

**PENENTUAN KONDISI OPTIMUM NaCl DAN Na₂CO₃ DALAM
PROSES PENCELUPAN KAIN RAJUT KAPAS-BAMBU (60%-40%)
DENGAN ZAT WARNA REAKTIF (*REACTIVE BLUE BRF*)
*DETERMINATION OF OPTIMUM CONDISION OF NaCl and
Na₂CO₃ IN THE DYEING PROCESS OF COTTON – BAMBOO
(60%-40%) WITH REACTIVE BLUE BRF***

Samuel Martin Pradana^{1*}, Nada Zakiyya Zahra², Rr Wiwiek Eka Mulyani²

¹Universitas Negeri Padang, Padang, 25171, Indonesia

²Politeknik STTT Bandung, Bandung, 40272, Indonesia

*Penulis korespondensi:

Alamat Email: samuelmartinph@fpp.unp.ac.id

Tanggal diterima: 28 Maret 2023 ; direvisi :22 Juni 2023; disetujui terbit: 27 Juni 2023

Abstrak

Perbedaan daya serap antara serat kapas dan serat bambu dapat berpengaruh terhadap kerataan warna hasil pencelupan kain campuran kapas-bambu. Penambahan elektrolit (NaCl) dan alkali (Na₂CO₃) dapat meningkatkan penyerapan zat warna ke dalam serat. Penelitian dilakukan dengan melakukan pencelupan kain rajut kapas-bambu (60%-40%) dengan zat warna reaktif bifungsional (*Reactive Blue BRF*) yang memiliki dua gugus reaktif (*monoklorotriazin* dan *vinil sulfon*) menggunakan metode perendaman. Kain hasil pencelupan dievaluasi ketuaan warna, kerataan warna, dan ketahanan luntur warnanya terhadap pencucian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaCl dan Na₂CO₃ berpengaruh terhadap ketuaan dan kerataan warna hasil pencelupan, tetapi tidak berpengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap pencucian. Makin tinggi konsentrasi NaCl dan Na₂CO₃ yang digunakan, maka makin tinggi ketuaan warna dan kerataan warna kain hasil pencelupan. Kondisi optimum yang diperoleh dari penelitian ini adalah pencelupan dengan menggunakan NaCl 45 g/L dan Na₂CO₃ 20 g/L. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kain kapas-bambu yang dicelup dengan konsentrasi tersebut memiliki ketuaan warna yang cukup tinggi dengan nilai K/S zat warna yang terserap pada bahan sebesar 12,2. Kerataan warna terbaik berdasarkan nilai standar deviasi paling rendah sebesar 0,26.

Kata Kunci : Kapas-bambu, NaCl, Na₂CO₃, zat warna Reaktif bifungsional.

Abstract

The evenness of the color produced by dyeing the cotton-bamboo mixture can be impacted by the variation in absorption between cotton fiber and bamboo fiber. The absorption of dyes into the fiber can be increased by adding electrolytes (NaCl) and alkali (Na₂CO₃). The exhaust dyeing process was used to dye cotton-bamboo knit fabrics (60%-40%) with a bifunctional reactive dye (Reactive Blue BRF) containing two reactive groups (monochlorotriazine and vinyl sulfone). The color strength, color evenness, and washing resistance of the dyed fabrics are assessed. The findings of the research revealed that increasing the concentrations of NaCl and sodium carbonate (Na₂CO₃) had an influence on the color strength and evenness of

the dyeing results but had no effect on color fastness to washing. The higher the concentration of NaCl and Na₂CO₃ used, the higher the color depth and evenness of the dyed fabric. The best conditions found in this investigation were immersion with 45 g/L NaCl and 20 g/L Na₂CO₃. The test results indicate that the cotton-bamboo fabric dyed at this concentration has a relatively high aging color, with a K/S value of 12.2 for the dye absorbed by the material. The best color evenness is based on the lowest standard deviation value, which is 0.26. Both of these factors contribute to the best color consistency.

Keywords : Cotton-bamboo, NaCl, Na₂CO₃, bifunctional reactive dyes.

