

**PENGARUH KONSENTRASI ELEKTROLIT DAN WAKTU DIFUSI
PADA PENCELUPAN KAIN RAJUT CAMPURAN MODALS/SPANDEX
(97%/3%) MENGGUNAKAN ZAT WARNA REAKTIF BIFUNGSIONAL**
*THE EFFECT OF ELECTROLYTE CONCENTRATION AND DIFFUSION
TIME ON DYEING MODALS/SPANDEX (97%/3%) KNITTED FABRIC
WITH BIFUNCTIONAL REACTIVE DYES*

Eka Oktariani*, Faizar Ananda, Rr Wiwiek Eka Mulyani
Politeknik STTT Bandung, Kota Bandung, 40272, Indonesia

*Penulis korespondensi:
Alamat Email : ekaoktariani90@gmail.com

Tanggal diterima: 25 Desember 2021, direvisi: 24 November 2022, disetujui terbit: 25
November 2022

Abstrak

Kain rajut campuran modals/spandex (97%/3%) dapat dicelup dengan zat warna reaktif *bifungsional*. Penelitian ini membahas tentang waktu difusi pada pencelupan modals/spandex dan penambahan elektrolit (garam) untuk mendapatkan ketuaan dan kerataan warna yang baik. Laju difusi zat warna dan kerataan warna dipengaruhi oleh waktu difusi dan konsentrasi elektrolit. Ketuaan dan kerataan warna kain hasil pencelupan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer berdasarkan nilai K/S. Hasil penelitian menunjukkan waktu difusi dan konsentrasi elektrolit berpengaruh terhadap hasil pencelupan. Waktu difusi yang optimum pada proses pencelupan kain modals/spandex adalah 40 menit dan konsentrasi garam sebanyak 50 g/L dengan nilai ketuaan warna (K/S) 17,77, standar deviasi kerataan warna 0,47 dan ketahanan luntur warna rata-rata 4 – 5.

Keywords : modals, spandex , Zat warna Reaktif *bifungsional*, elektrolit , waktu difusi

Abstract

Knitted fabric made of *modals* and *spandex* (97% / 3%) can be dyed with bifunctional reactive dyes. This research is focused on the effect of diffusion time and *electrolyte concentration* to obtain the great colour strength and colour evenness properties. Dyes diffusion rate were affected by diffusion time and electrolyte concentration. Colour strength and colour evenness properties on the fabric were determined by K/S value from Spectrophotometer The findings show that diffusion time and concentration of electrolyte affect the dyeing properties. The optimum dyeing condition of diffusion time and electrolyte concentration for dyeing modals/spandex knitted fabric is 40 minute and 50 g/L of electrolyte. The results show that colour strength value was 17.77, colour evenness properties was 0.47 and color fastness dyed fabric was 4 - 5.

Keywords : *modals, spandex, bifunctional reactive dyes, diffusion time, electrolyte*

PENDAHULUAN

Serat modal atau *High Wet Modulus (HMM)* rayon merupakan serat ramah lingkungan yang dihasilkan dari proses modifikasi serat regenerasi selulosa yang berasal dari pulp kayu pohon beech¹. Serat modal merupakan serat hasil modifikasi rayon dengan memberikan efek langsat, kilau, halus dan kemampuan penyerapan yang baik. Serat modal juga memiliki stabilitas dimensi dan kekuatan tarik yang baik dalam kondisi basah, serta memiliki lebih banyak struktur amorf dibandingkan dengan struktur kristalin sehingga serat modal dapat menyerap air 50% lebih banyak dibandingkan kapas^{1,2}. Daya serap yang tinggi pada serat modal mengakibatkan perlunya kontrol laju difusi penyerapan zat warna, untuk mencegah terjadinya belang.

Serat spandek atau elastane merupakan serat yang terbuat dari elastomer. Serat spandek merupakan salah satu serat sintetik yang memiliki elastisitas mencapai 93% setelah mengalami penarikan sebesar 50% dari panjang awal serat. Serat spandek biasa digunakan bersamaan dengan serat alam seperti serat kapas, rayon, liocel ataupun modal³. Pencampuran serat modal dan spandek dilakukan untuk mendapatkan serat yang nyaman dengan kemampuan fleksibilitas yang lebih baik jika dibandingkan serat modal tanpa campuran. Persentase serat spandek pada campuran serat bergantung dari fleksibilitas dan konstruksi yang diinginkan dari penggunaan akhir kain campuran. Serat spandek juga banyak digunakan untuk pencampuran pada kain rajut³. Pencelupan serat modal/spandek dapat dilakukan dengan menggunakan zat warna reaktif. Zat warna reaktif banyak digunakan sebab memberikan efek warna yang cerah dan memiliki ketahanan luntur yang baik. Zat warna

