim lebih efektif daripada penggunaan batu apung pada proses *stonewash*, hal ini disebabkan oleh adanya pemutusan ikatan pada rantai 1,4  $\beta$ -glikosida [9].

Penelitian sebelumnya [2-4] menyatakan bahwa penggunaan enzim selulase komersial yang digunakan dengan menggunakan campuran asam asetat dan enzim selulase optimal pada konsentrasi 2% pada suhu 55°C selama 40 menit [10]. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh substrat jerami dan sekam padi bagi *Aspergillus niger* dalam produksi enzim

selulase terhadap sifat fisik dan morfologi kain denim berwarna.

## METODE PENELITIAN

### 1. Bahan

Biomasa jerami dan sekam padi yang digunakan sebagai substrat media inokulum dalam penelitian ini berasal dari daerah Bandung Selatan. Biakan awal *Aspergillus niger* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.

### 2. Alat

Sterilisasi alat dan bahan menggunakan oven *MEMMERT Schutzzart* DIN 40050 – IP20, ekstraksi enzim dilakukan dengan *sentrifuge* MLW T5, proses pelusuhan denim dilakukan menggunakan mesin *High Temperature High Pressure* (HT/HP) Dippo Machinery No. 309. Pengujian kekakuan kain menggunakan alat uji kekakuan kain *Shirley Stiffness Tester*.

### 3. Pre-treatment Biomasa

Biomasa jerami dan sekam padi diproses delignifikasi terlebih dahulu menggunakan larutan NaOH 18% dengan *liquor ratio* 1:10 pada suhu 100°C selama 120 menit.

### 4. Produksi Enzim Selulase

Produksi enzim dilakukan pada substrat dari Biomasa jerami dan sekam padi dengan penambahan nutrisi berupa 20 ml  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (1 g/L),  $KH_2PO_4$  (1.5 g/L),  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  (0.2 g/L), *yeast extract* (2 g/L), glukosa (3 g/L) [7]. Fermentasi dilakukan selama 5 hari, pada suhu kamar, pada pH 5,

serta moisture content 85% dengan metoda fermentasi fasa padat.

Ekstraksi enzim selulase dilakukan dengan menambahkan 100 mL akuades ke dalam substrat fermentasi, dikocok 150 rpm selama 2 jam pada suhu ruang, kemudian disentrifugasi 3.000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh digunakan sebagai ekstrak enzim kasar.

### 5. Pelusuhan Denim

Enzim selulase yang dihasilkan diaplikasikan untuk proses pelusuhan kain denim. Proses pelusuhan denim dilakukan dengan menggunakan enzim selulase komersial (Sample X), enzim selulase dari substrat jerami serta enzim selulase dari substrat sekam padi, dengan rentang konsentrasi yang digunakan sebesar 1%, 2%, dan 3% owf pada pH 7, suhu 60°C, vlot 1 : 20 selama 30 menit.

### 6. Karakterisasi Sifat Fisik dan Morfologi Kain

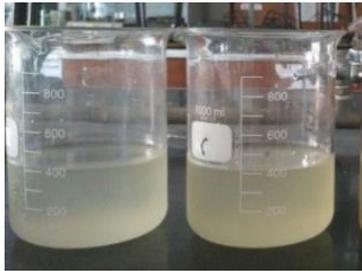
Karakterisasi sifat fisik dan morfologi kain denim dilakukan dengan menggunakan metoda *grey scale*, evaluasi kekakuan kain (SNI 08-0314-1989), evaluasi kekuatan tarik (SNI 0276:2009) serta pengamatan citra melalui *scanning electron microscope*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Produksi Enzim Selulase

Jerami dan sekam padi merupakan Biomasa yang potensial digunakan sebagai substrat pada proses produksi enzim selulase [11, 12] . Hal ini disebabkan oleh besarnya kandungan selulosa yang dimiliki oleh kedua Biomasa ini. Dari hasil uji selulosa diketahui

bahwa jerami yang telah di-delignifikasi mengandung selulosa sebesar 56,69% sementara sekam mengandung 69,32% selulosa. Penggunaan jerami dan sekam padi sebagai media inokulum *Aspergillus niger* memberikan enzim selulase yang berwarna bening putih seperti pada Gambar 1.



