

**PENGARUH OKSIDASI KALIUM PERMANGANAT TERHADAP HASIL
PRE-TREATMENT KAIN POLIESTER-KAPAS (65%-35%)**
*THE EFFECT OF POTASSIUM PERMANGANATE OXIDATION ON THE PRE-
TREATMENT RESULTS OF POLYESTERS-COTTON FABRICS (65%-35%).*

Asiyah Nurrahmajanti*, Silvy Ramadhani, Rr. Wiwiek Eka Mulyani
Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272, Indonesia

*Penulis korespondensi:
Alamat Email : asiyahrahma@kemenperin.go.id

Tanggal diterima: 01 November 2023, direvisi: 30 November 2023,
disetujui terbit: 04 Desember 2023

Abstrak

Kain *greige* merupakan kain mentah yang masih mengandung impuritas serat dan kotoran yang menempel pada kain. Pengotor tersebut harus dihilangkan melalui tahap *pre-treatment* yang meliputi proses penghilangan kanji dan pengelantangan menggunakan oksidator. Oksidator $KMnO_4$ memiliki daya oksidasi yang kuat sehingga dapat digunakan untuk proses *pre-treatment* pada kain kapas. $KMnO_4$ dapat mengoksidasi zat organik dan anorganik pada pH asam, alkali, dan netral. Penelitian ini membahas mengenai penggunaan $KMnO_4$ untuk proses *pre-treatment* pada kain kapas secara simultan pada kondisi pH asam dengan memvariasikan konsentrasi sebesar 3 g/L, 4 g/L, 5 g/L, dan 6 g/L dan suhu proses 90 dan 100 °C. Karakterisasi hasil *pre-treatment* dianalisis berdasarkan pengujian pengurangan berat, derajat putih, daya serap, dan kekuatan tarik. Hasil penelitian menunjukkan pada penggunaan konsentrasi $KMnO_4$ 6 g/L dengan suhu 90 °C memberikan hasil pengurangan berat 7,87%, derajat putih 68,416%, daya serap 28,84 detik, dan kekuatan tarik 42,58 kg (lusi) serta 36,46 kg (pakan).

Kata kunci: *Pre-treatment*, Penghilangan kanji, Pengelantangan, Oksidasi, $KMnO_4$

Abstract

Greige fabric is a raw fabric that still contains the impurities that adheres to it. These impurities must be removed through the pre-treatment stage which includes starch removal and bleaching using oxidizers. $KMnO_4$ oxidizer has strong oxidizing power so it can be used for the pre-treatment processes on cotton fabrics. $KMnO_4$ can oxidize organic and inorganic substances at acidic, alkaline, and neutral pH condition. This research discusses the use of $KMnO_4$ for the pre-treatment process on cotton fabrics simultaneously under acidic pH conditions by varying concentrations of 3 g/L, 4 g/L, 5 g/L, and 6 g/L and process temperatures of 90 and 100 °C. The characterization of the pre-treatment results was analyzed based on weight reduction testing, whiteness, absorption capacity, and tensile strength. The results showed that the use of $KMnO_4$ concentration of 6 g/L with a temperature of 90 °C resulted in a weight reduction of 7.87%, whiteness of 68.416%, absorption capacity of 28.84 seconds, and tensile strength of 42.58 kg (warp) and 36.46 kg (weft).

Keywords: *Pre-treatment, Desizing, Bleaching, Oxidation, $KMnO_4$*

PENDAHULUAN

Dalam proses produksi kain poliester-kapas, kain *greige* poliester lebih sedikit mengandung pengotor serat dibandingkan kapas. Pengotor pada poliester umumnya noda oli yang mungkin masih menempel di permukaan kain akibat proses pertununan atau perajutan. Warna kain *greige* poliester cenderung lebih putih dibandingkan kapas. Warna kain kapas cenderung berwarna krem karena masih mengandung pengotor alami seperti malam, lilin, dan pektin.

Proses persiapan penyempurnaan (*pre-treatment*) merupakan proses yang sangat penting dalam persiapan bahan tekstil. Proses tersebut diantaranya penghilangan kanji (*desizing*), pemasakan (*scouring*), dan pengelantangan (*bleaching*).