reaktif memiliki gugus reaktif yang dapat berikatan dengan gugus hidroksil pada serat selulosa membentuk ikatan kovalen yang berpengaruh signifikan terhadap ketahanan luntur warna kain hasil pencelupan³. Zat warna reaktif yang memiliki dua gugus reaktif disebut sebagai zat warna reaktif bifungsional. Zat warna reaktif bifungsional dibuat untuk meningkatkan kapasitas penyerapan zat warna kedalam serat.

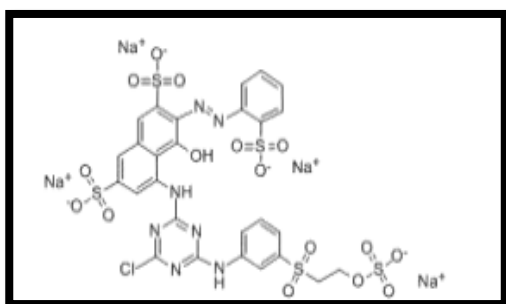
Zat warna reaktif bifungsional dikenal memiliki tingkat efisiensi pencelupan yang tinggi dan memberikan ketahanan luntur yang baik pada kain hasil pencelupan⁴. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan zat warna reaktif *bifunctional* menunjukkan persentase fiksasi yang lebih tinggi pada serat modal dibandingkan dengan zat warna reaktif *polyfunctional*⁵.

Terdapat dua jenis zat warna reaktif bifungsional, yaitu zat warna reaktif homobifungsional dan heterobifungsional. Perbedaan kedua jenis zat warna ini terdapat pada gugus reaktif penyusunnya. Zat warna reaktif heterobifungsional meningkatkan penyerapan zat warna reaktif ke dalam serat pada suasana alkali sampai 80-95%, sementara penggunaan zat warna reaktif homobifungsional hanya meningkatkan 50 -70% penyerapan zat warna ke dalam serat⁶.

Zat warna reaktif hetero *bifunctional* yang banyak digunakan adalah *C.I Reactive Red 194* yang memiliki gugus MCT (Mono Chloro Triazin) dan VS (Vynil Sulfon) seperti yang tertera pada Gambar 1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mamun, dkk (2017). Penggunaan zat warna reaktif dengan gugus MCT+VS menunjukkan penyerapan yang lebih baik dibandingkan dengan zat warna reaktif bifungsional MFT (Mono Flouro Triazin) +VS pada pencelupan kain

modal⁷. Tinjauan atas ketahanan luntur hasil celup kain modal dengan MCT+VS juga menunjukkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan kain hasil celup MFT+VS.

Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh besar terhadap tingginya laju difusi zat warna reaktif terhadap serat modal, antara lain kondisi pencelupan seperti waktu dan suhu pencelupan, serta konsentrasi garam yang digunakan.



Sumber : Dalal, M.M., Desai, K.R. (1996)
*Dyeing Effects of Bifunctional Reactive
 Dyes on Knitted Cotton Fabrics.*
 American Dyestuff.

Gambar 1. Struktur zat warna reaktif
Red 194

Waktu difusi berpengaruh terhadap kontak yang terjadi antara zat warna reaktif dengan serat. Semakin lama waktu pencelupan, kontak antara zat warna dengan serat menjadi semakin banyak.

Penggunaan garam pada pencelupan zat warna reaktif dapat meningkatkan penyerapan maksimum zat warna ke dalam serat serta menaikkan laju difusi zat warna ke dalam serat⁸. Peningkatan laju difusi ini sejalan dengan penelitian Kabir, dkk (2014), yang menyatakan bahwa pemberian garam glauber dapat meningkatkan laju difusi sampai dengan 98% pada 60 menit pertama pencelupan serat selulosa dengan zat warna reaktif⁸. Pada penelitian Mughal (2006), disebutkan bahwa penggunaan NaCl dan Na₂SO₄ memberikan efek

signifikan terhadap penyerapan zat warna reaktif pada kain selulosa⁹.

