

PENGARUH NATRIUM HIPOKLORIT PADA PROSES PENCAPAN ETSA KAIN KAPAS MENGGUNAKAN ZAT WARNA BELERANG BERDASARAKAN KONSENTRASI DAN WAKTU *STEAMING*

SUKIRMAN^{1*}, MAYA KOMALASARI^{1*}, NAFISA RIZKI MAULIDA¹,
DAN DILLA AZZAHRA HILYATI¹

¹Program Studi Kimia Tekstil, Politeknik STT Bandung, Jl. Jakarta No. 31 Bandung 40242, Indonesia

*alamat email korespondensi: sukirman.st3@gmail.com, mayakomala121@gmail.com

Informasi Artikel Abstrak/Abstract

Kata Kunci : pencapan etsa; *steaming*; viskositas; ketajaman motif; derajat putih.

Pencapan etsa disebut juga pencapan *discharge* yang artinya penghilangan atau perusakan baik sebagian maupun keseluruhan pada dasar warna kain, pencapan etsa terbagi menjadi dua yaitu etsa putih dan etsa warna. Metode ini biasanya menggunakan zat reduktor atau oksidator yang dapat merusak gugus zat warna pada molekul zat warna. Pencapan etsa dapat dilakukan pada kain kapas menggunakan zat warna belerang, karena zat warna belerang tidak tahan terhadap oksidator, maka dilakukan percobaan pencapan etsa putih menggunakan natrium hipoklorit (NaOCl) dengan sebagai zat pengetsa. Penelitian pencapan etsa putih dilakukan pada kain rajut kapas menggunakan NaOCl 5% dengan variasi konsentrasi 500 g/l, 550 g/l, dan 600 g/l dengan waktu *steaming* 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, meliputi pengujian viskositas (SNI 06-6311- 2000), nilai ΔL (*lightness*) dan derajat putih (SNI ISO 106-J02:2011), kekuatan jebol kain (SNI ISO 13938-1:2010), dan analisa citra morfologi serat menggunakan SEM. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOCl 5% dan waktu *steaming* yang digunakan pada proses pencapan etsa, maka semakin tinggi nilai ΔL dan derajat putih kain tetapi kekuatan jebol kain semakin menurun. Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi 600 g/l dengan nilai viskositas 8.720 cps, nilai ΔL 16,97 dan nilai derajat putih 20,41, kekuatan jebol 7,81 kgf/cm² Hasil citra morfologi SEM bahwa menunjukkan permukaan serat yang terbuka, bertekstur kasar dan tidak rata pada dinding serat kapas. Ketajaman motif dari hasil pencapan etsa, menghasilkan warna putih menunjukkan keberhasilan dari proses tersebut.

Keywords: discharge printing; steaming; viscosity; motif sharpness, whiteness value.

Discharge printing also known as etching printing, involves removing or destroying part or all of the base color of the fabric. It can be categorized into white discharge and color discharge. This method typically uses a reducing agent or oxidizing agent to damage the dye molecules in the fabric. Discharge printing can be done on cotton fabric using sulfur dyes, because sulfur dyes are not resistant to oxidants. An experiment was conducted on white discharge printing. In this study, white discharge printing was performed on cotton knit fabric using 5% sodium hypochlorite (NaOCl) as the discharge agent. Different concentrations of NaOCl (500 g/l, 550 g/l, and 600 g/l) and steaming times (5 minutes, 10 minutes, and 15 minutes) were tested. Various tests were carried out, including viscosity testing, (SNI 06-6311-2000), ΔL (lightness) and whiteness measurements (SNI ISO 106-J02:2011), fabric tear strength (SNI ISO 13938-1:2010), and fiber morphology image analysis using SEM. The results indicated that the higher NaOCl concentration and the longer steaming time led to increased lightness and whiteness but decreased tear strength of the fabric. The optimal condition was achieved at a concentration of 600 g/l, with a viscosity of 8720 cps, a lightness value of 16.97, a whiteness value of 20.41, and a tear strength of 7.81 kgf/cm². SEM images showed an open fiber surface with a rough texture, and the sharpness of the motif indicating successful discharge printing and white motif formation.

PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi dan peradaban manusia telah mendorong industri tekstil menjadi

salah satu komoditas utama di Indonesia. Produsen tekstil dituntut untuk menciptakan produk yang lebih variatif dan inovatif guna memenuhi permintaan konsumen yang terus

berkembang. Salah satu metode untuk meningkatkan nilai estetika dan variasi produk adalah melalui proses pencapan (*printing*). Pencapan merupakan teknik pemberian warna pada kain secara selektif sesuai dengan motif yang telah dirancang, dengan hasil yang memiliki ketahanan luntur warna yang baik. Untuk mencapai hasil pencapan yang optimal, diperlukan kondisi proses yang spesifik, peralatan khusus, serta desain yang presisi. [7]

Pencapan dapat dilakukan melalui beberapa metode, antara lain pencapan langsung (*direct printing*), pencapan etsa (*discharge printing*), dan pencapan rintang (*resist printing*). Pencapan etsa, atau yang dikenal juga sebagai pencapan *discharge*, merupakan teknik penghilangan sebagian atau seluruh warna dasar kain menggunakan zat kimia yang bersifat oksidator atau reduktor, sehingga menghasilkan motif putih atau warna alternatif. [1, 3] Zat etsa yang umum digunakan meliputi natrium hipoklorit (NaOCl 5%), rongalit ($\text{NaHOCH}_2\text{SO}_2$), asam stannous (SnCl_2), dan thiourea dioxide. Dibandingkan dengan zat reduktor, zat oksidator seperti NaOCl 5% memiliki keunggulan dalam hal efektivitas penghilangan warna dan ketajaman motif yang dihasilkan. [10]

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penggunaan NaOCl 5% dalam pencapan etsa. Misalnya, penelitian oleh Chung et al. (2022) menunjukkan bahwa NaOCl 5% efektif dalam mengoksidasi zat warna reaktif pada kain kapas, tetapi kestabilannya sangat dipengaruhi oleh pH dan suhu. Sementara itu, Muslim & Inayah (2018) menemukan bahwa penggunaan NaOCl 5% pada pencapan etsa menghasilkan ketajaman motif yang lebih baik dibandingkan dengan reduktor seperti rongalit. Namun, penelitian tersebut belum mengkaji secara mendalam pengaruh variasi konsentrasi NaOCl 5% dan waktu fiksasi terhadap kualitas pencapan etsa pada kain kapas yang dicelup dengan zat warna belerang.

Kain kapas merupakan salah satu bahan tekstil yang paling banyak digunakan karena sifatnya yang nyaman, memiliki daya serap tinggi, serta ramah terhadap kulit. Pencapan etsa pada kain kapas dapat dilakukan menggunakan zat warna belerang (*sulfur dye*), yang dikenal karena biaya produksinya yang rendah dan kemampuannya menghasilkan warna-warna gelap seperti hitam dan biru tua. Namun, zat warna belerang tidak larut dalam air sehingga perlu direduksi terlebih dahulu menggunakan agen pereduksi seperti natrium sulfida (Na_2S) atau

natrium hidrosulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) menjadi bentuk leuko yang larut dan memiliki afinitas tinggi terhadap serat selulosa. [15]

