

PROSES BIOWASHING MENGGUNAKAN ENZIM SELULASE TIPE NETRAL (CELLUSOFT®CR) TERHADAP KENAMPAKAN DAN SIFAT FISIK KAIN DENIM

BIOWASHING PROCESS USING NEUTRAL TYPE CELLULASE ENZYME (CELLUSOFT®CR) ON APPEARANCE AND PHYSICAL PROPERTIES OF DENIM FABRIC

Gina Novia¹, Samuel Martin², Rr. Wiwiek Eka Mulyani^{1*}

¹Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272, Indonesia

²Universitas Negeri Padang, Kota Padang, 25171, Indonesia

*Penulis korespondensi:

Alamat Email: wimulyani@gmail.com

Tanggal diterima: 29 September 2021, direvisi: 12 Mei 2022

dsetujui terbit: 27 Juni 2022

Abstrak

Zat warna indigo dengan proses perendaman beberapa kali (*multi dip*) menggunakan metoda *slasher dyeing*. Metoda ini merupakan metoda pencelupan pada kain denim yang menghasilkan celupan *ring-dyeing*, yaitu hasil pencelupan yang terkonsentrasi di permukaan benang sehingga mempermudah diperolehnya efek lusuh. *Biowashing* merupakan teknologi dalam proses penyempurnaan tekstil dengan memodifikasi pegangan serat menggunakan enzim selulase sebagai biokatalis dengan memutus ikatan 1,4- β -glukosida pada rantai molekul selulosa. Enzim yang digunakan adalah enzim selulase tipe netral (Cellusoft®CR) dengan variasi kondisi larutan pH 6, 7, 8 dengan waktu proses 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Nilai optimum aktifitas kerja enzim selulase tipe netral (Cellusoft®CR) yaitu pada pH 6 selama 30 menit dengan hasil efek lusuh kain secara visual menunjukkan ranking pertama dengan nilai sebesar 99, pengurangan berat kain sebesar 3,03 %, kekuatan tarik kain sebesar 556 N untuk arah lusi dan 359 N untuk arah pakan dan kekakuan kain sebesar 7,9 mg.cm untuk arah lusi dan 2,9 mg.cm untuk arah pakan.

Kata kunci: denim, kapas, *biowash*, enzim, enzim selulase tipe netral.

Abstract

The warp yarn of denim fabric is usually dyed using indigo dye with a multi dip process using the slasher dyeing method. This method produces a ring-dyeing dye, which is a dye that is concentrated on the surface of the yarn, making it easier to get a shabby effect. Biowashing is a technology in the textile refinement process by modifying the fiber grip using cellulase enzymes as biocatalysts by breaking the 1,4- β -glucoside bonds in the cellulose molecular chain. The enzyme used was a neutral type cellulase enzyme (Cellusoft®CR) with various conditions of pH 6, 7, 8 with a processing time of 10 minutes, 20 minutes and 30 minutes. The optimum value of the activity of Cellusoft®CR is at pH 6 for 30 minutes with the effect of shabby cloth visually shows the first rank with a value of 99, a reduction in fabric weight of 3.03%, the tensile strength of the fabric of 556 N for the warp and 359 N for the weft and the stiffness of the fabric was 7.9 mg.cm for the warp and 2.9 mg.cm for the weft.

Keywords: denim, cotton, biowash, enzyme, neutral type cellulase enzyme

PENDAHULUAN

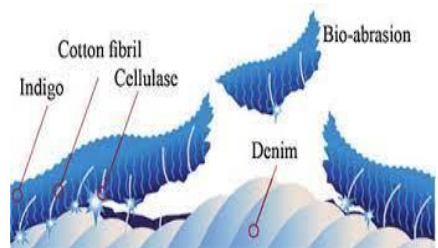
Kain denim merupakan salah satu bahan tekstil yang banyak digemari oleh seluruh kalangan masyarakat. Modifikasi kain denim sudah banyak dilakukan di industri garmen guna memenuhi sasaran pasar serta *trend fashion* dunia. Salah satu metode yang banyak digunakan guna memperoleh kain denim yang sesuai dengan permintaan pasar tersebut yakni dengan melakukan proses pelusuhan dengan memanfaatkan teknologi enzimatis¹.