PENDAHULUAN

Serat alam yang paling banyak dimanfaatkan sebagai serat tekstil adalah serat kapas. Berdasarkan data dari *Food and Agriculture Organization* (FAO), impor kebutuhan kapas di Indonesia cenderung mengalami tren yang meningkat pada tahun 2011-2017. Dalam upaya mengurangi jumlah kebutuhan serat kapas tersebut, maka diperlukan alternatif serat lain yang sifatnya mirip dengan serat kapas. Akhir-akhir ini banyak pengembangan pembuatan serat dari selulosa sebagai pengganti serat kapas dengan memanfaatkan sumber daya alam dari tanaman, contohnya adalah serat bambu.

Bambu merupakan bahan yang potensial untuk dikembangkan mengingat belakangan ini produk fesyen dari bambu diminati karena bamboo dinilai lebih mudah menyerap air atau keringat dan *sustainable* daripada kain katun (kapas)¹. Selain itu, tanaman bambu merupakan hasil hutan non-kayu terbanyak di Indonesia dan masa tanam yang cukup singkat dibandingkan dengan kayu, yaitu 3-5 tahun, sehingga ketersediaan bahan baku pembuatan serat bambu cukup tinggi. Berdasarkan data produksi hasil hutan non-kayu tahun 2018 dari Badan Pusat Statistika, diketahui bahwa jumlah tanaman bambu di

Indonesia sebanyak 20.397.228,66 batang dan sebagian besar berasal dari pulau Jawa.

Penggunaan serat bambu sebagai bahan tekstil terbaru diklaim memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan serat kapas, seperti daya serap air yang tinggi, daya tembus udara yang tinggi, pegangan lembut, bersifat anti bakteri, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap sinar UV². Selain itu, dari segi pencelupannya serat bambu juga dapat menyerap zat warna lebih cepat dan menghasilkan ketahanan warna yang lebih baik (*depth colour effect*) dibandingkan dengan pencelupan serat kapas. Sifat-sifat unggul yang dimiliki oleh bambu tersebut menjadikan serat bambu populer untuk dikembangkan sebagai material tekstil³.

Polimer selulosa pada bambu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan serat selulosa regenerasi sebagai substitusi kapas dalam industri tekstil⁴. Penggunaan bahan baku terbaru dapat mengurangi kebutuhan serat kapas sebagai serat alam karena pada dasarnya serat hasil regenerasi selulosa memiliki struktur kimia yang sama dengan selulosa pada kapas. Serat bambu merupakan serat alam berbasis selulosa yang memiliki kandungan selulosa sebesar 30-40%

dan serat kapas memiliki kandungan selulosa sebesar 98,06%⁵.

Pada proses pemintalannya, serat bambu dapat langsung dipintal menjadi benang atau dapat pula dicampur dengan serat lain seperti serat kapas, rayon viskosa, poliester, dan lain-lain. Biasanya serat bambu dicampur dengan serat kapas yang merupakan serat alam. Pencampuran serat kapas dengan serat bambu bertujuan untuk meningkatkan daya serap kain terhadap air atau keringat apabila kain tersebut digunakan sebagai pakaian sehingga semakin nyaman saat dipakai. Serat bambu cocok dicampurkan dengan serat kapas karena keduanya memiliki struktur selulosa sehingga sifat fisika dan kimianya hampir sama⁶.

Pencampuran serat kapas dan serat bambu dapat meningkatkan daya serap kain terhadap zat warna saat proses pencelupannya dibandingkan dengan pencelupan kain kapas. Namun, terdapat perbedaan kemampuan daya serap yang signifikan di antara kedua jenis serat tersebut yang dipengaruhi oleh sifat *moisture regain* dari masing-masing serat. *Moisture regain* (MR) serat kapas sebesar 7-8%, sedangkan MR serat bambu sebesar 13%. Perbedaan kemampuan daya serap tersebut dapat berpengaruh terhadap penyerapan zat warna sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai kondisi proses pencelupan kain campuran kapas- bambu untuk mendapatkan ketuaan dan kerataan warna yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaCl dan Na₂CO₃ pada proses pencelupan kain rajut kapas-bambu (60%-40%) dengan zat warna reaktif (*Reactive Blue BRF*) dengan metode

perendaman (*exhaust*) terhadap ketuaan dan kerataan warna.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil pencelupan selulosa dengan zat warna reaktif adalah kondisi proses pencelupan (suhu, pH, dan waktu) serta sifat difusi zat warna ke dalam serat⁷. pH larutan pencelupan dapat diatur dengan cara menambahkan alkali, seperti natrium karbonat, karena proses fiksasi zat warna reaktif berlangsung pada suasana alkali⁸. Selain itu, penambahan elektrolit seperti NaCl atau Na₂SO₄ pada larutan pencelupan dapat mendorong atau membantu penyerapan zat warna ke dalam serat sehingga diharapkan dapat menghasilkan kerataan warna yang baik⁹.