Kelemahan utama zat warna belerang adalah ketidakstabilannya terhadap oksidator kuat seperti NaOCl 5%, yang dapat mengoksidasi gugus kromofor pada molekul zat warna sehingga menyebabkan perubahan atau penghilangan warna. [11] Berdasarkan penelitian sebelumnya, terdapat beberapa celah pengetahuan yang perlu dieksplorasi lebih lanjut, di antaranya ialah pengaruh variasi konsentrasi NaOCl 5% terhadap kualitas pencapan etsa pada kain kapas yang dicelup dengan zat warna belerang, efek waktu fiksasi dengan metode *steaming* terhadap ketahanan warna dan morfologi serat, dan optimasi parameter proses untuk menghasilkan ketajaman motif yang maksimal dengan kerusakan serat minimal.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi NaOCl 5% dan waktu fiksasi dengan metode *steaming* terhadap kualitas pencapan etsa pada kain kapas yang telah dicelup dengan zat warna belerang. Parameter yang diamati meliputi:

1. Viskositas pasta cap – memengaruhi ketepatan aplikasi motif pada kain.
2. Nilai kecerahan dan derajat putih kain – menentukan kualitas visual hasil pencapan.
3. Ketahanan jebol kain – menguji daya tahan kain terhadap tekanan mekanis.
4. Morfologi serat – dianalisis menggunakan mikroskop elektron untuk melihat perubahan struktur serat.
5. Ketajaman motif – menjadi indikator keberhasilan proses pencapan etsa. [16]

NaOCl 5% berperan sebagai zat etsa dengan mekanisme oksidasi terhadap gugus kromofor zat warna belerang. Ion hipoklorit (OCl^-) dan asam hipoklorit (HOCl) yang dihasilkan akan memutus ikatan rangkap pada molekul zat warna, sehingga warna dasar kain terdegradasi dan terbentuk motif putih. [10]

Faktor utama yang memengaruhi reaktivitas NaOCl 5% adalah konsentrasi larutan dan suhu fiksasi. [11,14] Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kedua parameter tersebut untuk menentukan kondisi optimal dalam proses pencapan etsa. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknik pencapan tekstil yang lebih efisien dan berkualitas, sehingga

mendukung industri tekstil Indonesia dalam menghasilkan produk yang kompetitif di pasar global. Selain itu, temuan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan metode pencapan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

EKSPERIMEN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Percobaan pencapan etsa putih pada bahan kain rajut kapas yang telah dicelup dengan zat warna belerang.

Metode yang digunakan yaitu pencapan etsa menggunakan zat pengetsa NaOCl 5% dan fiksasi *steaming*. Percobaan ini memvariasikan konsentrasi NaOCl 5% sebanyak 500 g/l, 550 g/l, dan 600 g/l dan variasi waktu *steaming* yaitu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Untuk penelitian dikerjakan berupa pada contoh uji kain rajut kapas berukuran 25 cm x 25 cm kemudian dilakukan proses pengujian evaluasi.

Material

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya ialah natrium hipoklorit (NaOCl 5%) (teknis bayclin), alginat 8% (manutek), natrium karbonat (Na₂CO₃) (teknis bratachem) dan zat pembasah teepol (teknis bratachem). Kain yang digunakan ialah kain rajut kapas (100%) dengan gramasi 155 g/m² dengan jenis rautan *single knit* dan telah dicelup menggunakan zat warna belerang.

Instrumentasi

Pada percobaan penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yang diantaranya ialah pengujian viskositas pasta cap sesuai dengan standar uji SNI 06-6311-2000 menggunakan viskometer Brookfield DV2T, pengujian nilai kecerahan atau *Lightness* dan derajat putih kain ΔL sesuai dengan standar uji SNI ISO 106-J02:2011 menggunakan spektrofotometer Minolta CM-3600 d, uji kekuatan jebol cara diafragma sesuai standar uji SNI ISO 13938-1:2010 menggunakan *bursting strength tester* GT-7013, pengujian morfologi serat menggunakan SEM Shimadzu SSX-550, serta pengujian ketajaman motif sesuai dengan panel.

Prosedur

Pembuatan pasta cap

Persiapan bahan dimulai dengan membuat

pengental induk alginat 8% sebagai bahan pasta cap. Kemudian ditambahkan zat pengetsa NaOCl 5% sebanyak 500 g/l, 550 g/l dan 600 g/l setelah itu dilakukan pengadukan untuk proses homogenisasi. Pasta cap kemudian diukur kekentalannya dengan menggunakan viskometer.