Proses penghilangan kanji (desizing) dan bleaching dapat dilakukan menggunakan zat oksidator seperti KMnO_4 , NaOCl , dan H_2O_2 dan dilakukan secara simultan^{1,2}.

Berdasarkan kesamaan zat yang digunakan yaitu oksidator, maka proses *pre-treatment desizing, scouring dan bleaching* dapat disimultankan. Hal ini yang melatarbelakangi dilakukan penelitian mengenai penggunaan kalium permanganat (KMnO_4) untuk proses simultan *pre-treatment* pada poliester-kapas dengan memvariasikan suhu dan konsentrasi kalium permanganat terhadap hasil *pre-treatment*.

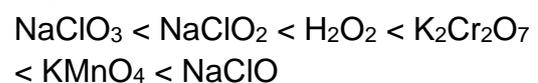
Berdasarkan literatur zat pengoksidasi yang dapat dipisahkan menjadi dua kelompok utama, selektif dan nonselektif. Zat pengoksidasi selektif hanya mengoksidasi satu jenis gugus OH dalam selulosa (primer atau sekunder) menjadi gugus karbonil (keton, aldehida) atau karboksil^{3,4}. Di sisi lain, zat pengoksidasi nonselektif mengoksidasi kedua jenis gugus OH dan bilangan oksidasi bergantung pada kondisi

yang digunakan selama perlakuan, yaitu pH, waktu, konsentrasi zat pengoksidasi³.

Kapas terdiri dari hampir 95% selulosa murni. Makromolekul selulosa mengandung tiga gugus hidroksil pada setiap unit anhidroglukosa yang membuat kapas rentan terhadap oksidasi⁴.

Oksidasi serat kapas dilakukan untuk memberikan gugus fungsi baru ke dalam bahan tekstil. Produk utama oksidasi adalah gugus karbonil dan karboksil. Entitas ini bertanggung jawab atas banyak sifat tambahan yang diperoleh serat selulosa secara umum^{5,6}. Gugus karboksil dan karbonil dapat digunakan sebagai gugus penghubung untuk pengikatan tambahan beberapa zat bioaktif melalui interaksi ionik atau kovalen. Oleh karena itu, produk oksidasi yang disukai adalah selulosa yang memiliki banyak gugus fungsi⁴.

Kalium permanganat (KMnO_4) adalah zat pengoksidasi nonselektif, yang secara tradisional digunakan sebagai zat pemutih dalam industri tekstil^{1,7,8}. Berikut ini beberapa zat pengoksidasi yang umum digunakan dalam proses tekstil disusun berdasarkan peningkatan kemampuan oksidasi :

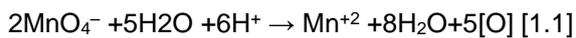


Kalium permanganat (KMnO_4) zat pengoksidasi yang lebih kuat daripada sebagian besar zat pengoksidasi yang umum digunakan untuk pemutihan tekstil kecuali natrium hipoklorit, yang dapat teroksidasi dalam kondisi asam, netral atau basa tergantung pada kebutuhan^{1,8}.

Ion MnO_4^- akan mengoksidasi komponen anorganik/organik pada kondisi netral, alkali, dan asam. Jika dibandingkan dengan kondisi alkali dan netral, pada kondisi asam

akan menghasilkan lebih banyak atom oksigen¹.

Formulasi oksidasi permanganat dalam kondisi asam berlaku untuk substrat organik dalam jumlah terbatas, karena hanya sedikit senyawa organik yang dapat mereduksi MnO₂ perantara menjadi Mn⁺². Reaksi kalium permanganat dalam pH asam seperti persamaan reaksi 1.2:



Kalium permanganat memiliki warna khas yaitu ungu, sehingga dalam penggunaannya sebagai zat pengelantangan dapat menyisakan sisa warna zat yang masih menempel pada kain.

