

**PENGARUH KONSENTRASI GUAR GUM DAN UREA PADA
PENCAPAN ZAT WARNA REAKTIF PADA KAIN KAPAS**
*EFFECT OF GUAR GUM AND UREA CONCENTRATION ON
REACTIVE DYE PRINTING ON COTTON FABRICS*

Hardianto*, Virda Aditya Arie Pratiwi
Politeknik STTT Bandung, Jl. Jakarta No. 31 Bandung, Indonesia, 40272

*Penulis korespondensi:

Alamat Email: hardianto@kemenperin.go.id

Tanggal diterima: 09 Oktober 2024, direvisi: 02 Desember 2024,
disetujui terbit: 05 Desember 2024

ABSTRAK

Proses pencapan zat warna reaktif pada kain kapas umumnya menggunakan pengental alginat, namun harganya relatif mahal karena ketersediaan alginat mulai terbatas. Salah satu alternatif pengental untuk pencapan dengan harga yang lebih murah yaitu menggunakan guar gum. Proses pencapan zat warna reaktif umumnya menggunakan urea untuk memberikan kelembapan selama proses fiksasi sehingga pewarna dapat masuk ke dalam serat dengan baik. Hal tersebut mendorong perlunya dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi guar gum dan urea terhadap hasil pencapan zat warna reaktif pada kain kapas. Pada penelitian ini dilakukan proses pencapan pada kain kapas menggunakan zat warna reaktif dengan memvariasikan guar gum sebesar 500, 600, 700, dan 800 g/kg dan urea sebesar 60, 80, 100 g/kg. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian viskositas, ketuaan warna, ketajaman motif, kekakuan kain, dan ketahanan luntur warna terhadap pencucian dan gosokan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi guar gum dan urea berpengaruh terhadap ketuaan warna, ketajaman motif dan kekakuan kain, namun tidak berpengaruh pada ketahanan luntur warna terhadap pencucian dan gosokan. Konsentrasi guar gum juga berpengaruh pada viskositas pasta. Semakin besar konsentrasi guar gum maka semakin tinggi nilai viskositas pasta cap. Semakin tinggi viskositas pasta cap maka nilai ketuaan warna makin kecil, ketajaman motif makin rendah, dan kekakuan kain makin rendah. Nilai optimum diperoleh dari hasil pencapan dengan konsentrasi guar gum 500 g/kg dan urea 60 g/kg yang memberikan nilai ketuaan warna tertinggi yaitu 15,3081 dan nilai ketajaman motif 4,6. Selain itu kekakuan kain dan ketahanan luntur warna terhadap pencucian dan gosokan memiliki hasil yang baik.

Kata kunci: Pencapan, zat warna reaktif, pengental, guar gum, urea, kain kapas

ABSTRACT

Printing reactive dyes on cotton fabrics generally uses alginate thickeners, but the price is relatively high because the availability of alginate has been limited. One alternative thickener for printing at a lower price is guar gum. The printing method with reactive dyes typically includes urea to maintain moisture during fixing, facilitating adequate dye penetration into the fibre. This context necessitated an investigation into the impact of guar gum and urea concentrations on the outcomes of reactive printing. In this research, the printing process was carried out on cotton fabric using reactive dyes by varying guar gum of 500, 600, 700, and 800 g/kg and urea of 60, 80, and 100 g/kg. Tests included testing viscosity, colour strength, printing sharpness, fabric

stiffness, and colour fastness to washing and rubbing. The results show that the concentrations of guar gum and urea affected colour strength, printing sharpness, and fabric stiffness but did not affect colour fastness to washing and rubbing. The concentration of guar gum also affects the viscosity of the paste. The greater the concentration of guar gum, the higher the viscosity of the print paste. As the viscosity of the print paste increases, the colour strength value decreases, while the motif sharpness decreases, and the fabric stiffness decreases. The optimum condition is obtained with a concentration of 500 g/kg guar gum and urea 60 g/kg, which gives the highest colour strength value of 15.3081 and a motif sharpness value of 4.6. In addition, the stiffness of the fabric and the colour fastness to washing and rubbing have excellent results.