Proses pencapan etsa putih

Pasta cap yang telah homogen diukur viskositasnya kemudian dirakel pada kain kapas rajut dengan ukuran 25 cm x 25 cm. Selanjutnya kain dikeringkan pada suhu 100°C selama 3 menit dan dilakukan proses *steaming* pada suhu 105°C selama 5, 10 dan 15 menit. Setelah proses *steaming* kain dicuci panas dengan suhu 70°C selama 10 menit menggunakan Na₂CO₃ dan teepol untuk menghilangkan sisa pasta cap yang tidak terfiksasi. Kemudian kain dibilas menggunakan air mengalir setelah itu kain dikeringkan menggunakan infrared stenter dengan suhu 100°C selama 3 menit.

Evaluasi

Pada percobaan penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yang diantaranya ialah pengujian viskositas atau kekentalan pasta cap sesuai dengan standar uji SNI 06-6311-2000, pengujian nilai kecerahan atau *Lightness* dan derajat putih kain ΔL sesuai dengan standar uji SNI ISO 106-J02:2011, uji kekuatan jebol cara diafragma sesuai standar uji SNI ISO 13938-1:2010 pengujian morfologi serat serta pengujian ketajaman motif metode panel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viskositas Pasta Cap

Hasil pengujian viskositas pasta cap etsa putih pada pengental induk, pasta cap dengan konsentrasi NaOCl 5% 500 g/l, pasta cap dengan konsentrasi NaOCl 5% 550 g/l, dan pasta cap dengan konsentrasi NaOCl 5% 600 g/l menggunakan alat viskometer.

Viskositas menunjukkan kekentalan dari pasta cap dan berpengaruh terhadap hasil ketajaman motif kain. Pada penelitian ini viskositas dipengaruhi oleh pengental induk dan penambahan konsentrasi NaOCl. Pada **Tabel 1** menunjukkan semakin banyak konsentrasi NaOCl yang digunakan mengakibatkan kekentalan pasta cap mengalami penurunan. Hal tersebut

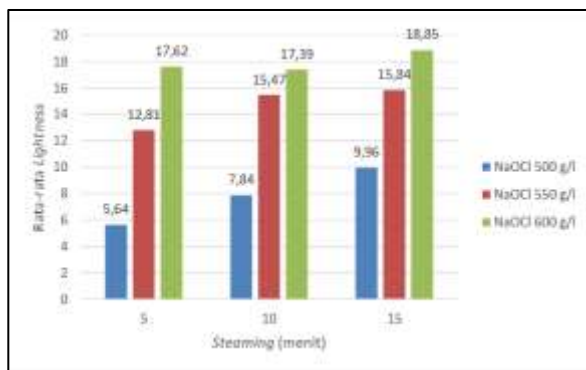
disebabkan karena NaOCl 5% yang digunakan berupa larutan sehingga menurunkan kekentalan dari pasta cap yang mengandung pengental induk alginat. Viskositas pasta cap yang terlalu rendah akan berdampak pada ketajaman motif yang dihasilkan.[16]

Tabel 1. Data hasil pengujian viskositas pasta cap.

| No | Sampel yang diuji | Viskositas (centipoise) |
|----|------------------------------|-------------------------|
| 1 | Pengental Induk | 23.600 |
| 2 | Pasta cap + NaOCl 5% 500 g/L | 10.320 |
| 3 | Pasta cap + NaOCl 5% 550 g/L | 9.760 |
| 4 | Pasta cap + NaOCl 5% 600 g/L | 8.720 |

Hasil derajat putih kain dan kecerahan

Pada penelitian ini digunakan NaOCl 5% berjenis oksidator kuat sebagai zat pengetsa pada pencapan etsa putih yang berfungsi untuk menghilangkan warna dasar pada kain kapas rajut yang telah dicelup menggunakan zat warna belerang, sehingga dapat menghasilkan motif putih yang kontras.