Dalam kondisi pH asam KMnO₄ direduksi menjadi ion Mn²⁺ berwarna merah muda samar; namun dalam kondisi pH netral menghasilkan MnO₂ (ion Mn⁴⁺) sedangkan dalam larutan netral menghasilkan MnO₂ (ion Mn⁴⁺). Pada kondisi pH alkali, secara spontan tereduksi menjadi K₂MnO₄ hijau (ion Mn⁶⁺) dan sulit dikendalikan⁷. Warna ungu tersebut dapat berubah menjadi kecoklatan karena pengaruh suhu. Akibatnya hal ini dapat menurunkan kekuatan tarik kain karena terjadi oksiselulosa.

Untuk menghilangkan noda warna dari sisa zat kalium permanganat dapat dinetralkan dengan asam oksalat. Kalium permanganat mengoksidasi asam oksalat menjadi CO₂ (karbon dioksida) dan H₂O sehingga memecah kalium permanganate menjadi mangan oksida dan kalium sehingga kain bersih dari noda sisa kalium permanganat.

Untuk menghindari terjadinya endapan coklat pada kain yang berpengaruh terhadap derajat putih diperlukan suhu

proses *pre-treatment* yang tepat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi dan suhu proses *pre-treatment* kain poliester-kapas simultan yang optimal menggunakan oksidator kalium permanganat. Hasil dari proses *pre-treatment* dievaluasi dari pengurangan berat, daya serap, derajat putih, dan kekuatan tarik kain.

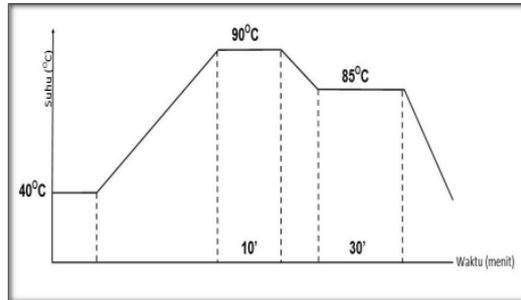
BAHAN DAN METODA

Kain yang digunakan ialah kain *greige* campuran poliester dan kapas dengan komposisi poliester sebesar 65% dan kapas sebesar 35%. Konstruksi kain berjenis anyaman polos, dengan nomor benang lusi 34,48 Tex, nomor benang pakan 31,50 Tex, total lusi 68 helai/inci, total pakan 57 helai/inci, dan berat kain 167,25 g/m².

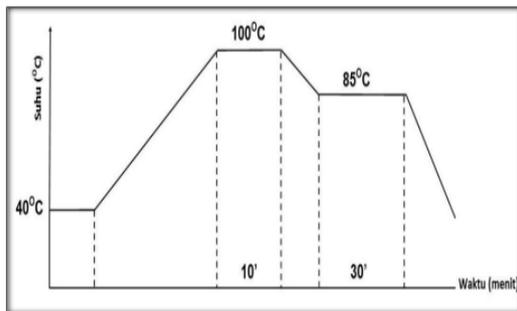
Zat kimia yang digunakan dalam proses *pre-treatment* adalah kalium permanganat (KMnO₄), Asam Oksalat (H₂C₂O₄), dan Asam Asetat (CH₃COOH). Alat yang digunakan adalah mesin *High Temperature High Pressure* (HTHP) dan mesin stenter di laboratorium Persiapan Penyempurnaan dan Pencelupan Politeknik STTT Bandung.

Konsentrasi kalium permanganat bervariasi mulai dari 3, 4, 5, dan 6 g/L pada kondisi asam (pH 4). *Liquor ratio* larutan sebesar 1 : 20. Waktu difusi dilakukan dengan variasi suhu 90 dan 100 °C selama 10 menit. Proses dilanjutkan dengan proses penetralan menggunakan asam oksalat sebesar 4 g/L pada suhu 85 °C dan proses dilanjutkan selama 30 menit. Proses dilanjutkan dengan pencucian menggunakan air panas dan dingin kemudian kain dikeringkan menggunakan mesin stenter.

Skema proses *pre-treatment* simultan dapat dilihat pada Gambar 1.



a)



b)

Gambar 1. Skema proses *pre-treatment* simultan pada suhu 90oC (a) dan 100oC (b).