Perkembangan teknologi enzimatis tidak hanya digunakan pada bidang farmasi dan makanan saja, akan tetapi dapat di aplikasikan pada industri tekstil itu sendiri. Pada industri tekstil, teknologi enzimatis dapat dipakai pada proses *pretreatment* sampai dengan proses penyempurnaan tekstil, salah satunya adalah proses penyempurnaan *biowashing* pada kain denim.

Biowashing merupakan suatu teknologi di dalam proses penyempurnaan tekstil dengan memodifikasi pegangan serat yang memanfaatkan enzim sebagai biokatalis. Proses *biowashing* bertujuan guna menambah kenampakan kain dengan menghilangkan efek bulu secara permanen pada permukaan kain sehingga pegangan kain menjadi langcai serta lembut².

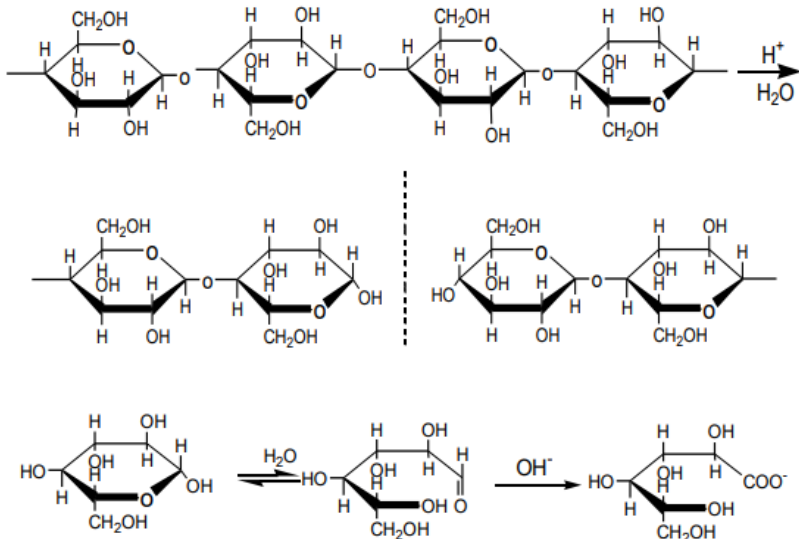
Wardop dan Jutte (1968) memaparkan bahwa dalam proses *biowashing* terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasilnya, yaitu jenis enzim, konsentrasi enzim, pH larutan, suhu serta lamanya waktu proses pengerjaan³.

Dalam penelitian ini Enzim yang digunakan dalam proses *biowashing* merupakan enzim selulase, yang termasuk dalam jenis *Hydrolase Enzym*. Enzim tersebut mampu mengkatalis reaksi hidrolisis. Enzim selulase bekerja sebagai pemutus rantai ikatan polimer 1,4- β -glukosida pada permukaan bahan selulosa dengan adanya gaya mekanik⁴. Secara sederhana mekanisme proses *biowashing* dapat kita lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme proses *biowashing* pada kain denim.⁵

Dari gambar 1 tersebut dapat kita lihat bahwa enzim terlebih dahulu menghidrolisis serat-serat kain yang menonjol atau bulu-bulu kain. Serat pada kain denim tercelup dengan zat warna indigo secara *ring dyed*, sehingga ketika serat tersebut terhidrolisis dan lepas dari kain maka bagian warna akan memudar pada bagian kain tersebut dan permukaan kain menjadi lebih lembut⁶.



Gambar 2. Reaksi Hidroselulosa²

Reaksi hidrolisis serat selulosa oleh enzim dapat kita lihat pada gambar 2. Reaksi yang terjalin dapat dipengaruhi oleh temperatur, pH, waktu, konsentrasi enzim, serta konsentrasi substrat yang hendak di hidrolisis. Sebagian besar enzim bekerja maksimal di temperatur normal. Tiap-tiap enzim memiliki temperatur optimum yang berbeda-beda. Pada umumnya enzim bekerja optimum pada temperatur 40 °C. Apabila temperatur di area enzim sedikit berkurang, maka efektifitas enzim cenderung hendak melambat. Keadaan ini terjalin sebab energi kinetik yang rendah, sehingga mereka bergerak lambat serta tidak kerap bertabrakan. Sebaliknya bila temperatur di area enzim sangat besar, maka enzim beresiko mengalami denaturasi yaitu perubahan struktur kimia enzim yang menyebabkan enzim rusak serta tidak bisa melaksanakan fungsinya⁷. Sisi aktif tidak akan lagi mengikat ke