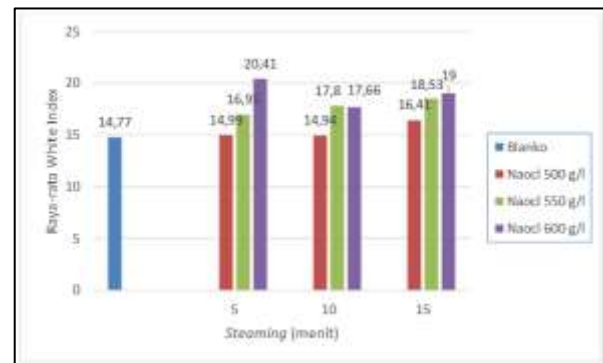


Gambar 1. Grafik hubungan antara rata-rata perubahan kecerahan (ΔL) terhadap konsentrasi NaOCl dan waktu *steaming*.

Pada saat proses oksidasi terjadi reaksi antara oksidator dengan zat warna belerang yang telah terfiksasi didalam kain. Bagian dari zat warna yang rentan teroksidasi adalah gugus kromofor yang merupakan gugus pembawa atau pemberi warna. Ikatan rangkap pada molekul zat warna belerang yaitu pada jembatan disulfida (-S-S-) lebih rentan sehingga akan terjadi reaksi oksidasi kuat yang dapat menyebabkan terputusnya ikatan disulfida menjadi sulfonat atau sulfit. Sehingga struktur pewarna rusak dan warnanya hilang [3,4].

Peningkatan konsentrasi zat pengetsa NaOCl berbanding lurus dengan peningkatan daya

oksidasinya, yang disebabkan oleh produksi radikal oksigen yang lebih banyak. Semakin kuat daya oksidasi NaOCl, semakin banyak zat warna pada kain yang terdegradasi melalui proses oksidasi. Fenomena ini tercermin dari peningkatan nilai kecerahan (*brightness*) dan derajat putih (*whiteness index*) kain, sebagaimana ditunjukkan dalam **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik hubungan antara derajat putih terhadap konsentrasi NaOCl dan waktu *steaming*.

Durasi *steaming* yang panjang memberikan kelembaban yang membantu penetrasi natrium hipoklorit (NaOCl) 5% ke dalam struktur kain. Hal ini berdampak pada peningkatan efisiensi reaksi oksidasi. Namun, penggunaan NaOCl 5% dengan konsentrasi tinggi yang dikombinasikan dengan waktu *steaming* yang panjang dapat mengakibatkan degradasi pada serat kapas. Hal tersebut berpotensi menurunkan kualitas fisik bahan, seperti meningkatnya kekakuan atau permukaan kain yang menjadi lebih kasar.

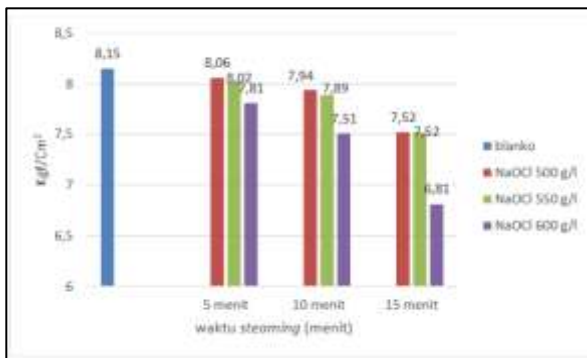
Kekuatan Jebol Kain

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan konsentrasi NaOCl 5% dan semakin tinggi waktu *steaming* dapat mempengaruhi kekuatan jebol menurun setelah dilakukan proses pencapan etsa putih.