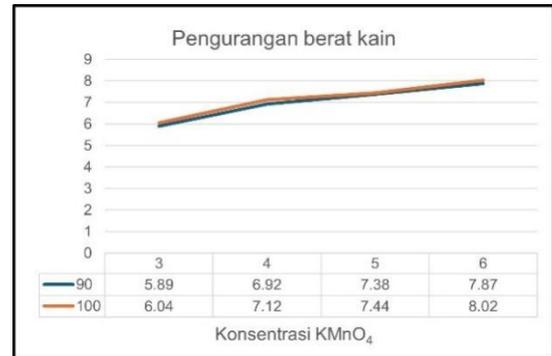
Kain hasil proses *pre-treatment* dievaluasi pengurangan berat berdasarkan SNI 3801:2010⁹, pengujian daya serap berdasarkan SNI 0279:2013¹⁰, pengujian derajat putih berdasarkan SNI ISO 105-J02:2011¹¹, dan pengujian kekuatan tarik kain berdasarkan SNI 08-0276:2009¹².

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengurangan Berat

Evaluasi pengurangan berat dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak kanji yang telah hilang pada proses *desizing*. Pengurangan berat ini dilakukan dengan menghitung persen pengurangan berat dari selisih berat awal sebelum proses persiapan dengan berat akhir setelah proses persiapan dikalikan dengan 100%. Pengurangan berat yang besar sebanding dengan terjadi degradasinya kanji yang

larut. Hasil dari pengurangan berat secara simultan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi kalium permanganat dan suhu terhadap pengurangan berat.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase pengurangan berat kain mengalami kenaikan berbanding lurus dengan kenaikan suhu dan penambahan konsentrasi KMnO₄. Makin besar konsentrasi dari KMnO₄ dan naiknya suhu maka persentase pengurangan beratnya pun makin besar. Kenaikan persentase pengurangan berat naik dari konsentrasi KMnO₄ 3 g/L hingga konsentrasi 6 g/L, signifikan dengan kenaikan suhu. Hal ini disebabkan makin banyak kanji yang terdegradasi oleh oksidator kalium permanganat sehingga hasil degradasi tersebut larut dan terbuang bersama air.

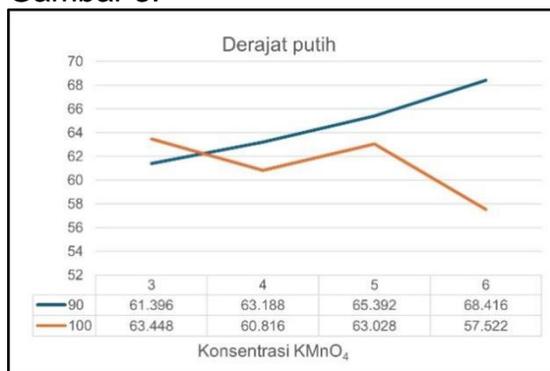
Begitu pun dengan variasi suhu, makin tinggi suhu maka makin besar pengurangan berat karena pada suhu di atas transisi gelas poliester dan pada proses pemanasan 90 °C pori-pori serat poliester dan kapas mengembang dan terbuka sehingga kanji lebih mudah terlepas dan terdegradasi oleh oksidator kalium permanganat.

Hasil *pre-treatment* kapas dengan kalium permanganat secara simultan menunjukkan makin besar peningkatan

suhu dan konsentrasi perlakuan, makin besar penurunan berat yang diamati. Hal ini terbukti pula pada penelitian yang telah dilakukan oleh Mortazavi, dkk, 2008.

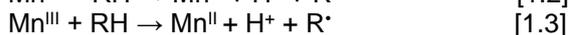
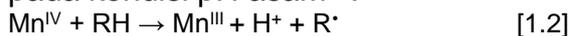
Derajat Putih

Evaluasi derajat putih dilakukan untuk mengetahui efek proses pengelantangan menggunakan oksidator kalium permanganat. Derajat putih diuji menggunakan spektrofotometer. Makin tinggi nilai derajat putih menunjukkan kain lebih putih dibandingkan kain *greige*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi kalium permanganat menghasilkan nilai derajat putih yang makin tinggi seperti terlihat pada Gambar 3.



