

STUDI PENINGKATAN DAYA SERAP KAIN POLIESTER DENGAN MENGGUNAKAN ENZIM LIPASE

STUDY OF ABSORPTION IMPROVEMENT ON POLYESTER FABRIC USING LIPASE ENZYMES

Agung Haryanto dan Noerati

Politeknik STTT Bandung, Jl. Jakarta No.31 Bandung
E-mail: agung.digistex@gmail.com

Tanggal diterima: 19 Maret 2020, direvisi: 6 Mei 2020, disetujui terbit: 8 Juni 2020

ABSTRAK

Poliester memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat sintetis lainnya diantaranya memiliki kekuatan yang tinggi, tidak mudah mulur, tidak mudah kusut apabila dicuci, dan memiliki ketahanan abrasi, namun juga memiliki kekurangan dalam sifat hidrofobiknya, hal ini disebabkan oleh *moisture regain* yang rendah yaitu 0,4%. Salah satu teknik yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan sifat hidrofilik dari kain poliester dengan tanpa mengakibatkan kerusakan pada bahan adalah dengan menggunakan enzim lipase. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh variasi konsentrasi enzim lipase (berupa *crude* enzim lipase) dalam upaya peningkatan daya serap kain poliester. Variasi konsentrasi enzim yang digunakan yaitu 40%, 60%, 80%, dan 100% *on weight fabric* (*owf*). Setelah proses enzimatik kain poliester dilakukan evaluasi, terhadap pengurangan berat bahan, waktu serap (standar AATCC 79 yang diamati menggunakan mikroskop digital), serta analisis gugus fungsi poliester melalui FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa enzim lipase berpengaruh pada peningkatan daya serap. Kain poliester tanpa perlakuan enzim memiliki daya serap 19 detik dan daya serap meningkat secara signifikan menjadi 4 detik pada konsentrasi enzim lipase 60%. Peningkatan daya serap ini lebih baik dibandingkan pada konsentrasi enzim lipase lainnya, yaitu pada konsentrasi enzim lipase 40% (5,3 detik), 80% (4,7 detik), dan 100% (4,7 detik).

Kata kunci: enzim lipase, *crude* enzim lipase, modifikasi poliester, daya serap, AATCC 79

ABSTRACT

Polyester has many predominant properties compared to other synthetic fibers, such as high strength, good dimensional stability, good wrinkle resistance and abrasion resistance, but it has a weakness in the hydrophobic properties, due to their low moisture regain (0,4%). Applied technique that can be used to improve the hydrophobic properties of polyester fabrics without causing damage is enzymatic treatment using lipase. This study discusses about the effect of various concentrations of lipase enzyme (in the form of crude enzymes) towards polyester fabrics absorption improvement. The concentrations of lipase enzyme were varied from 40%, 60%, 80% and 100% on weight fabric (owf). After the enzymatic treatment, weight reduction, absorption rate (AATCC 79 standard observed using digital microscope) and polyester functional groups analysis (FTIR) were evaluated. The results showed that the lipase enzymes have an effect in the improvement of fabric absorption. Untreated polyester fabrics has absorption rate of 19 seconds and the absorption increased significantly to 4 seconds for treated polyester with lipase enzyme concentration at 60%. Lipase enzyme concentration at 60% gave optimum result compared to others, namely at 40% (5.3 seconds), 80% (4.7 seconds), and 100% (4.7 seconds).

Keywords: lipase enzyme, crude lipase enzyme, polyester modification, absorption, AATCC 79

PENDAHULUAN

Kain poliester merupakan bahan tekstil yang memiliki berbagai aplikasi baik untuk sandang maupun non sandang. Hal ini karena poliester memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat sintetis lainnya, diantaranya memiliki kekuatan yang tinggi, tidak mudah mulur, tidak mudah kusut apabila dicuci, cepat kering dan memiliki ketahanan abrasi.¹ Kebutuhan poliester terus mengalami peningkatan, dengan total kebutuhan serat

sebagaimana tercantum pada Gambar 1. Kebutuhan serat dunia didominasi oleh poliester (49%), diikuti oleh kapas (26%), serat olefin (10%), serat selulosa (6%), nilon (4%), akrilik (2%), wol, sutera dan nilon (2%) serta serat sintetis lainnya (1%).² Salah satu kekurangan poliester, yaitu kemampuan menyerap air atau sifat hidrofobiknya, hal ini disebabkan oleh *moisture regain* yang rendah (0,4%).³

Kekurangan poliester tersebut dapat diperbaiki dengan melakukan modifikasi pada permukaan yang dapat memberikan sifat hidrofilik lebih baik.