Penggunaan zat pengetsa NaOCl 5%, yang merupakan zat kimia sebagai oksidator kuat sehingga rantai selulosa akan teroksidasi dan memicu ruptur ikatan glikosidik dan pemutusan ikatan selulosa. Selain itu kombinasi penggunaan konsentrasi NaOCl 5% dan suhu *steaming* yang tinggi dapat memperbesar efek penggembungan (*swelling*) pada serat kapas sehingga akan melemahkan kekuatan mekanik serat kapas.

Hasil dari reaksi tersebut mengakibatkan kekuatan antar molekul selulosa berkurang, zat

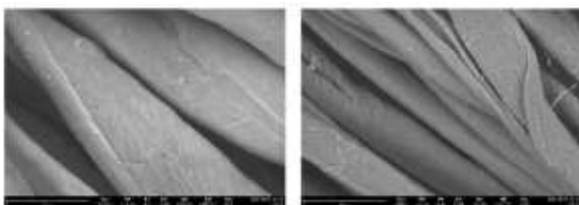
pengoksidasi dapat menyebabkan kerusakan serat kapas karena terbentuk okiselulosa dengan penggunaan suhu tinggi juga dapat mempercepat NaOCl 5% terurai membentuk senyawa reaktif sekunder Cl_2 dan HCl yang berpotensi dalam mempercepat kerusakan serat melalui reaksi hidrolisis dan mengintensifkan kerusakan oksidasi pada matriks serat. [5,13] Kedua faktor tersebut berperan dalam menurunkan kekuatan jebol melalui mekanisme gabungan hidrolisis dan oksidasi yang *irreversible*. Hasil pengujian kekuatan jebol menunjukkan bahwa dengan konsentrasi NaOCl 5% 600 g/l dan waktu *steaming* 15 menit memiliki penurunan kekuatan jebol paling besar dibandingkan dengan konsentrasi NaOCl 5% dan waktu *steaming* lainnya.



Gambar 3. Grafik hubungan antara kekuatan jebol kain rajut kapas terhadap konsentrasi NaOCl dan waktu *steaming*.

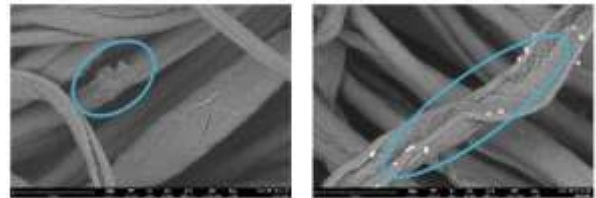
Morfologi Serat

Pengujian morfologi serat dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada morfologi serat akibat proses pencapan etsa putih dengan NaOCl 5%. Pengujian morfologi serat ini dilakukan pada titik optimum yang didapat dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya, yaitu pada konsentrasi NaOCl 5% 500 g/l dengan waktu *steaming* 5 menit optimum pada kekuatan jebol dan konsentrasi NaOCl 5% 600 g/l dengan waktu *steaming* 15 menit optimum pada nilai derajat putih kain.



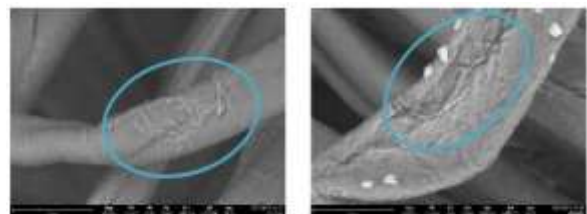
Gambar 4. Morfologi serat kain rajut kapas pada pembesaran 5000x dan 10000x.

Gambar 4 di atas menunjukkan morfologi serat kain rajut kapas blanko yang dicitrakan menggunakan SEM dengan pembesaran 5000x dan 10000x. Pembesaran 5000x permukaan serat kapas tampak halus, kemudian dilakukan pembesaran 10000x terlihat bahwa permukaan serat halus, rata, dan tidak terlihat kerusakan serat yang terjadi.