Keywords: Printing, reactive dyes, thickener, guar gum, cotton fabrics

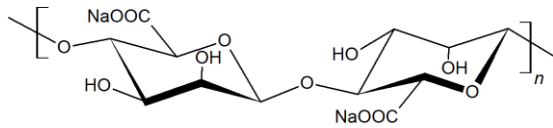
PENDAHULUAN

Pencapan tekstil adalah proses pemberian motif atau desain berwarna pada kain tekstil dari bahan alam ataupun sintetik yang diaplikasikan di industri garmen, *home textile* dan bahan komposit.^{1,2} Proses pencapan merupakan suatu seni memberi motif pada substrat yang telah dilakukan sejak ribuan tahun yang lalu dan praktik pemberian motif dengan metode pencapan pada kain masih dilakukan hingga sekarang.^{3,4} Bahkan metode dan teknik pencapan menjadi semakin maju dengan adanya teknologi digital printing. Perubahan besar dengan berkembangnya teknologi digital printing adalah proses pembuatan desain pencapan tidak lagi terbatas pada jumlah warna atau pola *repeat* (pengulangan)⁵ seperti yang perlu diperhatikan pada metode pencapan konvensional yang masih menggunakan kain kasa seperti kasa datar ataupun kasa putar. Namun begitu metode pencapan menggunakan kain kasa masih dilakukan hingga kini, terutama pada proses sablon sederhana oleh Industri Kecil dan Menengah⁶ dan juga di banyak pabrik tekstil di Indonesia.

Pencapan kain berbahan selulosa termasuk kapas banyak dilakukan menggunakan zat warna reaktif karena kualitas hasil pencapan yang sangat baik.^{7,8} Zat warna reaktif mengadakan reaksi dengan serat selulosa melalui

reaksi substitusi nukleofilik pada kondisi alkali membentuk ikatan kovalen.⁹ Selain itu, urea dalam pasta cap memiliki peran penting untuk mengurangi terjadinya agregasi zat warna dan meningkatkan kelarutan zat warna.^{1,10}

Pengental dalam proses pencapan tekstil berfungsi untuk mengentalkan pasta cap dan sebagai media pembawa zat warna dan zat pembantu (*auxiliaries*) dalam pasta cap agar pada saat aplikasi pencapan di atas kain dapat memberi warna pada bagian yang diinginkan sehingga membentuk motif. Dalam proses pencapan, pengental yang digunakan harus mudah dihilangkan dari kain pada proses pencucian. Proses pencapan zat warna reaktif pada bahan kapas umumnya menggunakan pengental alginat karena tidak mengadakan reaksi dengan zat warna reaktif.¹¹ Alginat merupakan polisakarida yang bersifat anionik, diperoleh dari bahan alam seperti alga coklat dan rumput laut.¹² Alginat adalah kopolimer biner linier yang tersusun dari monomer asam β -D-manuronat (M) dan asam α -L-guluronat (G) yang terikat pada posisi 1,4. ¹² struktur kimia natrium alginat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kimia pengental natrium alginat¹⁰

Namun, ketersediaan pengental alginat mulai terbatas dan harganya cukup mahal, maka perlu dicari alternatif pengental yang harganya lebih murah, salah satunya yaitu guar gum. Guar gum berasal dari biji kacang guar (*Cyamopsis tetragonolobus*) yang termasuk dalam keluarga leguminosae.¹³⁻¹⁵ Produksi guar gum dunia rata-rata sekitar 150.000 ton/tahun¹⁶ dan sebagian besar dibudidayakan di India dan Pakistan sejak lama.¹⁷ Guar gum banyak digunakan pada industri pangan dan industri lainnya sebagai pengental dan *stabilizer* dan pengemulsi. Guar gum berwarna putih hingga putih kekuningan, tidak terlalu berbau, dan tidak memiliki rasa.¹⁴

Guar gum mempunyai jumlah gugus hidroksil yang banyak sehingga dapat digunakan untuk pencapan menggunakan zat warna reaktif.¹⁸ Hal ini telah dibuktikan pada beberapa penelitian yang melakukan pencapan zat warna reaktif menggunakan guar gum memiliki hasil bahwa guar gum memiliki sifat kekakuan hasil pencapan