Gambar 1. Kebutuhan serat dunia²

Umumnya modifikasi permukaan poliester dengan perlakuan alkali dapat meningkatkan sifat hidrofilik poliester. Namun proses ini berdampak negatif pada lingkungan karena penggunaan air dan bahan kimia natrium hidroksida sangat tinggi.⁴ Selain itu, proses perlakuan alkali juga menggunakan energi yang besar karena membutuhkan temperatur tinggi. Kelemahan lain adalah apabila prosesnya tidak terkontrol dengan baik, maka dapat terjadi pengurangan kekuatan dan berat yang signifikan akibat pengelupasan permukaan oleh alkali pada poliester yang dimodifikasi.⁵

Seiring dengan isu perlindungan lingkungan yang kian menjadi perhatian serius, penggunaan enzim dipertimbangkan sebagai alternatif pada proses pengolahan tekstil. Penggunaan enzim pada pengolahan tekstil akan menghasilkan proses yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Secara umum, penggunaan enzim juga mengarah pada pengurangan konsumsi air dan energi.⁶

Enzim adalah makromolekul alami ramah lingkungan dan merupakan katalis biologis yang telah digunakan di industri tekstil sejak 1960-an. Katalis adalah zat yang dapat membuat reaksi kimia berjalan lebih cepat. Enzim di industri tekstil diantaranya digunakan untuk proses *desizing*, *scouring*, *polishing*, *washing*, dan *degumming*.⁷ Selain pada industri tekstil, enzim sebagai biokatalis juga telah banyak diaplikasikan secara komersial pada industri pangan, medis, kimia, dan farmasi.

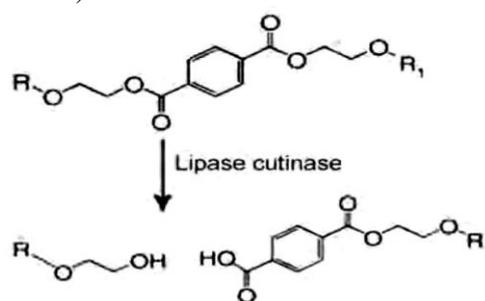
Salah satu alternatif teknik modifikasi permukaan poliester yang lebih ramah lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan enzim lipase.¹ Reaksi enzimatik yang terjadi telah menunjukkan bahwa proses enzimatik dapat menjadi metode alternatif untuk proses alkali, karena memungkinkan terjadi hanya pada substrat yang spesifik dan pada kondisi yang ringan,

sehingga dapat mencegah terjadinya reaksi samping yang tidak diinginkan.⁶

Enzim lipase ditemukan dan digunakan sebagai katalis untuk proses produksi pada industri kosmetik, pulp dan kertas, tekstil, serta industri farmasi.⁴ Kemampuan yang beragam dari enzim lipase menjadikannya dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti dalam obat-obatan, bahan tambahan makanan, pereaksi klinis, pembersih dan sintesis biopolimer.⁸

Enzim lipase dapat meningkatkan sifat hidrofilik pada poliester. Namun demikian, penggunaan lipase untuk skala komersial saat ini masih terbatas karena alasan ekonomis, yakni harga lipase yang masih relatif mahal.⁹ Kebutuhan enzim bagi industri cenderung meningkat, industri masih mengimpor dari luar negeri seperti China, Jepang, India dan sebagian dari Eropa. Saat ini, pemerintah Indonesia melalui Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) telah berupaya untuk dapat memproduksi enzim lipase, yakni berupa *crude* enzim lipase. Penelitian ini merupakan salah satu aplikasi dari enzim yang telah berhasil diproduksi oleh BPPT.