Gambar 5 Morfologi serat kain rajut kapas setelah proses pencapan etsa putih dengan NaOCl 5% 500 g/l *steaming* 5 menit dan NaOCl 5% 600 g/l *steaming* 15 menit pembesaran 5000x.

Gambar 5 di atas dengan pembesaran 5000x pada penggunaan NaOCl 5% 500 g/l dengan waktu *steaming* 5 menit terlihat permukaan serat kapas relatif masih utuh dan tidak mengalami kerusakan yang signifikan, namun terdapat sedikit goresan halus pada beberapa bagian serat. Sedangkan pada penggunaan NaOCl 5% 600 g/l dengan waktu *steaming* 15 menit permukaan serat terjadi keretakan halus dan permukaan yang tidak rata. Terlihat permukaan serat kain kapas yang telah dilakukan proses pencapan etsa putih permukaannya sedikit tidak rata seperti sebelumnya yang berarti ada indikasi pengelupasan lapisan luar serat akibat penggunaan NaOCl 5% pada proses pencapan etsa putih, kemudian dilakukan pembesaran 10000x untuk melihat lebih jelas ketidak rataan yang terjadi di permukaan serat yang dapat dilihat pada **Gambar 6** [1].



Gambar 6. Morfologi serat kain rajut kapas setelah proses pencapan etsa putih dengan NaOCl 5% 500 g/l *steaming* 5 menit dan NaOCl 5% 600 g/l *steaming* 15 menit pembesaran 10000x.

Gambar di atas dengan pembesaran 10000x pada NaOCl 5% 500 g/l dengan waktu *steaming* 5 menit terjadi kerusakan halus pada

permukaan serat kapas dan pada NaOCl 5% 600 g/l serat tampak terbuka, kasar dan tidak rata. Kerusakan tersebut diakibatkan oleh ClO^- yang mendegradasi serat kapas, sehingga dapat menyebabkan penurunan kekuatan jebol.

Ketajaman Motif Kain

Pengujian ketajaman motif kain (**Tabel 1**) dilakukan untuk mengetahui seberapa jelas dan tajam motif yang terbentuk pada kain setelah dilakukan proses pencapan, dan memastikan bahwa motif yang dihasilkan sesuai dengan desain awal tanpa terjadi distorsi ukuran (pengecilan) maupun penyimpangan bentuk (bolor) [15,16].

Pengujian dilakukan melalui metode panel dengan melibatkan sepuluh orang pengamat (*observer*) yang bertugas menilai kualitas hasil pencapan. Setiap pengamat memberikan penilaian berdasarkan skala numerik 1 hingga 3, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat ketajaman motif yang lebih baik.

Tabel 1. Hasil pengujian ketajaman motif kain.

| Konsentrasi | Waktu | Ranking |
|------------------|-----------------|---------|
| | <i>Steaming</i> | |
| NaOCl 5% 500 g/l | 5 menit | 3 |
| | 10 menit | 2 |
| | 15 menit | 1 |
| NaOCl 5% 550 g/l | 5 menit | 3 |
| | 10 menit | 2 |
| | 15 menit | 1 |
| NaOCl 5% 600 g/l | 5 menit | 3 |
| | 10 menit | 2 |
| | 15 menit | 1 |

SIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan pada proses pencapan etsa kain rajut kapas hasil celup zat warna belerang menggunakan NaOCl 5% melalui metode *steaming* dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi NaOCl 5% dan waktu *steaming* memiliki pengaruh terhadap nilai ΔL dan derajat putih, penurunan kekuatan jebol, Konsentrasi NaOCl 5% yang tinggi menghasilkan ketajaman motif yang baik, tetapi terdapat kerusakan pada morfologi serat. Konsentrasi optimum dalam proses pencapan etsa putih pada kain rajut kapas ialah pada variasi konsentrasi NaOCl 5% 600 g/l dengan nilai ΔL sebesar 16,97 dan nilai derajat putih 20,41. Untuk kekuatan jebolnya 7,81 kgf/m² dan ketajaman motif terbaik pada waktu *steaming* 5 menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik STTT Bandung atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama penelitian ini. Kami juga menyampaikan penghargaan yang tulus kepada: Laboratorium Pencapan dan Penyempurnaan atas akses penggunaan peralatan dan bantuan teknis dalam pengujian dan Laboratorium Evaluasi Tekstil atas analisis data dan diskusi ilmiah yang sangat membantu.

REFERENSI

- [1] P. Soeprijono, S. T. Poerwanti, S. T. Widayat, and B. T. Jumaeri, Buku serat-serat tekstil. Institut Teknologi Tekstil, 1973.
- [2] E. R. Trotman, Dyeing and chemical technology of textile fibres, 4th ed. Charles Griffin & Company, 1970
- [3] S. T. Astini Salihima, S. T. Hendrodyantopo, S. T. Soenarjo, and R. Djufri, Pedoman praktikum pengelantangan dan pencelupan. Institut Teknologi Tekstil, 1978.
- [4] V. A. D. Shenai, Technology of bleaching and mercerizing. Sevak Publications, 1995.
- [5] Kuntari, "Optimalisasi proses desizing, scouring, bleaching dan causticizing secara simultan, sistem pad-batch pada kain rayon viskosa," Indonesian Journal of Materials Science, vol. 3, no. 2, pp. 118–123, 2006.
- [6] A. K. R. Choudhury, Textile preparation and dyeing. Science Publishers, 2006.
- [7] Sunarto, Teknik pencelupan dan pencapan. Penerbit Andi, 2008.
- [8] SNI 06-6311-2000: Metode uji viskositas pasta cap. Badan Standardisasi Nasional, 2000.
- [9] SNI ISO 13938-1:2010: Pengujian kekuatan jebol kain metode diafragma. Badan Standardisasi Nasional, 2010.
- [10] I. Muslim and K. Inayah, "Penggunaan pemutih pakaian komersial (BAYCLIN) sebagai zat etsa alternatif pada pencapan etsa kain kapas yang telah dicelup zat warna reaktif dingin (Drimarene Blue K2-

- RL)," Prosiding Seminar Nasional Badan Standardisasi dan Kebijakan Jasa Industri, pp. 15–20, 2018.
- [11] A. D. Khaliq, A. Chafidz, N. U. Fitri, and Y. Paramitha, "Efek kombinasi natrium hipoklorit dan pemutih optis dalam proses bleaching dan pengaruhnya terhadap kualitas bahan tekstil," *Jurnal Tekstil*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [12] I. A. Sulistya, "Pengaruh penggunaan natrium hipoklorit (NaOCl) dalam cairan pemutih pakaian sebagai pereaksi pengujian amonia pada air limbah," *Integrated Lab Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, 2020.
- [13] M. A. Mahmud, M. R. Amin, and F. R. Anannya, "Structural impact on some common physical properties of single jersey weft knit fabric," *AATCC Journal of Research*, vol. 8, no. 4, pp. 36–46, 2021.
- [14] I. Chung, H. Ryu, S. Y. Yoon, and J. C. Ha, "Health effects of sodium hypochlorite: Review of published case reports," *Environmental Analysis Health and Toxicology*, vol. 37, no. 1, pp. 2–9, 2022.
- [15] M. Yusuf and M. Shahid, *Emerging technologies for textile coloration*. Springer, 2022.
- [16] L. W. C. Miles, Ed., *Textile Printing*, 2nd ed. Bradford, UK: Society of Dyers and Colorists, 1994.
- [17] A. Suprpto, Sukirman, and Sasmaya, *Bahan Ajar Praktikum Pencapan 2*. Bandung, Indonesia: Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil Bandung, n.d.