Selain itu interaksi kimia antara selulosa dengan zat warna reaktif menghasilkan ikatan kovalen. Ikatan kovalen merupakan ikatan kimia yang kuat dibandingkan ikatan fisika, sehingga hasil pencelupan selulosa memiliki ketahanan luntur warna terhadap pencucian yang baik dengan rentang nilai 4-5.

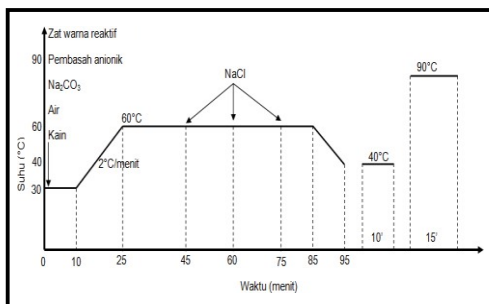
Penelitian yang dilakukan oleh K Haggag, dkk pada pencelupan kain kapas dengan zat warna reaktif menunjukkan ketahanan luntur warna terhadap pencucian dengan nilai 5. Sementara hasil penelitian Larik menunjukkan ketahanan luntur warna terhadap pencucian pada kain bambu dengan zat warna reaktif berada pada nilai 4-5¹⁰¹¹.

BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah kain rajut dengan benang campuran kapas-bambu (60%- 40%) yang telah mengalami proses persiapan penyempurnaan seperti *desizing* dan *scouring*. Konstruksi kain

meliputi *single knit*, anyaman Rib 1x1, berat kain 180 g/m² dengan nomor benang Ne₁ 29, *Wales per inch* 33 dan *Course per inch* 59.

Proses pencelupan kain kapas-bambu dengan zat warna reaktif (*Reactive Blue BRF*) metode perendaman (*exhaust*) dengan penambahan NaCl bertahap seperti pada gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Skema Proses pencelupan kain kapas-bambu (60%-40%) dengan zat warna reaktif (*Reactive Blue BRF*) metode perendaman¹². Evaluasi dilakukan terhadap Pengujian ketuaan (K/S) dan kerataan warna (standar deviasi) menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Data rata-rata ketuaan warna (K/S) kain hasil pencelupan.

Konsentrasi NaCl (g/l)	Konsentrasi Na ₂ CO ₃ (g/l)	Ketuaan warna (K/S)
30	10	11.29
45		10.96
60		11.53
30	20	13.15
45		12.19
60		12.42
30	30	13.30
45		13.86
60		14.04

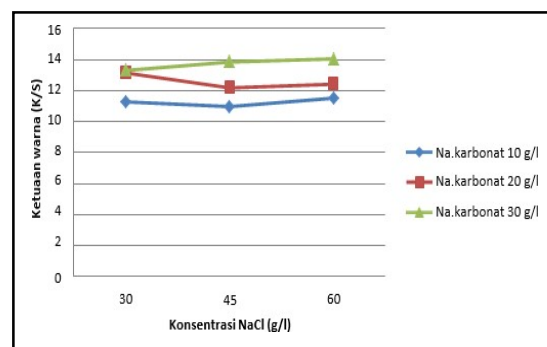
Tabel 2. Data Kerataan Warna hasil pencelupan.

Konsentrasi NaCl (g/l)	Konsentrasi Na ₂ CO ₃ (g/l)	Kerataan warna (standard deviasi)
30	10	0,37
45		0,35
60		0,45
30	20	0,38
45		0,26
60		0,41
30	30	0,48
45		0,49
60		0,59

PEMBAHASAN

Ketuaan Warna (K/S)

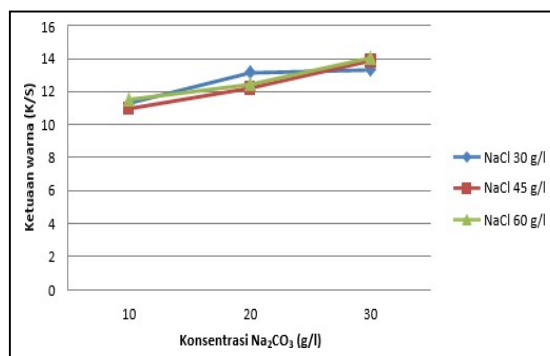
Pengujian ketuaan warna dilakukan untuk mengetahui jumlah zat warna yang terserap ke dalam kain campuran kapas-bambu. Data hasil pengujian ketuaan warna disajikan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2 berikut ini



Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi NaCl terhadap nilai ketuaan warna (K/S) hasil pencelupan.