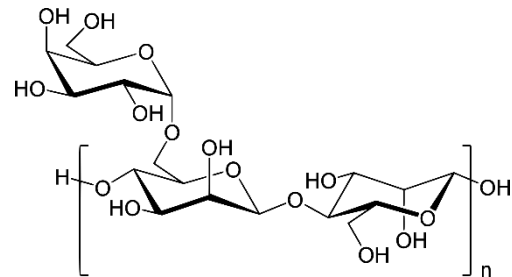
Tujuan dari percobaan ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan konsentrasi guar gum dan urea pada proses pencapan zat warna reaktif di atas kain kapas terhadap viskositas, ketuaan warna, ketajaman motif, kekakuan kain dan ketahanan luntur warna terhadap pencucian dan gosokan.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada percobaan ini adalah kain kapas yang sudah siap untuk proses pencapan

yang baik¹⁹ serta ketahanan luntur warna terhadap gosokan yang baik.^{20,21} Dari beberapa penelitian disebutkan bahwa pengental guar gum bersifat ramah lingkungan dibanding pengental sintetik dan menghasilkan kualitas yang baik.^{19,21} Struktur kimia guar gum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia guar gum.²²

Selain itu, di dalam pasta pencapan komponen yang juga berperan penting pada proses pencapan zat warna reaktif adalah urea.⁷ Urea berfungsi untuk membantu meningkatkan kelarutan zat warna reaktif, mencegah agregasi zat warna, mengurangi penguapan air selama proses pengeringan, menjaga kelembaban kain pada proses fiksasi agar zat warna dapat menyerap masuk kedalam serat dengan baik dan menjaga kestabilan pasta cap terhadap penyimpanan²³ serta untuk menggelembungkan serat selama proses fiksasi *steaming*.⁷

(*ready for printing*). Spesifikasi kain kapas yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Jenis kain : Kain kapas
- Anyaman : Polos
- Berat kain : 92,72 g/m²
- Tetal lusi : 56 helai/cm
- Tetal pakan : 29 helai/cm
- Nomor benang lusi : 50 Ne1
- Nomor benang pakan : 50 Ne1

Peralatan

Proses pembuatan pengental dan pasta cap dilakukan dalam ember plastik. Pengadukan pengental dan pasta cap menggunakan hand mixer. Proses *pengeringan* menggunakan mesin pengering tanpa tegangan *Far Infrared Tunnel Dryer*, Model M-100450XIR, Cina. Proses fiksasi kain dilakukan pada mesin Laboratory Steamer. Pengukuran viskositas pasta cap menggunakan Viscometer (Rion Viscometer VT-04).

Proses Pencapan

Pengental induk dibuat dengan melarutkan bubuk guar gum dengan konsentrasi 3% dalam ember plastik dan diaduk menggunakan hand mixer hingga terbentuk guar gum yang kental. Resep yang digunakan pada pembuatan pasta pencapan adalah sebagai berikut:

- Zat Warna Reaktif : 20 g/kg (Sinarcion Red HS)
- Guar gum 3% : 500; 600; 700; 800 g/kg
- Urea : 60; 80; 100 g/kg
- Natrium Karbonat : 5 g/kg
- Natrium Bikarbonat : 20 g/kg
- Zat anti reduksi : 10 g/kg (Ludigol)

Pasta cap dibuat dengan cara menyiapkan terlebih dahulu zat warna reaktif (sesuai resep) yang dilarutkan dengan sedikit air dan dicampur urea lalu diaduk menggunakan pengaduk kayu. Setelah larut, zat warna dan urea tadi kemudian dimasukkan ke dalam ember plastik yang sudah terdapat pengental induk (guar gum 3%) sesuai resep. Setelah itu, zat anti reduksi, natrium karbonat dan natrium bikarbonat ditambahkan dan diaduk hingga rata dan homogen. Pasta cap sudah siap digunakan untuk proses pencapan di atas kain. Sesudah proses pencapan, dilakukan proses pengeringan pada mesin pengering *Far Infrared Tunnel Dryer* lalu dilanjutkan

dengan proses fiksasi pada mesin *steamer*.

Proses pencucian pada kain dilakukan dengan resep pencucian sebagai berikut:

- Teepol : 1 ml/L
- Natrium karbonat : 2 g/L
- Suhu : 80°C
- Waktu : 10 menit

Terakhir kain dikeringkan pada mesin pengering *Far Infrared Tunnel Dryer*.

Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut: uji viskositas pasta cap (SNI 06-6311-2000), uji ketuaan warna (K/S) berdasarkan SNI ISO 105-J03:2010, pengujian ketajaman motif dilakukan secara visual metode *ranking* dengan membandingkan hasil pencapan setiap variasi dengan *ranking* 1 sampai 5 oleh sepuluh orang pengamat. Uji kekakuan kain berdasarkan SNI 314:2017, uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian (SNI ISO 105-C06:2010), uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan (SNI ISO 105-X12:2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viskositas pasta cap

Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui nilai kekentalan pengental. Standar viskositas pasta cap untuk *rotarry screen printing* adalah 8.000 – 15.000 cps²⁴, sedangkan *hand screen printing* yaitu kisaran 10.000 – 30.000 cps. Hasil pengujian viskositas dapat dilihat pada Tabel 1. Penggunaan guar gum dan urea dengan konsentrasi paling rendah mendapatkan nilai viskositas pasta cap yaitu 10.000 Cps, sedangkan penggunaan konsentrasi guar gum dan urea paling tinggi (guar gum 800 g/kg dan urea 100 g/kg) mendapatkan nilai viskositas 18.000 Cps. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pengental guar gum maka kandungan zat padatnya semakin tinggi sehingga

mengakibatkan viskositas pengental

Tabel 1. Hasil Pengujian Viskositas Pasta Cap.

Konsentrasi Guar Gum (g/kg)	Nilai Viskositas (Cps)		
	Urea 60 g/kg	Urea 80 g/kg	Urea 100 g/kg
500	10.000	10.000	10.000
600	11.000	11.000	11.000
700	14.000	15.000	16.000
800	17.000	17.000	18.000

Analisis statistik dilakukan menggunakan software Minitab 2019 untuk melihat apakah konsentrasi guar gum dan urea memiliki pengaruh terhadap viskositas pasta cap. Uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa konsentrasi guar gum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap viskositas pasta cap ($H[3] = 10,72, p = 0,013$). Sementara, urea tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap viskositas pasta cap ($H[2] = 0,13, p = 0,938$).

Ketuaan Warna

Hasil pengujian ketuaan warna (K/S) pada kain hasil pencapan menggunakan zat warna reaktif disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3 yang menunjukkan ketuaan warna hasil pencapan semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi guar gum dan urea.

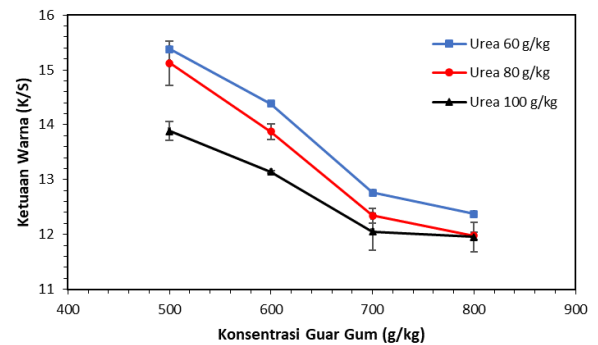
Tabel 2. Nilai Ketuaan Warna (K/S) pada Panjang Gelombang 520 nm.

Konsentrasi Guar Gum (g/kg)	Nilai K/S		
	Urea 60 g/kg	Urea 80 g/kg	Urea 100 g/kg
500	15,3801	15,1213	13,8859
600	14,3841	13,7833	13,1537
700	12,7639	12,3403	12,0491
800	12,3755	11,9341	11,8925

Berdasarkan hasil pengujian terlihat bahwa semakin besar konsentrasi guar

makin tinggi.

gum dan urea maka warna yang dihasilkan semakin muda. Hal ini dapat terjadi karena semakin besar konsentrasi guar gum dan urea kandungan solid konten dalam pasta cap semakin tinggi sehingga semakin padat, menyebabkan daya migrasi zat warna dan zat-zat lainnya ke permukaan serat semakin lambat atau sulit.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Nilai Ketuaan Warna (K/S) dan Konsentrasi Guar Gum.

Sampel kain pencapan dengan penggunaan konsentrasi pengental guar gum 500 g/kg dan urea 60 g/kg menghasilkan ketuaan warna yang tertinggi (15,3801), sedangkan penggunaan konsentrasi guar gum 800 g/kg dan urea 100 g/kg menghasilkan ketuaan warna paling kecil/muda (11,8925). Analisis statistik ANOVA dua arah menunjukkan bahwa konsentrasi guar gum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ketuaan warna ($F[3, 48] = 283,86, p < 0,001$), begitupun konsentrasi urea memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ketuaan warna ($F[2, 48] = 57,01, p < 0,001$). Perhitungan statistik juga menunjukkan adanya efek interaksi yang signifikan antara konsentrasi guar gum dan konsentrasi urea terhadap ketuaan warna hasil pencapan ($F[6, 48] = 4,93, p = 0,001$).