Enzim lipase dapat menghidrolisa ikatan ester pada poliester, sehingga akan membentuk gugus hidroksil (-OH) dan gugus karboksil (-COOH) seperti dapat dilihat pada Gambar 2. Mekanisme hidrolisis ikatan ester pada poliester yang membentuk gugus hidroksil dan karboksil menyebabkan peningkatan daya serap, sehingga serat poliester akan bersifat hidrofilik.³ Kinerja enzim sangat dipengaruhi oleh pH, temperatur, dan konsentrasi enzim.¹⁰ Enzim lipase yang diproduksi oleh BPPT memiliki kondisi optimum pada rentang pH 6-7 dan temperatur 37-40°C (optimum pada suhu 40°C).



Gambar 2. Polyethylene terephthalate dihidrolisa oleh enzim lipase.¹¹

Penelitian ini fokus pada penentuan konsentrasi enzim lipase yang optimum untuk peningkatan daya serap kain poliester. Pada penelitian ini dilakukan proses perlakuan awal (*pretreatment*) pada kain poliester, diikuti dengan proses perlakuan enzim lipase pada berbagai konsentrasi, dan pengujian serta evaluasi berat bahan, waktu serap, dan gugus fungsi pada kain poliester hasil modifikasi.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah kain poliester *ready for dye* (RFD) dari PT.X dengan anyaman polos dan enzim lipase (berupa *crude* enzim lipase) dari Laboratorium Pusat Teknologi Bioindustri BPPT.

Peralatan dan mesin

Mesin yang digunakan yaitu mesin HT/HP (*High Temperature and High Pressure*) sebagaimana pada Gambar 3. Selain HT/HP, mesin yang digunakan yaitu mesin stenter untuk mengeringkan bahan. Proses enzimatik dilakukan pada skala laboratorium di Politeknik STTT Bandung.



Gambar 3. Mesin HT/HP

Standar yang digunakan dalam pengujian daya serap pada kain poliester yaitu AATCC 79 dengan bantuan mikroskop digital merek Shunsine. Peralatan lain yang digunakan yaitu timbangan digital untuk mengevaluasi berat bahan. Alat terakhir yang digunakan yaitu Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra Red Spectroscopy*) IRAffinity-1S Shimadzu untuk menganalisa gugus fungsi pada poliester.

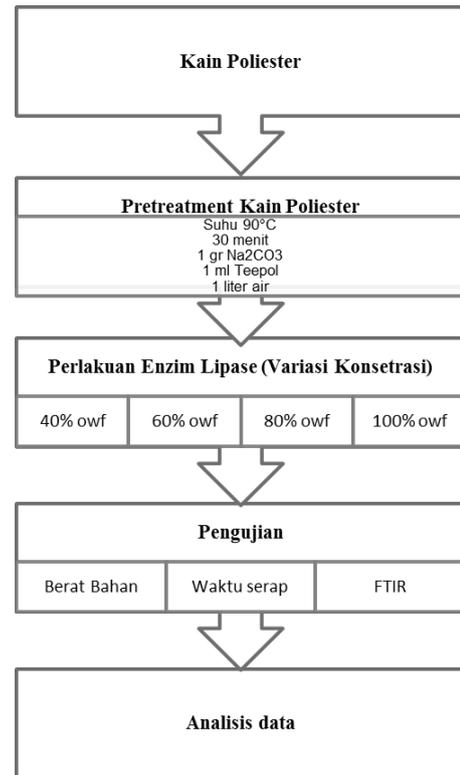
Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada skala laboratorium, dengan diagram alir percobaan disajikan pada Gambar 4. Pada kain poliester, dilakukan *pretreatment* terlebih dahulu, dengan penambahan surfaktan khususnya non-ionik yang akan memudahkan penetrasi enzim karena menurunkan tegangan permukaan serat.¹²

Proses enzimatik

Konsentrasi enzim yang digunakan di atas 30% *owf* hal ini dikarenakan kinerja dari *crude* enzim lebih rendah dibandingkan dengan enzim yang sudah dimurnikan.¹³ Variasi proses enzimatik dilakukan pada berbagai konsentrasi enzim lipase, yaitu 40%, 60%, 80% dan 100% *owf* pada mesin HT/HP. Penggunaan mesin HT/HP dalam penelitian ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa pada prosesnya dapat dilakukan pengaturan parameter temperatur dan waktu secara konsisten.