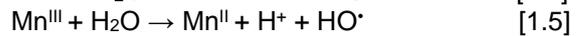
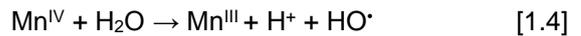
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi kalium permanganat dan suhu terhadap derajat putih.

Efek pengelantangan (*bleaching*) juga diperkirakan bergantung pada kondisi pH. Persamaan reaksi 1.2 dan 1.3 menunjukkan proses oksidasi menggunakan kalium permanganat pada kondisi pH asam¹³.



Saat kain kapas dioksidasi dengan kalium permanganat, terdapat MnO_2 diendapkan pada kain kapas. Hal ini terjadi, setelah spesies radikal terbentuk berdasarkan pengurangan Mn^{IV} menjadi Mn^{III} atau Mn^{II} seperti terlihat pada persamaan reaksi 1.4 dan

1.5¹³.



Kenaikan derajat putih tersebut dapat disebabkan karena makin besar konsentrasi dari kalium permanganat (KMnO_4) yang digunakan maka akan makin banyak oksigen aktif yang dilepaskan dalam kondisi pH asam. Oksigen aktif ini yang akan mengoksidasi warna kekuningan (krem) pada kain. Makin banyak oksigen aktif yang dihasilkan, maka akan makin banyak mengoksidasi warna kekuningan (krem) dari kain kapas. Namun, berkebalikan dengan suhu, semakin tinggi suhu, maka nilai derajat putih akan menurun. Hal tersebut dapat disebabkan karena KMnO_4 akan mengalami reduksi menjadi MnO_2 yang ditandai dengan terbentuknya endapan cokelat yang dapat menodai kain.

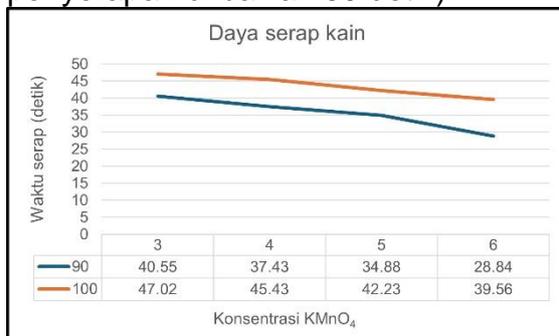
Gambar 3 menunjukkan nilai derajat putih kain mengalami kenaikan pada suhu 90 °C, terus naik sesuai dengan penambahan konsentrasi kalium permanganat (KMnO_4). Hal ini dikarenakan pada suhu tersebut, KMnO_4 terurai dengan baik menghasilkan atom oksigen aktif yang relatif stabil yang dapat menghilangkan pigmen warna.

Pada suhu 100 °C dengan penambahan konsentrasi KMnO_4 pada konsentrasi 3 dan 4 g/L mengalami kenaikan nilai derajat putih. Namun, pada konsentrasi 5 g/L kenaikannya mulai tidak linear dan mengalami penurunan pada konsentrasi 6 g/L. Hal tersebut dapat disebabkan karena pada suhu 100 °C mulai terjadi penguraian KMnO_4 menjadi MnO_2 seperti yang terjadi pada persamaan reaksi 1.4 dan 1.5.

Pengujian Daya Serap

Hilangnya kanji pada proses *desizing* berdasarkan pengurangan berat sangat

berpengaruh terhadap daya serap kain. Nilai daya serap dihitung berdasarkan waktu serap kain terhadap air. Bila waktu serap lebih kecil menunjukkan nilai daya serap makin baik. Pengujian daya serap pada kain campuran poliester-kapas (65:35) hasil *pre-treatment* simultan dengan kalium permanganat pada Gambar 4 menunjukkan kenaikan konsentrasi kalium permanganat dan suhu dapat menghasilkan waktu serap yang makin singkat sehingga kain memiliki nilai daya serap yang lebih baik (waktu penyerapan di bawah 50 detik).