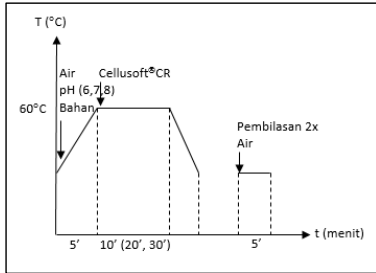
substrat maka tidak ada ada reaksi yang terjadi. Seperti halnya suhu, enzim akan bekerja optimum pada kondisi pH tertentu. Pada umumnya pH optimum enzim berkisar antara 6-8. Sedangkan konsentrasi enzim akan berpengaruh terhadap banyaknya serat yang dihidrolisis⁸.

BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan pada percobaan merupakan kain kapas denim yang telah dilakukan proses penghilangan kanji dengan berat kain 475,05 g/m², nomor benang Ne₁ 6,72 lusi, Ne₁ 7,22 pakan dengan total lusi 68 helai/inci dan total pakan 46 helai/inci. Enzim selulase tipe netral (Cellusoft®CR), CH₃COOH 30% dan NaOH.

Proses *biowashing* dilakukan dengan mesin *rotary washer* dengan perbandingan *liquor ratio* 1:10, Cellusoft®CR 2%, pH 6, 7, 8 pada suhu 60°C selama 10 menit, 20 menit

dan 30 menit. Skema proses *biowashing* dapat kita lihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Skema proses *biowashing* kain denim dengan enzim selulase tipe netral (Cellusoft®CR).

Evaluasi dilakukan dengan menggunakan pengujian efek lusuh kain secara visual, pengurangan berat kain, kekuatan tarik kain cara pita tirus berdasarkan SNI 08-0276-2009 menggunakan alat dinamometer dengan beban 100 kg dan kekakuan lentur kain berdasarkan SNI 314: 2017 memakai alat *Shirley Stiffness Tester*.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Hasil pengujian efek lusuh kain secara visual setelah proses *biowash*

pH	Nilai efek lusuh		
	Waktu		
	10 menit	20 menit	30 menit
6	83	89	99
7	48	52	56
8	50	53	57

Tabel 2. Hasil pengujian pengurangan berat kain setelah proses *biowash*

pH	% Pengurangan berat		
	Waktu		
	10 menit	20 menit	30 menit
6	1,91	2,16	3,03
7	0,70	0,72	0,75
8	0,64	0,72	0,75

Tabel 3. Hasil pengujian kekuatan tarik kain setelah proses *biowash*

pH	Kekuatan tarik (N)					
	Lusi			Pakan		
	10'	20'	30'	10'	20'	30'
6	613	586	556	404	376	359
7	651	621	609	463	431	414
8	738	723	705	516	509	498

Tabel 4. Hasil pengujian kekakuan kain setelah proses *biowash*

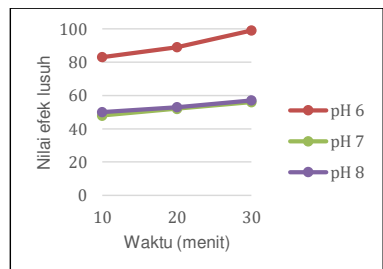
pH	Kekakuan kain (mg.cm)					
	Lusi			Pakan		
	10'	20'	30'	10'	20'	30'
6	9,9	9,1	7,9	4,4	3,5	2,9
7	9,8	9,4	9,4	5,4	5,3	4,8
8	11,6	9,9	9,4	5,4	5,2	4,9

Keterangan ') menit

PEMBAHASAN

Efek lusuh warna secara visual

Berikut adalah grafik hasil pengujian efek lusuh kain secara visual dapat dilihat pada Gambar 4. di bawah ini.



Gambar 4. Grafik pengaruh efek lusuh kain terhadap pH dan waktu proses.