Hal ini dikarenakan proses enzimatik dengan enzim lipase membutuhkan temperatur yang optimum pada 40°C.



Gambar 4. Diagram alir percobaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengurangan berat bahan

Secara keseluruhan kain poliester yang telah diberi perlakuan proses enzimatik mengalami pengurangan berat. Evaluasi pengurangan berat dilakukan dengan menimbang kain poliester sebelum dan sesudah proses enzimatik sebanyak 3 kali penimbangan menggunakan timbangan digital. Selisih berat dihitung rata-ratanya dan disajikan dalam nilai persentase pengurangan berat. Data pengamatan disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 5.

Terjadinya pengurangan berat dapat menunjukkan bahwa pada proses ini oligomer dengan beberapa unit monomer dapat dilarutkan.¹⁴ Pengurangan berat dengan persentase yang sama terjadi pada konsentrasi enzim 80% *owf* dan 100% *owf*. Hal ini dapat disebabkan oligomer terlarut tidak lagi dapat diakses oleh lipase.¹⁵

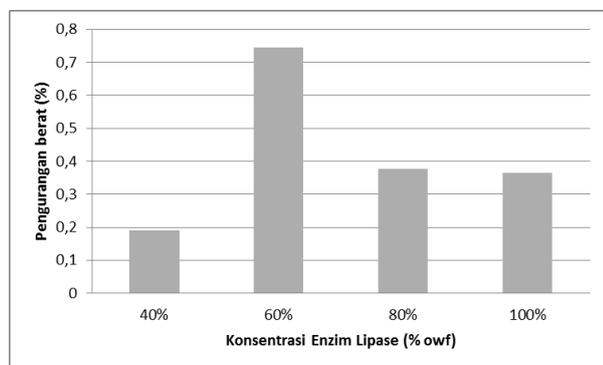
Waktu Serap

Pengamatan daya serap menggunakan standar AATCC 79 dengan bantuan mikroskop digital dengan perbesaran minimum 50x dan maksimum 1500x sehingga pengamatan dapat lebih akurat dan terukur. Data pengamatan disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 6 sedangkan Gambar 7 merupakan pengamatan tetesan air pada permukaan kain poliester. Tetesan air dari ketinggian tetap (1 cm) ke contoh uji ditentukan, kemudian waktu yang

dibutuhkan agar tetesan air menghilang dari kain diamati. Semakin pendek waktu penyerapan, semakin kain mudah dibasahi.¹⁶ Pengamatan dilakukan di 3 tempat yang berbeda, kemudian waktu serap di rata-ratakan.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi enzim lipase terhadap pengurangan berat dan waktu serap

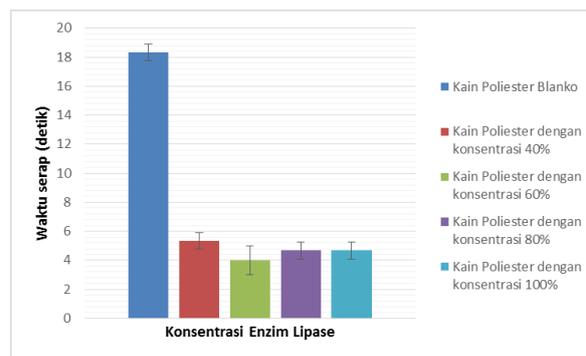
Konsentrasi Enzim Lipase	Pengurangan Berat (%)	Waktu Serap (detik)
Blanko	-	19
40 % <i>owf</i>	0,19	5,3
60 % <i>owf</i>	0,75	4
80 % <i>owf</i>	0,38	4,7
100 % <i>owf</i>	0,38	4,7



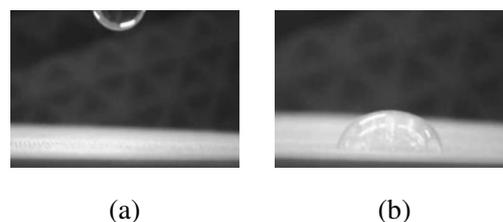
Gambar 5. Grafik pengaruh variasi konsentrasi enzim lipase terhadap % pengurangan berat bahan