(substrat dari kiri ke kanan : sekam, jerami)

Gambar 1. Enzim Selulase Hasil Fermentasi *Aspergillus niger*

## 2. Perubahan Warna Kain Denim

Kain denim yang telah diproses menggunakan enzim selulase komersial, enzim selulase dari substrat jerami serta enzim selulase hasil fermentasi sekam padi pada konsentrasi 1%, 2% dan 3% owf mengalami perubahan warna kain yang dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kain hasil proses biowashing

Pada Gambar 2 secara kasat mata, tidak terlihat perbedaan warna yang signifikan. Perubahan warna kemudian diukur menggunakan *greyscale* dengan data perubahan warna seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data perubahan warna kain denim setelah proses *biowashing*

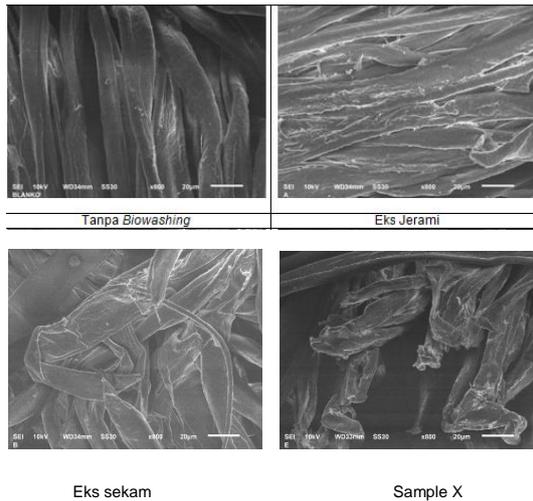
| Kain denim dengan perlakuan | Perubahan warna |
|-----------------------------|-----------------|
| Enzim selulase komersial    | 3               |
| Enzim selulase eks jerami   | 4               |
| Enzim selulase eks sekam    | 4               |

Dari hasil pengujian perubahan warna pada Tabel 1, dapat diamati bahwa perubahan warna kain denim yang diproses menggunakan enzim selulase non komersial hasil fermentasi nilainya mendekati nilai perubahan warna kain denim yang diproses dengan enzim komersial. Pada dasarnya perubahan warna yang terjadi pada kain denim merupakan efek samping dari reaksi hidrolisis pada bahan selulosa. Zat warna yang awalnya berikatan secara fisika dengan serat selulosa pada kain denim ikut mengalami pemutusan ikatan ketika serat selulosa terhidrolisis oleh enzim selulase. Hal ini mengakibatkan zat warna terbawa oleh air dan menghasilkan perubahan warna pada kain denim setelah dilakukan proses *biowashing*.

## 3. Morfologi Kain Denim

Pencitraan kain denim yang telah diproses dengan enzim selulase menunjukkan terjadinya perubahan morfologi. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) di Gambar 3.

Hasil pencitraan dengan menggunakan SEM menunjukkan terjadinya kerusakan signifikan di beberapa permukaan serat setelah kain denim diproses menggunakan enzim komersial maupun non komersial dengan substrat jerami ataupun sekam padi.