Kurangnya konsentrasi garam atau elektrolit pada larutan pencelupan dapat menyebabkan laju difusi zat warna kedalam serat menjadi kurang maksimal, sehingga penyerapan zat warna ke dalam serat tidak optimal². Hal ini yang mendasari diperlukannya penelitian pencelupan kain modal dengan variasi konsentrasi garam pada larutan pencelupan.

Serat selulosa ketika direndam pada larutan yang bersifat alkali akan memiliki muatan negatif karena konstanta dielektrik yang lebih rendah dari pada larutan. muatan ini akan bersifat tolak menolak dengan muatan negatif pada zat warna.

Penambahan elektrolit pada larutan celup dapat meningkatkan adsorpsi zat warna pada kain karena adanya muatan positif pada kation yang berasal dari elektrolit⁹. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan konsentrasi garam dan waktu difusi optimum sehingga dihasilkan pencelupan yang merata pada kain campuran modal/spandek menggunakan zat warna reaktif *bifunctional*.

BAHAN DAN METODA

Kain yang digunakan dalam penelitian ini adalah kain campuran Modal / Spandek (97% / 3%) Siap celup atau *Ready For Dyeing* (RFD). Jenis kain rajut *single jersey* dengan nomer benang modals Ne₁ 40 dan spandek Ne₁ 20.

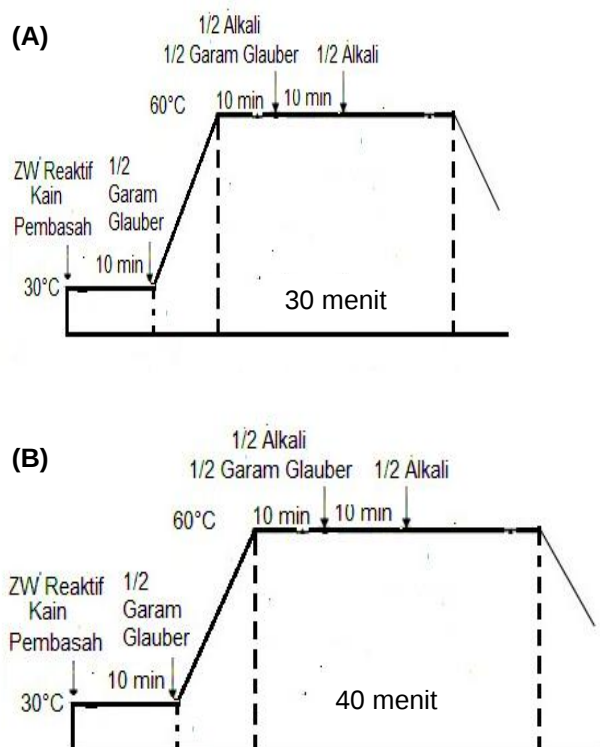
Proses pencelupan kain modal/spandek digunakan zat warna reaktif hetero *bifungsional Red 194*, zat pembasah, natrium sulfat atau garam Glauber sebagai elektrolit, natrium karbonat sebagai pengatur suasana alkali dan sabun non ionik.

Proses pencelupan dilakukan dengan metoda *one-bath* secara perendaman (*exhaust*) dengan konsentrasi zat

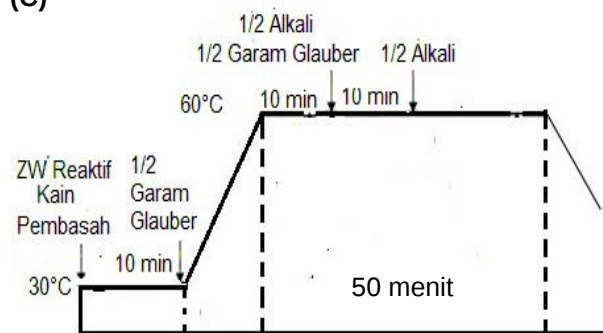
warna reaktif sebesar 2% owf dan konsentrasi Na_2CO_3 20 g/L.

Perbandingan *liquor ratio* yang digunakan 1:10 pada suhu 60°C dengan variasi konsentrasi garam glauber 35, 50 dan 65 g/L dalam waktu 30, 40 dan 50 menit menggunakan mesin HT/HP dengan metoda pemasukan alkali dan garam secara bertahap untuk mencegah terjadinya hidrolisis zat warna reaktif pada proses pencelupan. Pemasukan alkali tidak dilakukan di awal, sebab dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis struktur MCT pada zat warna reaktif hetero *bifunctional*.

Skema Proses Pencelupan dapat kita lihat pada Gambar 2.