Pengujian efek lusuh kain secara visual ini bertujuan untuk menentukan nilai kelusuhan kain denim yang dihasilkan pada proses pelusuhan

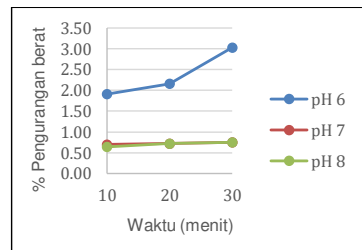
biowashing. Pengujian pengamatan visual ini dilakukan oleh 5 orang dengan metode perankingan, dimana hasil pencelupan yang terkonsentrasi di permukaan benang lusi (*ring dyeing*) menjadi penunjang untuk menghasilkan efek lusuh pada saat proses pelusuhannya. Proses pelusuhan kain denim dengan metode *biowashing* menggunakan enzim selulase akan menghidrolisa permukaan benang dengan memutus ikatan 1,4- β -glukosida. Terhidrolisanya bagian permukaan benang serta terdapatnya pengikisan zat warna pada permukaan kain denim mengakibatkan terbentuknya efek lusuh pada kain denim. Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa rendahnya pH larutan dan lamanya waktu proses menghasilkan efek lusuh yang semakin tinggi. Pengerjaan pada pH 6, efek lusuh yang dihasilkan lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengerjaan pada kondisi pH 7 dan 8. Berdasarkan hasil percobaan tersebut, kondisi optimum untuk enzim selulase tipe netral yaitu pada pH 6. Pada pH 6 kondisi tersebut sangat membantu dalam proses pelusuhan karena enzim bekerja secara maksimal dalam menghidrolisa serat selulosa sehingga akan semakin banyak zat warna yang terkikis pada permukaan kain.

Selain pengaruh pH larutan, lamanya waktu proses memiliki pengaruh yang besar bagi proses pelusuhan. Berdasarkan hasil pengujian, dengan semakin bertambahnya waktu proses akan menghasilkan kain denim dengan tingkat efek lusuh yang tinggi. Pada proses *biowashing* waktu proses yang lebih lama memungkinkan enzim untuk memiliki lebih banyak kesempatan dalam menghidrolisa selulosa serta mengikis zat warna pada permukaan lebih banyak. Gerakan mekanik yang terjadi antar kain selama proses berlangsung dapat menyebabkan

abrasi yang turut membantu terjadinya pengikisan zat warna pada permukaan kain⁵. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian, dimana semakin lama waktu proses maka efek lusuh yang dihasilkan semakin besar karena banyaknya zat warna yang terkikis pada permukaan kain.

Pengurangan berat kain

Grafik hasil pengujian pengurangan berat pada proses *biowashing* dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



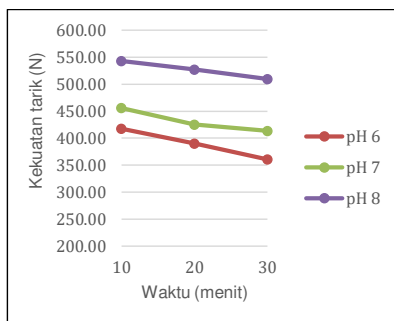
Gambar 5. Grafik pengaruh % pengurangan berat kain terhadap pH dan waktu proses

Pengurangan berat merupakan salah satu parameter untuk mengetahui terjadinya hidrolisis selulosa oleh enzim. Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa persentase pengurangan berat meningkat seiring dengan rendahnya pH dan lamanya waktu proses. Nilai pengurangan berat kain terbesar dihasilkan oleh contoh uji pada pH 6 dengan waktu 30 menit yaitu sebesar 3,03%. Dalam proses hidrolisa oleh enzim, selulosa akan terdegradasi menjadi glukosa yang larut dalam air, dengan terdapatnya degradasi rantai polimer menjadi glukosa dalam air maka sebagian material selulosa akan berkurang. Lamanya waktu proses *biowashing* pada pengujian memiliki pengaruh yang cukup besar dalam kenaikan nilai persentase pengurangan berat kain⁹.

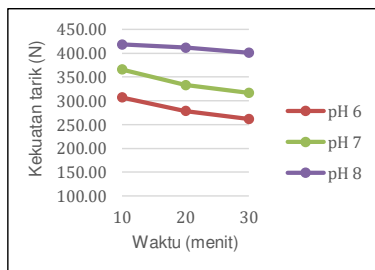
Waktu proses yang lebih lama akan memberikan banyak kesempatan untuk enzim bekerja menghidrolisa serat.