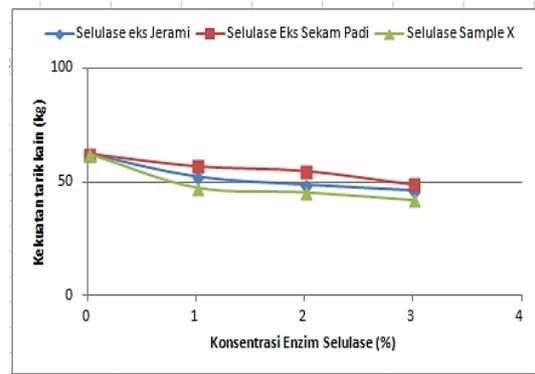


Gambar 3. Hasil SEM kain denim

Kerusakan yang tampak pada hasil SEM merupakan efek dari pemutusan ikatan rantai polimer selulosa yang melibatkan enzim endoglukanase yang memutuskan ikatan selulosa pada bagian amorf menurunkan derajat polimerisasi selulosa, *cellobiohidrolase* memutuskan rantai polimer pada bagian kristalin menghasilkan selubiosa dan menurunkan derajat polimerisasi serat, enzim *β-glokusidase* bekerja pada tahap akhir untuk menghidrolisis oligosakarida dari selubiosa menjadi glukosa [13].

**4. Kekuatan Tarik Kain Denim**

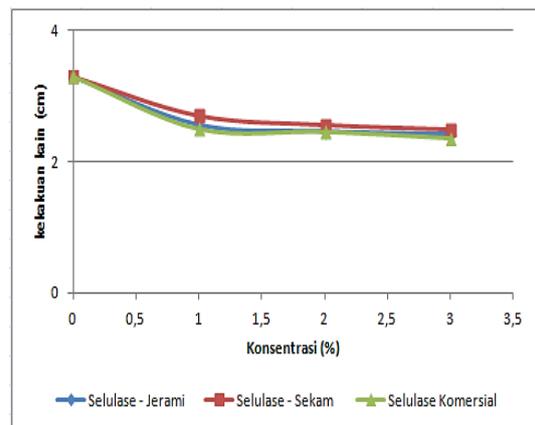
Kekuatan tarik kain berpengaruh terhadap kemampuan kain untuk menerima gaya tarikan pada suatu beban tertentu. Hasil uji kekuatan tarik kain denim setelah diproses biowashing dapat dilihat pada grafik pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik kekuatan tarik kain denim setelah proses *biowashing*

Berdasarkan data pada penurunan kekuatan tarik pada Gambar 4, dapat terlihat bahwa kain denim yang telah mengalami proses *biowashing* mengalami penurunan kekuatan tarik. Hal ini disebabkan adanya proses hidrolisis selulosa secara enzimatik yang menyebabkan rantai polimer sehingga kemampuan serat untuk menahan beban menurun [14]. Semakin tinggi efek enzimatik yang terjadi maka semakin besar penurunan kekuatan serat.

**5. Kekakuan Kain Denim**



Gambar 5. Grafik Kekakuan kain setelah proses *biowashing*

Kekakuan kain denim berpengaruh terhadap kenyamanan pengguna. Kain dengan kekakuan yang tinggi dapat mengganggu

mobilitas pengguna, maka perlu dilakukan pengujian kekakuan kain. Hasil uji kekakuan kain denim yang telah dilakukan proses biowashing dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan analisa dari grafik di Gambar 5, dapat diamati bahwa kain yang telah diproses *biowashing* mengalami penurunan kekakuan. Penurunan kekakuan kain terbesar terjadi pada kain yang telah diproses oleh enzim selulase komersial. Sementara penurunan kekakuan terendah diperoleh dari hasil perlakuan *biowashing* menggunakan enzim selulase dari substrat sekam. Penurunan ini diakibatkan oleh perubahan rantai polimer yang semula kristalin menjadi lebih amorf akibat reaksi enzimatik yang terjadi oleh enzim *cellobiohidrolase* [15]. Makin besar reaksi enzimatik yang terjadi maka penurunan kekakuan kain akan semakin besar. Penurunan kekakuan memberikan efek lemas pada pegangan kain denim.