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi kalium permanganat dan suhu terhadap daya serap kain

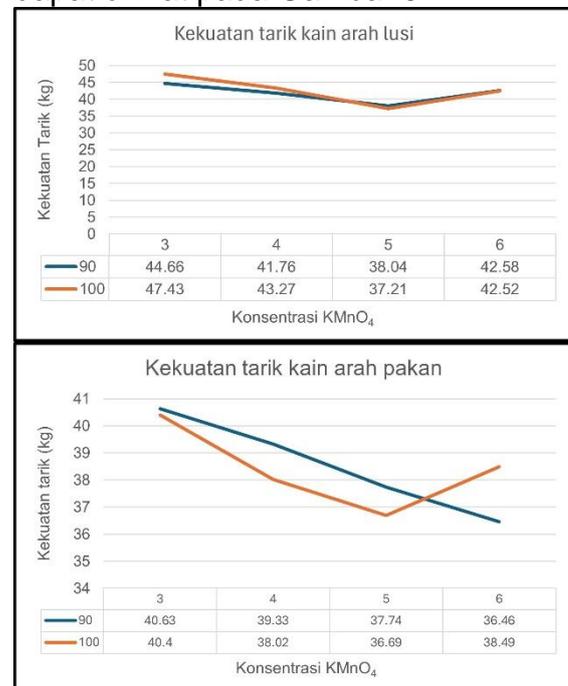
Hal tersebut dapat terjadi karena makin banyak kanji pada kain yang terdegradasi oleh kalium permanganat oleh banyaknya oksigen aktif yang mengoksidasi kanji. Maka banyaknya kanji yang hilang, signifikan dengan persentase pengurangan berat menyebabkan cairan mudah membasahi permukaan kain dengan cepat ditandai dengan menurunnya waktu serap kain terhadap tetesan air, sehingga daya serap menjadi lebih baik.

Berbeda halnya dengan variasi suhu. Makin tinggi suhu menyebabkan daya serap kain cenderung rendah. Ini disebabkan makin besar suhu yang digunakan maka $KMnO_4$ makin banyak yang teroksidasi menjadi MnO_2 , sehingga proses oksidasi tidak optimal.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa kain hasil *pre-treatment* dengan kalium permanganat menunjukkan persentase kehilangan berat kain yang lebih tinggi dan waktu penyerapan air yang lebih rendah. Hasil ini relevan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mortazavi, dkk, 2008.

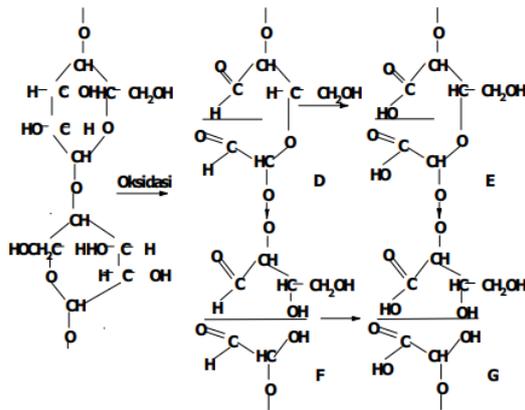
Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian ini menunjukkan kemampuan kain dapat menahan beban maksimum tarikan hingga kain putus. Hasil pengujian kekuatan tarik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi kalium permanganat dan suhu terhadap kekuatan tarik.

Penggunaan kalium permanganat ($KMnO_4$) variasi konsentrasi tinggi menyebabkan nilai kekuatan tarik kain baik arah lusi maupun pakan yang cenderung rendah. Penurunan tersebut dapat disebabkan karena adanya kerusakan serat (oksiselulosa) berupa pemutusan rantai molekul serat akibat proses oksidasi.



REAKSI OKSISELUOSA

Sumber: Kuntari, Balai Besar Pulp dan Kertas, 2006¹⁴

Gambar 6. Oksiselulosa pada serat kapas

Selulosa memiliki struktur berupa polimer glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik. Oksigen aktif dari kalium permanganat (KMnO_4) akan memutus ikatan glikosidik tersebut.

Makin tinggi konsentrasi kalium permanganat (KMnO_4) yang digunakan, maka akan makin banyak oksigen aktif yang diproduksi untuk mengoksidasi serat dan memutus ikatan tersebut. Berdasarkan Gambar 5 penambahan konsentrasi kalium permanganat hingga 5 g/L dan suhu berdampak pada penurunan kekuatan tarik arah lusi dan pakan. Namun konsentrasi kalium permanganat 6 g/L kekuatan tarik arah lusi mengalami sedikit kenaikan pada suhu 90 maupun 100 °C.