Kain poliester sebelum proses enzimatik memiliki waktu serap 19 detik. Peningkatan waktu serap terjadi pada seluruh kain poliester yang telah dilakukan proses enzimatik. Peningkatan waktu serap terbaik terjadi pada konsentrasi enzim lipase 60% *owf*. Peningkatan daya serap ini terjadi karena pemutusan jembatan ester pada permukaan serat poliester sehingga membentuk gugus hidroksil dan karboksil yang dapat berikatan hidrogen.¹⁷

Pada konsentrasi enzim 80% *owf* dan 100% *owf*, kinerja enzim sudah tidak optimal, terlihat dari waktu serap yang tidak berubah pada kedua konsentrasi tersebut, dan juga cenderung lebih lama dibandingkan waktu serap pada konsentrasi enzim 60% *owf*. Hal ini disebabkan kinerja enzim-substrat sangat spesifik. Konsentrasi substrat berpengaruh terhadap kontak enzim-substrat, apabila substrat cocok dengan enzim, maka kinerja enzim akan optimal.¹⁸ Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kinerja enzim optimal pada konsentrasi 60% *owf*.



Gambar 6. Pengaruh variasi konsentrasi enzim lipase terhadap waktu serap (detik)

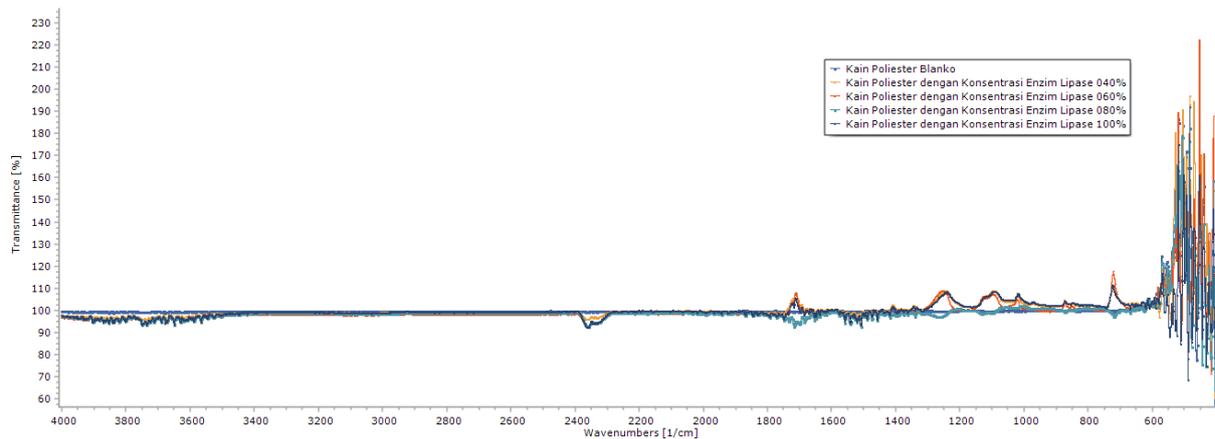


Gambar 7. Pengamatan AATCC 79 menggunakan mikroskop digital (a) tetesan air sebelum jatuh ke contoh uji (b) tetesan air pada detik ke-2