Post-Hoc test metode Tukey HSD dilakukan untuk mengetahui rata-rata ketuaan warna masing-masing konsentrasi guar gum dan urea yang manakah yang berbeda. Tabel hasil uji *post-hoc test* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil *Post-Hoc Test* Ketuaan Warna Berdasarkan Konsentrasi Guar Gum.

Konsentrasi Guar Gum (g/kg)	N	Nilai K/S			
		1	2	3	4
800	15	12,0675			
700	15		12,3853		
600	15			13,7737	
500	15				14,7960

Yang ditampilkan adalah rata-rata grup pada subset yang homogen. Didasarkan pada rata-rata yang diobservasi. Galatnya adalah *Mean Square (Error)* = .085.
a. Menggunakan *Harmonic Mean Sample Size* = 15.000.
b. Alfa = .05.

Tabel 3 menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi guar gum berada pada kolom subset yang berbeda (tidak ada yang berada pada kolom yang sama), artinya konsentrasi guar gum 500 g/kg, 600 g/kg, 700 g/kg dan 800 g/kg secara statistik memiliki rata-rata ketuaan warna yang berbeda nyata antara satu dengan lainnya. Sehingga berdasarkan uji statistik tersebut dapat dikatakan bahwa konsentrasi guar gum 500 g/kg memiliki rata-rata ketuaan warna tertinggi di dalam grup dengan nilai rata-rata 14,7960.

Tabel 4. Hasil *Post-Hoc Test* Ketuaan Warna Berdasarkan Konsentrasi Urea.

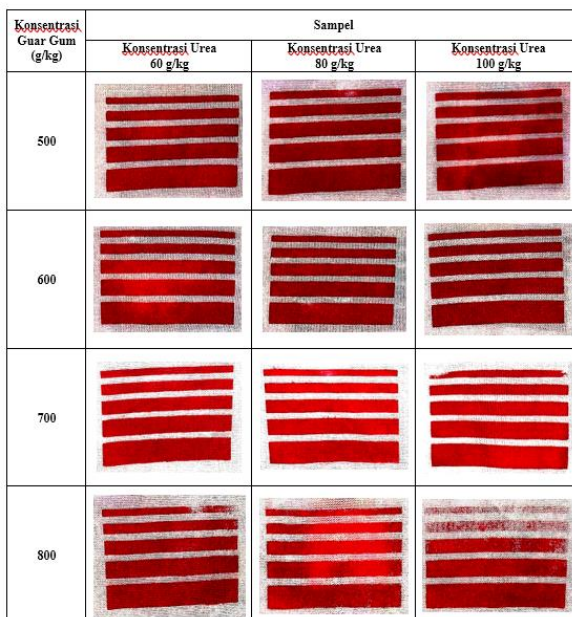
Konsentrasi Guar Gum (g/kg)	N	Nilai K/S		
		1	2	3
100	20	12,7455		
80	20		13,2954	
60	20			13,7260

Yang ditampilkan adalah rata-rata grup pada subset yang homogen. Didasarkan pada rata-rata yang diobservasi. Galatnya adalah *Mean Square (Error)* = .085.
a. Menggunakan *Harmonic Mean Sample Size* = 20.000.
b. Alfa = .05.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa masing-masing konsentrasi urea berada pada kolom subset yang berbeda, artinya konsentrasi urea 60 g/kg, 80 g/kg dan 100 g/kg masing-masing memberikan rata-rata ketuaan warna yang berbeda signifikan secara statistik. Konsentrasi urea 60 g/kg memberikan rata-rata ketuaan warna tertinggi dalam grup yaitu 13,7260. Sehingga dari data statistik di atas, resep dengan konsentrasi guar gum sebesar 500 g/kg dan konsentrasi urea 60 g/kg memberikan rata-rata ketuaan warna paling tinggi.

Ketajaman Motif

Hasil pencapan dengan variasi komposisi guar gum dan urea dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai ketajaman motif dilakukan secara visual dengan metode *ranking* oleh 10 orang pengamat (mahasiswa tingkat akhir Program Studi Kimia Tekstil) dengan nilai *ranking* 1 sampai 5. Semakin tinggi angka berarti ketajaman motif makin baik, sedangkan semakin rendah angka maka ketajaman motif makin jelek.