(C)



Gambar 2. Skema proses Pencelupan Kain Modal/Spandek dengan Zat Warna Reaktif hetero Bifunctional dengan berbagai waktu difusi : (A) 30 Menit ; (B) 40 menit ; (C) 50 menit

Evaluasi dilakukan dengan pengujian ketahanan warna dan kerataan warna berdasarkan SNI 08 – 4667 – 1998¹¹ menggunakan spektrofotometer (Macbeth Color eye 3000) dari panjang gelombang 400 – 700 nm dengan rentang 20 nm, nilai reflektansi dikonversikan menjadi nilai ketahanan warna (K/S) dengan hukum Kubelka-Munk. Kerataan diperoleh dari nilai standar deviasi K/S pada 5 titik kain sesuai persamaan pada Persamaan 1.

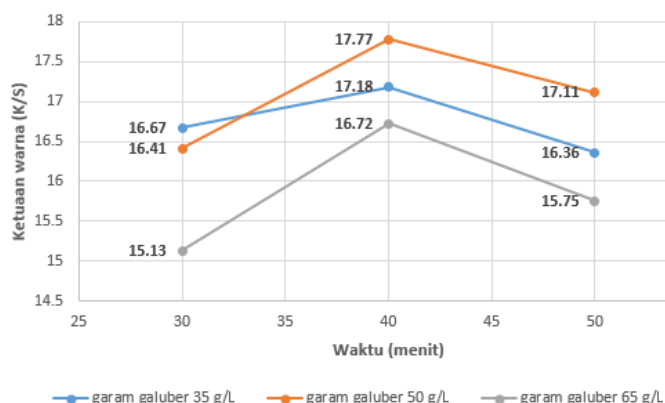
$$\text{Standar deviasi} = \frac{\sqrt{\epsilon(x_1 - x)^2}}{(n-1)} \quad (1)$$

Pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian kain modal/spandek hasil pencelupan ditunjukkan dengan nilai *grey scale* berdasarkan SNI ISO 105-A02 untuk penilaian perubahan warna¹² dan *staining scale* berdasarkan SNI ISO 105-A03 untuk penilaian penodaan warna¹³

HASIL PENELITIAN

Ketuaan Warna Kain Hasil Pencelupan (K/S)

Nilai ketuaan warna kain hasil pencelupan berhubungan dengan jumlah zat warna yang terserap ke dalam bahan dan dinyatakan dengan nilai K/S. Kain hasil pencelupan diukur pada panjang gelombang (λ) maksimum 530 nm. Nilai ketuaan warna hasil pencelupan ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam Glauber dan Waktu Difusi pada Pencelupan Kain Modaal/Spandek dengan Zat Warna Reaktif *Bifunctional* terhadap Ketuaan Warna.

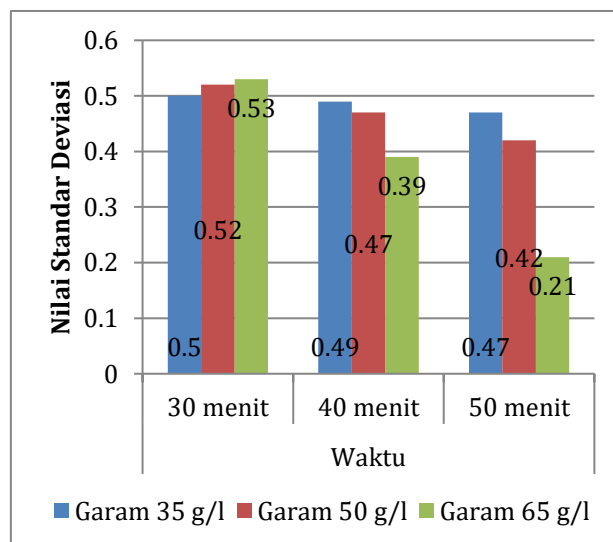
Dari data di atas, penggunaan garam Glauber sebesar 50 g/L dengan waktu difusi selama 40 menit memberikan nilai ketuaan warna sebesar 17,77, sementara waktu difusi 50 menit menunjukkan nilai K/S sebesar 17,11. Garam Gluber atau Na_2SO_4 dalam larutan menghasilkan ion Na^+ yang dua kali lebih banyak jika dibandingkan dengan garam yang memiliki valensi 1¹⁴.