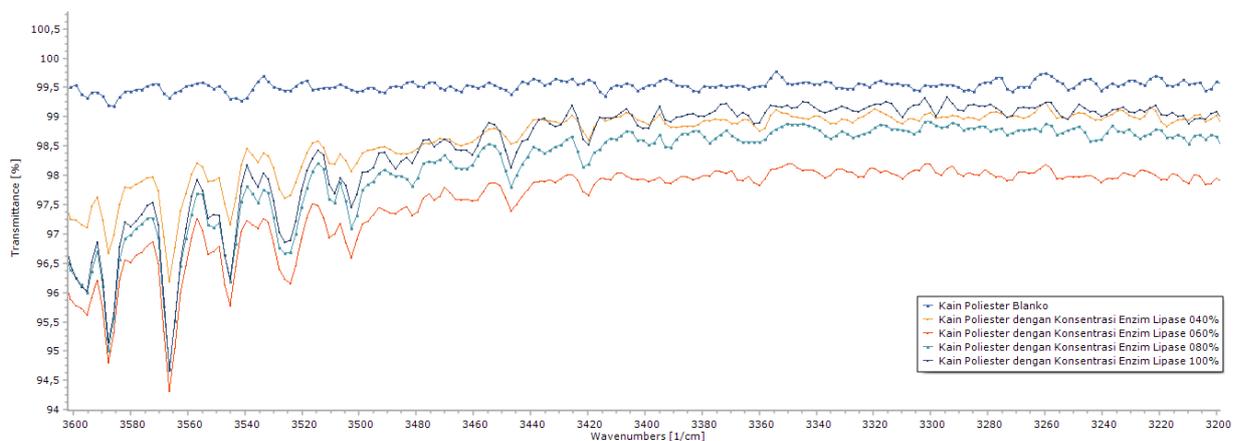
Pengamatan FTIR

Analisis FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi kimia yang terdapat pada kain poliester sebelum dan setelah dilakukan proses enzimatik. Spektroskopi FTIR merupakan salah satu instrumen untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia.¹⁹

Spektroskopi FTIR merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari penransmision cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang atau bilangan gelombang. Analisis gugus fungsi suatu sampel dilakukan dengan membandingkan pita serapan yang terbentuk pada spektrum inframerah menggunakan tabel korelasi dan menggunakan spektrum senyawa pembanding (yang telah diketahui).²⁰



Gambar 8. Spektra FTIR kain poliester sebelum (blanko) dan setelah proses enzimatik pada konsentrasi enzim lipase 40%, 60%, 80% dan 100% *owf*



Gambar 9. Spektra FTIR pada wilayah 3600-3200 kain poliester sebelum (blanko) dan kain poliester setelah proses enzimatik pada konsentrasi enzim lipase 40%, 60%, 80% dan 100% *owf*

Tabel 2. Interpretasi spektrum Fourier Transform Infrared (FTIR) pada poliester¹¹

<i>Group</i>	<i>Vibration</i>	<i>Type</i>	<i>Range</i>	<i>Inference</i>
<i>Aromatic rings</i>	<i>Ring stretch</i>	<i>Symmetric</i>	1600,1500 <i>stretch</i>	C=C
<i>Alkalynes</i>	<i>Bend</i>	<i>Band</i>	700-610(b) <i>bend</i>	C-H
<i>Hydrogen-bonded</i>	<i>Stretch</i>	<i>OH stretch</i>	3600-3200(b) <i>stretch</i>	O-H
<i>Esters</i>	<i>Stretch</i>	<i>C=O</i>	1760-1670(s) <i>Stretch</i>	C=O
<i>Carboxylic acids</i>	<i>Stretch</i>	<i>Antsymmetric</i>	3000-2500(b) <i>Stretch</i>	COOH

Tabel 2 merupakan interpretasi spektrum FTIR pada poliester. Gambar 9 merupakan spektra FTIR kain poliester blanko dan kain poliester hasil proses enzimatik pada wilayah 3600 – 3200 cm^{-1} . Spektra tersebut menunjukkan bahwa terdapat ikatan hidrogen pada wilayah tersebut dan telah terjadi perubahan pita serapan pada kain poliester hasil perlakuan proses enzimatik jika dibandingkan dengan kain poliester tanpa proses enzimatik (blanko). Hasil pengamatan FTIR pada wilayah tersebut memperlihatkan pula bahwa pada konsentrasi enzim lipase 60% *owf*, terjadi

perubahan pita serapan pada rentang gugus ikatan hidrogen (-OH) yang terlihat signifikan dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hasil FTIR ini membuktikan bahwa enzim lipase mampu menghidrolisa gugus ester pada poliester menjadi gugus hidroksil (-OH). Adanya gugus -OH ini membuat daya serap poliester meningkat.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa enzim lipase mampu memodifikasi poliester dalam upaya peningkatan daya serap, namun perlu

dilakukan penelitian lanjutan mengenai ketahanan terhadap pencucian untuk mengetahui apakah peningkatan daya serap ini permanen atau tidak. Secara keseluruhan kain poliester yang telah dilakukan proses enzimatis mengalami pengurangan berat dan peningkatan daya serap yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kain poliester tanpa proses enzimatis. Selain terjadi pengurangan berat dan peningkatan daya serap, kain poliester setelah proses enzimatis mengalami perubahan gugus fungsi terutama pada wilayah 3600–3200 yang menunjukkan terbentuknya gugus hidroksil (-OH).