## KESIMPULAN

Penggunaan enzim selulase pada proses *biowashing* memberikan efek perubahan warna pada kain denim, penurunan kekuatan tarik serat menurunkan kekakuan kain denim. Perubahan karakter yang mendekati perlakuan *biowashing* enzim sampel X (enzim komersil) konsentrasi 1% dihasilkan pada kain yang diproses oleh enzim selulase eks jerami dengan konsentrasi 3%, dengan perubahan warna *greyscale* berada pada skala 4, nilai kekuatan tarik kain 46,022 kg dan kekakuan kain 2,42 cm.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] B. J. Aghrawal, Bio-stoning of Denim - An Environmental-Friendly Approach, India: Junipher Publisher, 2017.
- [2] M. Yoon, "Denim Finishing with Enzymes," *International Dryer*, vol. 190, no. 11, pp. 16-20, 2005.
- [3] N. Idiawati, E. M. Harfinda, and L. Arianie, "Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus Niger* pada Ampas Sagu," *Natur Indonesia*, vol. 16, no. 1, pp. 1-9, 2014.
- [4] S. Oyeleke, O. Oyewole, E. Egwim, B. E. Dauda, and E. Ibeh, "Cellulase and Pectinase Production Potentials of *Aspergillus Niger* Isolate from Corn Cob," *Bayero Journal of Pure and Applied Science*, vol. 5, no. 1, pp. 78-83, 2012.
- [5] Supriati, T. Pasaribu, H. Hamid, and A. Sinurat, "Fermentasi Bungkil Inti Sawit secara Substrat Padat dengan Menggunakan *Aspergillus Niger*," *JITV*, vol. 3, no. 3, pp. 165-170, 1998.
- [6] M. Imran, Z. Anwar, M. Irshad, M. J. Asad, and H. Ashfaq, "Cellulase Production from Species of Fungi and Bacteria from Agricultural Wastes and Its Utilization in Industry," *Advance in Enzyme Research*, vol. 04, no. 02, pp. 44-55, 2016.
- [7] Z. Sa'adah, N. Ika S., and Abdullah, "Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus Niger* Menggunakan Substrat Jerami dengan Sistem Fermentasi Padat," *e-journal Undip*, vol. 1, pp. 1-10, 2010.
- [8] Novia, I. Utami, and L. Windiyati, "Pembuatan Bioethanol dari Sekam Padi Menggunakan Kombinasi Soaking in Aqueous Amonia (SAA) Pretreatment -Acid Pretreatment-Hidrolisis Fermentasi," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 20, no. 1, pp. 46-53, 2014.

- [9] F. Khedher, S. Dhoubi, S. Msahli, and F. Sakli, "The Influence of Industrial Finishing Treatment and Their Succession on The Mechanical Properties of Denim Garment," *AUTEX Resesarch Journal*, vol 9, no. 3, pp. 93-100, 2009.
- [10] M. M. R. Khan, M. I. H. Mondal, and M. Z. Uddin, "Sustainable Washing for Denim Garments by Enzymatic Treatment," *Journal of Chemical Engineering*, vol 27, no. 1, pp. 27-31. 2012
- [11] K. L. Budi, Wijanarka, and E. Kusdiyantini, "Aktivitas Enzim Sellulase yang dihasilkan oleh *Serratia marcescens* pad Substrat Jerami", *Jurnal Biologi*, vol. 7, no. 1, pp. 35-42, 2018.
- [12] Purkan, H. D. Purnama, and S. Sumarsih, "Produksi Enzim Selulase dari *aspergillus niger* Menggunakan Sekam Padi dan Ampas Tebu sebagai Induser," *Jurnal ILMU DASAR*, vol. 16, no. 2, pp. 95-102, 2015.
- [13] J. Polaina and A. P. MacCabe, *Industrial Enzyme: Structure, Function and Application*, 2007.
- [14] S.F. Harlapur and V. Sreenivasaiah, "Effect of Denim Washing on Properties of Denim Fabric," *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 6, no. 12, pp. 38-39, 2017.
- [15] Y. S. Liu, J. O. Baker, Y. Zeng, M. E. Himmel, T. Haas, and S.Y. Ding. "Cellobiohydrolase Hydrolyzes Crystalline Cellulose on Hydrophobic Faces," *J. Biol Chem*, vol. 286, no. 13, pp. 11195-11201, 2011.