Konsentrasi garam glauber 65 g/L, menunjukkan nilai K/S cenderung lebih

rendah dibandingkan dengan penggunaan garam Glauber sebesar 50 g/L. Menurut Joshua (2020), penggunaan garam berlebih dengan perbandingan *liquor ratio* yang rendah dapat mengakibatkan penurunan kelarutan zat warna dalam larutan². Hal ini berpengaruh terhadap menurunnya penyerapan zat warna ke dalam kain.

Kerataan Warna Kain Hasil Pencelupan

Hasil pengujian kerataan warna diperoleh dari standar deviasi (SD) nilai K/S pada panjang gelombang (λ) 530 nm pada 5 titik uji ketuaan warna. Semakin kecil nilai SD maka nilai kerataannya semakin baik. Sementara semakin besar nilai SD, artinya kerataannya warna kain hasil pencelupan semakin buruk. Konsentrasi Garam glauber 65 g/l dengan waktu pencelupan 50 menit, didapatkan standar deviasi sebesar 0,21.



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Garam Glauber dan Waktu Difusi terhadap Nilai Standar Deviasi Kain Modal/Spandek Hasil Pencelupan Zat Warna Reaktif *Bifunctional*

Konsentrasi garam berlebih pada larutan celup dapat mengakibatkan terjadinya agregasi zat warna dan

mengurangi terjadinya migrasi zat warna ke dalam serat. Penurunan migrasi zat warna ke dalam serat mengakibatkan laju difusi zat warna kedalam serat menjadi lebih lambat¹⁶. Hal ini mengakibatkan hasil pencelupan menjadi lebih rata.

Ketahanan Luntur Warna terhadap Pencucian

Ketahanan luntur warna terhadap pencucian kain modal/spandek hasil pencelupan ditunjukkan dengan nilai *grey scale* berdasarkan SNI ISO 105-A02-2010 untuk penilaian perubahan warna dan *staining scale* berdasarkan SNI ISO 105-A03-2010 untuk penilaian penodaan warna.

Penilaian ketahanan luntur warna kain hasil pencelupan menggunakan skala 1 sampai 5. Nilai maksimum (5) menunjukkan tidak terjadi penodaan ataupun perubahan warna kain hasil pencelupan, sementara nilai 1 menunjukkan penodaan dan perubahan warna kain hasil pencelupan yang signifikan. Pebandingan perubahan dan penodaan warna dibandingkan terhadap standar staining scale dan grey scale.

Hasil penilaian ketahanan luntur warna terhadap pencucian dapat dilihat pada Tabel 1 nilai perubahan warna. Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi garam Glauber yang digunakan dan semakin lama waktu pencelupan memberikan nilai ketahanan luntur warna terhadap pencucian berdasarkan perubahan warna, memberikan hasil yang semakin baik (nilai 5). Konsentrasi garam Glauber dalam larutan pencelupan membantu untuk menetralkan muatan negative yang terbentuk pada serat modal dalam air,

sehingga zat warna reaktif yang juga memiliki muatan negative dilarutan dapat lebih mudah berikatan dengan serat modal.¹⁷

Tabel 1. Nilai Ketahanan Luntur Warna Terhadap Pencucian
(Perubahan Warna)

Konsentrasi garam glauber (g/l)	Waktu pencelupan (menit)		
	30	40	50
35	4-5	5	5
50	5	5	5
65	5	5	5

Data ketahanan luntur warna terhadap pencucian dengan penodaan warna terhadap kain putih pelapis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Ketahanan Luntur Warna Terhadap Pencucian

(Penodaan Warna)

Konsentrasi garam glauber (g/l)	Waktu proses (menit)	Kain pelapis (Kapas)	Kain pelapis (Wol)
35	30	4-5	5
	40	5	5
	50	5	5
50	30	5	5
	40	5	5
	50	5	5
65	30	5	5
	40	5	5
	50	5	5

Data yang ditampilkan pada tabel 1 dan 2 menunjukkan tidak ada perubahan atau penodaan warna yang bersifat signifikan pada pengujian ketahanan luntur warna kain hasil pencelupan. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya Senyawa Cl yang sangat reaktif pada zat warna reaktif bifungsional MCT-VS, sehingga kekuatan ikatan kovalen serat dengan zat warna menjadi semakin kuat.

Ikatan kovalen antara gugus hidroksil pada serat modal dan zat warna reaktif merupakan ikatan yang kuat, sehingga zat warna tidak mudah luntur saat proses pencucian^{2,7}.