PUSTAKA

1. Kim, H. R. & Song, W. S. Lipase Treatment of Polyester Fabrics. *Fibers Polym.* **7**, 339–343 (2006).
2. Pujari, A. Highlights of a strong growth market – Polyester fibers & PET. in 33 (2018).
3. El-shemy, N. S., El-hawary, N. S. & El-sayed, H. Basic and Reactive-Dyeable Polyester Fabrics Using Lipase Enzymes. *J. Chem. Eng. Process Technol.* **7**, 1–5 (2016).
4. Mojsov, K. *dkk.* Enzymatic treatment of wool fabrics with lipase in the improvement of some properties of wool fabrics. *Tekst. Ind.* 4–11 (2020). doi:10.5937/tekstind2001004M
5. Taylor, P., Gupta, D. & Chaudhary, H. The Journal of The Textile Institute Topographical changes in polyester after chemical , physical and enzymatic hydrolysis. 37–41 (2015). doi:10.1080/00405000.2014.934046
6. Karaca, B. & Özdogan, E. A study on surface characterization of enzyme treated polyethylene terephthalate fibers by Xps and AFM. *TEKSTİL ve KONFEKSİYON* **23**, 16–22 (2013).
7. Mojsov, K. Biopolishing Enzymes and their Applications in Textiles : A review. *Tekst. Ind.* **61**, 20–24 (2014).
8. Balaji, V. & Ebenezer, P. Optimization of extracellular lipase production in *Colletotrichum gloeosporioides* by solid state fermentation. *Indian J Sci Technol* **1**, 1–8 (2008).
9. Kaewthong, W., Sirisansaneeyakul, S., Prasertsan, P., Aran, H. & others. Continuous production of monoacylglycerols by glycerolysis of palm olein with immobilized lipase. *Process Biochem.* **40**, 1525–1530 (2005).
10. Toha, A. H. . Ensiklopedia Biokimia Biologi Molekuler. 884 (2011).
11. Kumar, J. A., Kumar, M. S. & Samakulam, S. A study on improving dyeability of polyester fabric using lipase enzyme. *AUTEX Res. J.* 1–7 (2019). doi:10.2478/aut-2019-0030
12. Traore, M. K. & Buschle-Diller, G. Environmentally friendly scouring processes. *Text. Chem. Color. Am. Dyest. Report.* **32**, (2000).
13. Retnoningtyas, E. S. Aplikasi *Crude* Enzim Selulase dari Tongkol Jagung (*Zea mays* L) pada produksi Etanol dengan Metode Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF). *Reaktor* **14**, 272–276 (2013).
14. Walter, T., Augusta, J., Mtiller, R., Widdecke, H. & Klein, J. Enzymatic degradation of a model polyester by lipase from *Rhizopus delemar*. **0229**, 218–224 (1995).
15. Blow, D. Lipase reach the surface. *Nature* **351**, 444–445 (1991).
16. Tang, K. M., Kan, C. & Fan, J. Comparison of Test Methods for Measuring Water Absorption and Transport Test Methods of Fabrics. *Measurement* **97**, 126–137 (2017).
17. Hsieh, Y. & Cram, L. A. Enzymatic Hydrolysis to Improve Wetting and Absorbency of Polyester Fabrics. *Text. Res. J.* (1998). doi:10.1177/004051759806800501
18. Aziz, P. Enzim dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi Enzim. *Addit. Mater. FIK Biochem. Exp. Cl.* (2012).
19. Sulistyani, M. Spektroskopi Fourier Transform Infra Red dengan metode reflektansi (ATR-FTIR) pada optimasi pengukuran spektrum vibrasi vitamin C. **1**, 39–43 (2018).
20. Odeh, A. O. Qualitative and quantitative ATR-FTIR analysis and its application to coal char of different ranks. *J. Fuel Chem. Technol.* **43**, 129–137 (2015).