Ada dua faktor yang mempengaruhi kekuatan serat yaitu hilangnya kekuatan kain pada awalnya sebagian besar disebabkan oleh degradasi makromolekul di daerah amorf pada serat yang diberi perlakuan dan penurunan kecil pada kristalinitas berkontribusi besar terhadap penurunan kekuatan pengikatan antar muka antar serat, kristal, dan daerah amorf. Kedua faktor ini dapat menurunkan kekuatan serat.

Keasaman larutan *pre-treatment* menyebabkan depolimerisasi makromolekul selulosa, yang timbul sebagai akibat dari degradasi selulosa yang disebabkan oleh penurunan panjang rantai selulosa dan konversi gugus hidroksil menjadi gugus karboksil dan aldehida, yang diikuti dengan hilangnya kekuatan¹.

KESIMPULAN

Proses *pre-treatment* simultan pada kain campuran poliester-kapas (65%-35%) dapat dilakukan dengan oksidator kalium permanganat (KMnO_4). Daya oksidasi kalium permanganat dipengaruhi oleh konsentrasi kalium permanganat dan suhu. Suhu proses *pre-treatment* yang terbaik diperoleh pada suhu 90 °C dan konsentrasi 6 g/L. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan kalium permanganat sebagai oksidator dapat menjadi alternatif dalam proses *desizing* dan *bleaching* secara simultan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mortazavi SM, Ziaie A, Khayamian T. Evaluating Simultaneous Desizing and Bleaching of Greige Cotton Fabric using KMnO_4 . *Text Res J*. 2008;78(6):497–501. Ramadani Silvi, Pengaruh Konsentrasi KMnO_4 dan suhu pada proses penghilangan kanji dan pengelantangan secara simultan terhadap kain poliester kapas (65%-35%), Politeknik STTT Bandung.
2. Kostić M, Škundrić P, Praskalo J, Pejić B, Medović A. New functionalities in cellulosic fibers developed by chemical modification. *Hem Ind*. 2007;61(5):233–7.
3. Knežević M, Kramar A, Hajnrih T, Korica M, Nikolić T, Žekić A, et al. Influence of Potassium Permanganate Oxidation on Structure and Properties of Cotton. *J Nat Fibers* [Internet]. 2022;19(2):403–15. Available from: <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1745120>
4. Tanaka C, Yui Y, Isogai A. TEMPO-Mediated Oxidation of Cotton Cellulose Fabrics with Sodium Dichloroisocyanurate. *J Fiber Sci Technol*. 2016;72(8):172–8.
5. Kristiansen KA, Potthast A, Christensen BE. Periodate oxidation of polysaccharides for modification of chemical and physical properties.
6. *Carbohydr Res* [Internet]. 2010;345(10):1264–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carres.2010.02.011>
7. Henniges U, Potthast A. Bleaching Revisited: Impact of Oxidative and Reductive Bleaching Treatments on Cellulose and Paper by Ute Henniges and Antje Potthast. *Restaur J Preserv Libr Arch*. 2009;294–320.
8. Madhu A, Patra AK. KMnO_4 pre-treatment of linen. *J Text Inst*. 2014;105(5):520–7.
9. SNI 3801-2010 Pengujian Pengurangan Berat. (2010).
10. SNI ISO 105-J02:2011 Penilaian derajat putih menggunakan instrumen. (2011).
11. SNI 0279-2013 Pengujian Daya Serap. (2013).
12. SNI 0276-2009 Pengujian Tarik Kain. (2009).
13. Abdel-Halim ES. Simple and economic bleaching process for cotton fabric. *Carbohydr Polym* [Internet]. 2012;88(4):1233–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.01.082>
14. Kuntari. Optimalisasi proses desizing, scouring, bleaching, dan causticizing secara simultan, sistem pad-batch pada kain rayon viskosa. *Jurnal sains materi indonesia*. Edisi Khusus Oktober. 2006; 118-123.