Kekuatan tarik kain

Pengujian kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik kain denim yang telah dilakukan proses *biowash*. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 08- 0276-2009 tentang cara uji kekuatan tarik pita tiras. Beban yang dipakai pada pengujian adalah beban seberat 100 kg. Grafik hasil pengujian kekuatan tarik kain arah lusi dan arah pakan dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik pengaruh kekuatan Tarik kain terhadap pH dan waktu proses (arah Lusi)



Gambar 7. Grafik pengaruh kekuatan Tarik kain terhadap pH dan waktu proses (arah Pakan)

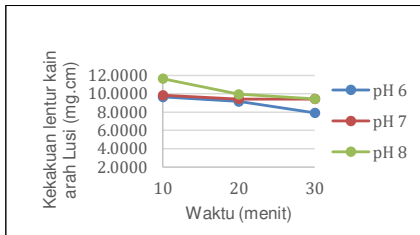
Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7 dapat dilihat bahwa kekuatan tarik kain denim mengalami penurunan baik arah lusi maupun pakan. Kekuatan tarik kain denim sebelum proses *biowashing* yaitu sebesar 741,47 N untuk arah lusi dan 519,40 N untuk arah pakan. Penurunan kekuatan tarik terbesar untuk arah lusi maupun pakan dialami oleh pH 6 selama 30 menit yaitu 360,64 N arah lusi dan 261,66 N arah pakan. Berdasarkan Hasil kekuatan tarik pada arah lusi maupun pakan masih memenuhi standar mutu kain denim SNI 08-0560-2008, kain denim harus mempunyai kekuatan tarik minimum 45 kg atau 441 N untuk kekuatan tarik arah lusi dan 25 kg atau 245 N untuk kekuatan tarik arah pakan.

Grafik hubungan antara pH, serta waktu proses terhadap kekuatan tarik kain denim pada gambar 6 serta 7 menunjukkan dengan semakin rendahnya pH yang digunakan serta lama waktunya proses pengerjaan mengakibatkan banyaknya pemutusan rantai polimer selulosa, sehingga derajat polimerisasi semakin rendah ataupun rantai polimer semakin pendek¹⁰, dan dengan semakin rendahnya derajat polimersisasi rantai molekul, mengakibatkan kekuatan tarik menurun serta sifat polimer menjadi lebih getas, artinya kemampuan kain untuk bertambah panjang ketika dilakukan penarikan akan semakin berkurang¹¹.

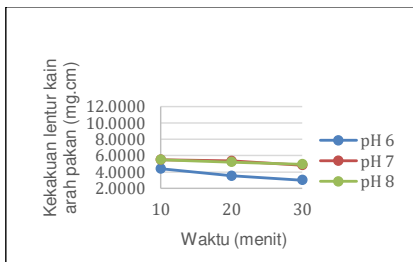
Kekakuan kain

Pengujian kekakuan kain dilakukan untuk mengetahui kekakuan lentur kain denim yang telah diproses *biowash*. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 314: 2017. Grafik hasil pengujian kekakuan kain arah lusi dan arah

pakan dapat dilihat pada Gambar 8. dan Gambar 9. di bawah ini.



Gambar 8. Grafik pengaruh kekakuan kain terhadap pH dan waktu proses arah lusi



Gambar 9. Grafik pengaruh kekakuan kain terhadap pH dan waktu proses arah lusi.

Kekakuan lentur kain merupakan besarnya momen ujung kain dengan lebar kain tertentu. Besar kekakuan lentur kain dinyatakan dalam mg.cm. Seperti yang telah dijelaskan pelusutan kain denim dengan metode biowashing menggunakan enzim selulase akan menghidrolisa dengan memutus ikatan 1,4- β -glukosida. Pada proses hidrolisa oleh enzim, selulosa akan terdegradasi menjadi glukosa yang larut dalam air. Reaksi hidrolisa pada serat yang menyebabkan kadar selulosa berkurang dan rantai molekul yang semakin pendek. Dan semakin banyaknya gugus selulosa yang terhidrolisis maka semakin tipis kain dan semakin lemas.¹²