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 diatas, menunjukkan bahwa penambahan NaCl sebagai elektrolit ke dalam larutan celup

dapat memengaruhi ketuaan warna hasil pencelupan. Penambahan konsentrasi NaCl 60 g/L dengan konsentrasi Na₂CO₃ yang berbeda dapat meningkatkan ketuaan warna. Makin tinggi konsentrasi NaCl yang digunakan, maka ketuaan warna makin tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh meningkatnya substantifitas zat warna reaktif seiring dengan bertambahnya pemakaian elektrolit. Elektrolit, seperti NaCl, apabila ditambahkan ke dalam larutan celup akan menyebabkan potensial kimia di larutan celup meningkat. Untuk mencapai keadaan setimbang, potensial kimia di larutan celup dan potensial kimia dalam serat harus sama. Makin besar potensial kimia dalam serat maka semakin besar konsentrasi zat warna yang ada di dalam serat, yang artinya zat warna yang terserap lebih banyak dan menghasilkan warna yang lebih tua.



Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi Na₂CO₃ terhadap nilai ketuaan warna (K/S) hasil pencelupan

Grafik pada Gambar 2 diatas menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi Na₂CO₃ berpengaruh terhadap ketuaan warna hasil pencelupan. Berdasarkan grafik tersebut, pengaruh alkali terhadap peningkatan ketuaan warna dapat diamati secara signifikan pada penggunaan NaCl 45 dan 60 g/l.

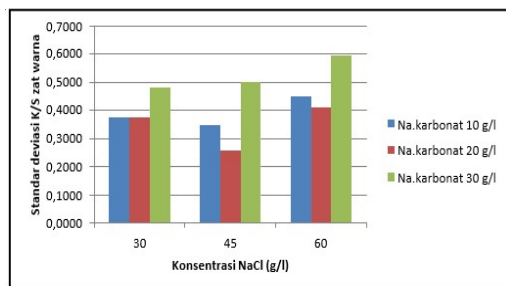
Semakin tinggi konsentrasi Na₂CO₃ yang digunakan dalam larutan celup, maka ketuaan warna hasil celupnya semakin meningkat. Hal tersebut dapat terjadi karena peningkatan konsentrasi Na₂CO₃ yang menyebabkan pH larutan celup semakin alkalis. Penambahan alkali dapat mengaktifkan gugusreaktif *vinil sulfon* yang terdapat di dalam zat warna *Reactive Blue BRF* dari *sulfoto etil sulfon* menjadi vinil sulfon yang lebih reaktif. Meningkatnya kereaktifan zat warna akan mempercepat terjadinya reaksi antara zat warna dengan gugus hidroksil yang ada pada serat selulosa (serat kapas dan bambu)¹³. Interaksi kimia yang terbentuk berupa ikatan kovalen yang merupakan ikatan kimia yang kuat. Penambahan alkali lemah dengan konsentrasi rendah tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kinerja gugus reaktif Mono Cloro Triazin, sehingga penambahan alkali lemah Na₂CO₃ dapat dengan aman dilakukan pada proses pencelupan zat warna reaktif pada kain Kapas – bamboo dengan metode perendaman.

Ketuaan warna paling tinggi diperoleh pada kain hasil pencelupan yang menggunakan Na₂CO₃ 30 g/l dan NaCl 60 g/l dengan nilai K/S zat warna tertinggi, yaitu 14,0421.