Konsentrasi garam Glauber dan waktu difusi pada pencelupan serat modal/spandek dengan zat warna reaktif bifungsional tidak menunjukkan adanya perubahan signifikan terhadap

ketahanan luntur warna kain hasil pencelupan.

KESIMPULAN

Proses pencelupan serat modal/spandek menggunakan zat warna reaktif *Bifunctional* memberikan nilai ketahanan warna, kerataan warna dan ketahanan warna terhadap pencucian yang sangat baik. Berdasarkan variasi konsentrasi garam glauber yang telah dilakukan, konsentrasi garam Glauber 50 g/L dengan waktu kontak 40 menit menunjukkan nilai K/S 17,77. dengan kerataan warna 0,47 dan nilai ketahanan luntur warna terhadap pencucian 4-5 dominan di skala 5.

DAFTAR PUSTAKA

1. Moses, J., Radhika, R. Study of the K/S values, wash, light & rubbing fastnesses, and antimicrobial assessment on modal, cotton and modal / cotton (50: 50) blended dyed fabrics. *Elixir Appl. Chem.*46, 8185 - 8188 (2012).
2. Joshua, I., Pradanas, S.M. Mulyani, W.E. Pencelupan Kain Rajut Kapas/ Modals Menggunakan Z Warna Reaktif Bifunctional Metoda One Bath. *Texere* 18. Vol. 2. (2020).
3. Shahid, Md. A., Hossain, Md. I., Hossain, Delwar. Ali, Ayub. Effect of Different Dyeing Parameters on Cotton Strength & Fastness Properties of Cotton Elastane (CE) and Lyocell-Elastane (LE) Knit Fabric. *International Journal of Textile Science*, 5 (1). 1 -7. 2016.
4. Dalal, M.M., Desai, K.R. Dyeing Effects of Bifunctional Reactive Dyes on Knitted Cotton Fabrics. *American Dyestuff*. 22-25. (1996).
5. Khan, Md., E., Comparative Study on Dyeing of Cotton Modal and Lyocell Fabrics using bifungsional and Polyfunctional Reactive Dyes. *Journal of Textile Science and Technology*. 6. 40 -48. (2020).
6. Horrocks, A.R., Anand, S.C. *Handbook of Technical Textiles*. Woodhead Publishing Limited. 1. (2000).
7. Mamun, Md, H., Mostafa, A., Hossain, Md. A., Khan, M. Zakaria, Md., Yeasmin, M.S. Effect of Reactive Groups of Reactive Dyes on Dyeing of Modal Fabric. *International Journal of Textile Science*. 6(6). 158-164 (2017).
8. Kabir, S. Md. M., Koh, J., Momtaz, F. Analyzing The Suitable Electrolyte for Reactive Dyeing Process in Cotton Goods. *Journal of Engineering Science* 5(1), 75-80. (2014).
9. Mughal, Javaid., Aleem, Ausaf., Siddiqui, Qasim., Iqbal, Mansoor. The Study of Electrolytes on the Dye Uptake of Bifunctional Reactive Red Dyes on a Cellulosic Substrate (Cotton K-68). *Pak.J.Sci.Ind.Res.* 49 (5). 371-372. (2006).
10. Kumar, A., Chaundhary, Verma, Poonam. Adsorption Of Reactive Red 194 Dye From Textile Effluent By Using Class Fly Ash. *Scholar Journal Of Applied Medical Sciences*, 1 (2). 111-116. (2013).
11. SNI 08 – 4667 – 1998(.
12. SNI ISO 105-A02-2010 Cara Uji Tahan Luntur Warna - Bagian A02 : Skala Abu-Abu untuk penilaian Perubahan Warna.
13. SNI ISO 105-A03-2010 Cara Uji Tahan Luntur Warna - Bagian A02 : Skala Abu-Abu untuk penilaian Penodaan Warna.
14. AD, Wolela. Effect and Role of Salt in Cellulosic Fabric Dyeing. *Advance Research in Textile Engineering*. 6(1). 1061 - 1065. (2021).
15. Jie, L.I.U. Silk/Modals Blended Fabric Dyeing With Reactive Dyes In One Bath. *Progress In Textile Science and Technology* 6(01), 40. (2015).
16. Gnanapriya, K., Moses, Jeyakodi. A study on modal fabric treated with formic acid. *Tekstil ve Konfekdiyon* 27 (2), 2017.
17. Suesat, Janip. The Influence of NaCl Concentration on the Build-Up Properties and Aggregation of Reactive Dyes. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 42 : 558 - 568 (2008).