Berdasarkan Gambar 8. dan Gambar 9. di atas, menunjukkan bahwa aktivitas kerja enzim selulase tipe netral berada pada kondisi pH 6 dengan waktu 30 menit menghasilkan kekakuan lentur kain yang rendah yaitu 7,9197 mg.cm untuk arah lusi dan 2,9881 mg.cm untuk arah pakan. Selain itu, lamanya waktu proses menjadi faktor banyaknya pemutusan rantai polimer selulosa sebagai akibat kerja enzim selulase, sehingga kekakuan kain menurun karena banyaknya kesempatan enzim untuk mendegradasi permukaan serat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan, variasi pH dan waktu proses *biowashing* pada kain denim sangat berpengaruh terhadap peningkatan efek lusuh warna secara visual, pengurangan berat kain, kekuatan tarik kain dan kekakuan kain. Nilai optimum aktivitas kerja enzim selulase tipe netral (Cellusoft®CR) yaitu pada pH 6 selama 30 menit dengan hasil efek lusuh kain secara visual menunjukkan ranking pertama dengan nilai sebesar 99, pengurangan berat kain sebesar 3,03 %, kekuatan tarik kain sebesar 556 N untuk arah lusi dan 359 N untuk arah pakan dan kekakuan kain sebesar 7,9 mg.cm untuk arah lusi dan 2,9 mg.cm untuk arah pakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agrawal, B. J. Bio-Stoning of Denim- An Environmental-Friendly Approach. *Curr. Trends Biomed. Eng. Biosci.* 3, 45–47 (2017).
2. Kurniawan, K., Arham, Z., Tekstil, J. K. & Barat, J. Aplikasi Enzim Selulase Tipe Asam Pada Proses Biowashing Kain Denim. 55–63 (2020).
3. Wardrop, A. B. & Jutte, S. M. The enzymatic degradation of cellulose from *Valonia ventricosa*. *Wood Sci. Technol.* 2, 105–114 (1968).
4. Hasibuan, M. A. (Muhammad), Restuhadi, F. (Fajar) & Rossi, E. (Evy). Uji Aktivitas Enzim Selulolitik Dari Bekicot (*Achatina Fulica*) Pada Beberapa Substrat Limbah Pertanian. *J. Online Mhs. Fak. Pertan. Univ. Riau* 4, 1–12 (2017).
5. Maryan, A. S., Montazer, M. & Damerchely, R. Discoloration of denim garment with color free effluent using montmorillonite based nano clay and enzymes: Nano bio-treatment on denim garment. *J. Clean. Prod.* 91, 208–215 (2015).
6. Khan, M. M. R., Mondal, M. I. H. & Uddin, M. Z. Sustainable Washing for Denim Garments by Enzymatic Treatment. *J. Chem. Eng.* 27, 27–31 (2013).
7. Abdelfattah Halleb, N., Sahnoun, M. & Cheikhrouhou, M. The effect of washing treatments on the sensory properties of denim fabric. *Text. Res. J.* 85, 150–159 (2015).
8. Koo, H., Ueda, M., Wakida, T., Yoshimura, Y. & Igarashi, T. Cellulase Treatment of Cotton Fabrics. *Text. Res. J.* 64, 70–74 (1994).
9. Lee, I. Y., Jeong, G. E., Kim, S. R., Bengelsdorff, C. & Kim, S. D. Effects of biowashing and liquid ammonia treatment on the physical characteristics and hand of denim fabric. *Color. Technol.* 131, 192–199 (2015).
10. Shabbir, M. & Sheikh, J. N. Introduction to textiles and finishing materials. *Front. Text. Mater. Polym. Nanomater. Enzym. Adv. Modif. Tech.* 1–11 (2020) doi:10.1002/9781119620396.ch1.
11. Suman Mir, Milon Hossain, Palash Biswas, Alamgir Hossain, M. A. I. Evaluation of Mechanical Properties of Denim Garments after Enzymatic Bio- Washing. *World Appl. Sci. J.* 31, 1661–1665 (2014).
12. Olatunji, O. Natural polymers: Industry techniques and applications. *Natural Polymers: Industry Techniques and Applications* (2015). doi:10.1007/978-3-319-26414-1.