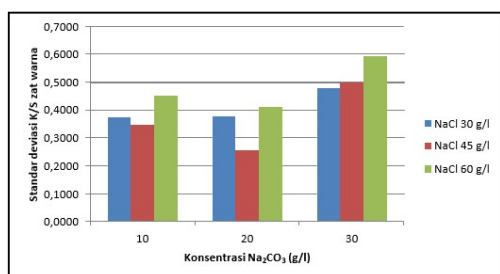
Kerataan Warna

Pengujian kerataan warna hasil pencelupan dilakukan dengan cara menghitung standar deviasi K/S zat warna pada 5 titik pengujian. Standar deviasi menunjukkan keheterogenan dari data yang diteliti. Makin rendah nilai standar deviasi, maka keragaman sampel makin kecil yang berarti keseragaman nilai K/S zat warna yang terserap makin tinggi dan kerataan warna hasil pencelupan

makin baik. Data hasil pengujian kerataan warna dilihat dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik kerataan warna hasil pencelupan terhadap konsentrasi NaCl.



Gambar 4. Grafik kerataan warna hasil pencelupan terhadap konsentrasi Na₂CO₃

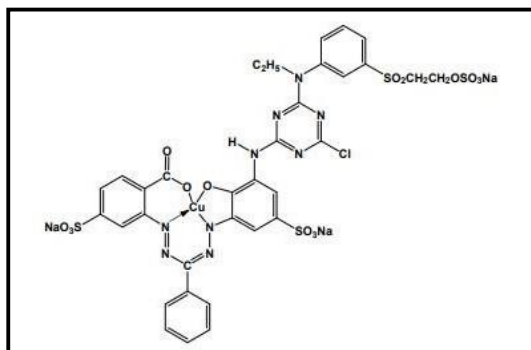
Grafik kerataan warna pada Gambar 3 dapat menunjukkan penggunaan Na₂CO₃ 10 g/l dan 20 g/l, terjadi penurunan nilai standar deviasi seiring dengan peningkatan konsentrasi NaCl. Kenaikan nilai standar deviasi terjadi pada konsentrasi NaCl 60 g/l. Hal tersebut menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi NaCl dapat menyebabkan meningkatkan ketidakrataan warna. Namun, Pemasukan NaCl secara bertahap dapat membantu kerataan penyerapan zat warna ke dalam serat.

Pada penggunaan Na₂CO₃ 10 dan 20 g/l, pada konsentrasi NaCl 30 dan 45

g/L memiliki tingkat kerataan yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan Na₂CO₃ 30 . Oleh karena itu apabila pH larutan celup sangat alkalis, maka hanya perlu sedikit penggunaan elektrolit⁹.

Grafik kerataan warna pada Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi Na₂CO₃ berpengaruh terhadap kerataan warna hasil pencelupan. Kerataan warna meningkat seiring dengan menurunnya konsentrasi Na₂CO₃ yang digunakan. Namun, penambahan alkali konsentrasi Na₂CO₃ 30 g/l dengan NaCl 60 g/L dapat menyebabkan warna kain hasil celup lebih tua namun kurang rata. Kerataan warna paling baik diperoleh pada kain hasil pencelupan yang menggunakan natrium karbonat 20 g/l dan natrium klorida 45 g/l dengan nilai standar deviasi terendah, yaitu 0,26.

Struktur molekul dari zat warna *Reactive Blue BRF* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dua gugus reaktif yang jenisnya berbeda (MCT-VS) sehingga kemampuan fiksasi dengan seratnya lebih tinggi daripada zat warna reaktif yang hanya memiliki satu gugus reaktif¹⁴.



Gambar 5. Struktur kimia zat warna
C.I. Reactive Blue 221

Berdasarkan struktur molekulnya pada Gambar 5 zat warna ini juga memiliki ukuran molekul yang besar. Ukuran molekul yang besar akan memiliki jumlah elektron yang banyak sehingga memiliki gaya dispersi london yang lebih besar. Gaya fisika yang lebih besar pada hasil pencelupan selulosa (kapas dan bambu) yang dicelup dengan zat warna reaktif an adanya ikatan kovalen antara selulosa dengan zat warna reaktif dapat meningkatkan sifat ketahanan luntur warna terhadap pencucian.

KESIMPULAN

Konsentrasi NaCl dan Na₂CO₃ yang digunakan dalam proses pencelupan berpengaruh terhadap ketuaan dan kerataan warna hasil pencelupan. Untuk mendapatkan ketuaan warna hasil pencelupan yang maksimal diperlukan penambahan Na₂CO₃ yang disesuaikan dengan tipe dan sifat serat selulosa yang digunakan. Penambahan NaCl dapat meningkatkan ketuaan warna dan kerataan warna kain hasil pencelupan. Namun, penggunaan konsentrasi yang berlebih dapat menyebabkan ketuaan warna hasil pencelupan namun kurang rata. Pemasukkan alkali dan elektrolit secara bertahap dapat membantu meningkatkan ketuaan dan kerataan warna hasil pencelupan selulosa dengan zat warna reaktif. Kondisi optimum proses pencelupan kain kapas-bambu (60%-40%) dengan zat warna reaktif (*Reactive Blue BRF*) yaitu pada penggunaan konsentrasi NaCl 45 g/l dan konsentrasi Na₂CO₃ 20 g/l dengan nilai K/S zat warna yang terserap pada bahan sebesar 12,2. Kerataan warna terbaik berdasarkan nilai standar deviasi paling rendah sebesar 0,26.

DAFTAR PUSTAKA

1. Basit, A. et al. Comparison of mechanical and thermal comfort properties of tencel blended with regenerated fibers and cotton woven fabrics. *Autex Res. J.* 19, 80-85 (2019).
2. Azeem, M. W., Hanif, M. A. & Khan, M. M. Bamboo. *Med. Plants South Asia* 29-45 (2020) doi:10.1016/b978-0-08-102659-5.00003-3.
3. Gun, A. D. & Tiber, B. Color, color fastness and abrasion properties of 50/50 bamboo/cotton blended plain knitted fabrics in three different stitch lengths. *Text. Res. J.* 81, 1903-1915 (2011).
4. Tuteja, S. & Birla, J. D. Effect of Formic Acid Pretreatment on the Dyeing of Bamboo Fabric. *Artic. J. Text. Assoc.* (2022) doi:10.17605/OSF.IO/BG9V5.
5. SUN, B., JIA, J. W., WU, S. C., & CUI, H. W. (2005).... - Google Cendekia. https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=SUN%2C+B.%2C+JIA%2C+J.+W.%2C+WU%2C+S.+C.%2C+%26+CUI%2C+H.+W.+%282005%29.+Dyeing+and+finishing+of+bamboo%2F+cotton+blended+fabric+%5BJ%5D.+Dyeing+and+Finishing%2C+6.&btnG=.
6. Liu, L., Wang, Q., Cheng, L., Qian, J. & Yu, J. Modification of natural bamboo fibers for textile applications. *Fibers Polym.* 12, 95-103 (2011).
7. A. N. M. A. H. Effect of Dyeing Parameters on Dyeing of Cotton Fabrics With Fluoro Chloro Pyrimidene Reactive Dyes. *Int. J. Res. Eng. Technol.* 03, 125-128 (2014).
8. Xiao, H. & Zhao, T. One-Bath Union Dyeing of Wool/Acrylic Blend Fabric with Cationic Reactive Dyes Based on Azobenzene. *Fibers Polym.* 19, 331-339 (2018).
9. Hermawan, J., Pradana, S. M. & Mulyani, W. E. Pengaruh Ph Awal Dan Durasi Penambahan Alkali Pada Pencelupan Kain Rajut Bambu Dan Kapas (60%/40%) Menggunakan Zat Warna Reaktif Vinil Sulfon Metoda One-Bath. *Texere* 19, 16-25 (2021).
10. Haggag, K., El-Molla, M. M. & Mahmoued, Z. M. Dyeing of cotton fabrics using reactive dyes by microwave irradiation technique. *Indian J. Fibre Text. Res.* 39, 406-410 (2014).
11. Larik, S. A., Khatri, A., Ali, S. & Kim, S. H. Batchwise dyeing of bamboo cellulose fabric with reactive dye using ultrasonic energy. *Ultrason. Sonochem.* 24, 178-183 (2015).
12. Zahra, N. Z. Politeknik sttt bandung. Skripsi (2022).
13. Sultana, S., Fatema, U., Journal, A. I.-E. S. & 2016, undefined. Sensitivity Analysis Of Vynyl Sulphone And BisMonochlorotriazine Reactive Groups Of Reactive Dyes. core.ac.uk.
14. Weber, E. J. & Stickney, V. C. Hydrolysis kinetics of Reactive Blue 19-Vinyl Sulfone. *Water Res.* 27, 63-67 (1993).