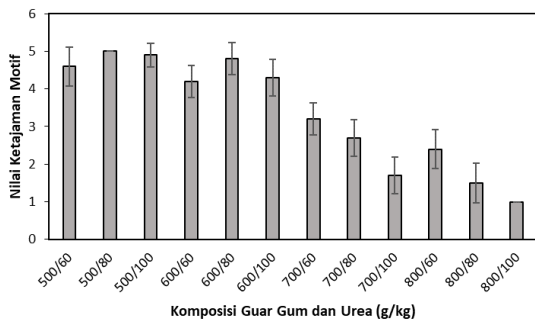
Gambar 4. Kain Hasil Pencapan Berdasarkan Konsentrasi Guar Gum dan Urea.

Gambar ketajaman motif dapat dilihat pada Gambar 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai ketajaman motif semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi guar gum dan urea. Hal ini terjadi karena semakin tinggi konsentrasi pengental maka viskositas pasta cap semakin tinggi, akibatnya pasta cap semakin sulit keluar dari lubang-lubang kasa (*screen*) sehingga motif yang dihasilkan kurang tajam.

Tabel 5. Hasil Pengujian Ketajaman Motif.

Konsentrasi Guar Gum (g/kg)	Ketajaman Motif		
	Urea 60 g/kg	Urea 80 g/kg	Urea 100 g/kg
500	4,6	5,0	4,9
600	4,2	4,8	4,3
700	3,2	2,9	2,3
800	1,9	1,8	1

Pengujian statistik ANOVA dilakukan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi guar gum dan urea terhadap ketajaman motif. Analisis uji statistik ANOVA dilakukan untuk menentukan apakah setiap komposisi konsentrasi guar gum dan urea berpengaruh nyata terhadap ketajaman motif. Hasil analisis statistik ANOVA menunjukkan bahwa komposisi konsentrasi guar gum dan urea berpengaruh nyata (signifikan) terhadap ketajaman motif ($F[11, 99]=120,780, p < 0,001$). Kemudian uji *Post-Hoc test* metode Duncan dilakukan untuk mengetahui pasangan konsentrasi guar gum dan urea manakah yang berbeda secara statistik dan yang paling optimal, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 5. Grafik Hubungan Konsentrasi Guar Gum dan Urea terhadap Ketajaman Motif.

Tabel 6. Hasil *Post-Hoc test* Metode Duncan untuk Komposisi Konsentrasi Guar Gum dan Urea terhadap Ketajaman Motif.

Duncan^{a,b}

Guar Gum/Urea (g/kg)	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
800/100	10	1.00						
800/80	10		1.50					
700/100	10		1.70					
800/60	10			2.40				
700/80	10			2.70				
700/60	10				3.20			
600/60	10					4.20		
600/100	10					4.30	4.30	
500/60	10						4.60	4.60
600/80	10							4.80
500/100	10							4.90
500/80	10							5.00
Sig.		1.000	0.289	0.113	1.000	0.596	0.113	0.053

Yang ditampilkan adalah rata-rata grup pada subset yang homogen. Didasarkan pada rata-rata yang diobservasi. Galatnya adalah *Mean Square (Error)* = .176.

a. Menggunakan *Harmonic Mean Sample Size* = 10.000.

b. Alfa = 0.05.

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa komposisi konsentrasi guar gum/urea sebesar 800/100 (g/kg) memiliki nilai rata-rata ketajaman motif yang paling rendah yaitu 1,00 (artinya ketajaman motif sangat rendah). Hal ini terlihat dari hasil pencapan yang kurang baik pada komposisi konsentrasi guar gum dan urea sebesar 800/100 (g/kg) (Gambar 5), yaitu banyak bagian motif warna yang tidak solid karena pasta tidak keluar dari lubang kasa secara sempurna. Berdasarkan Tabel 6 juga dapat dilihat bahwa *ranking* tertinggi pada penggunaan konsentrasi

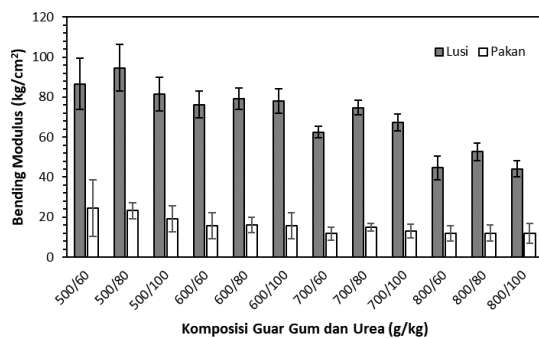
pengental guar gum 500 g/kg dengan urea 80 g/kg dengan nilai 5,00 yang berada pada kolom subset 7. Tetapi, kalau kita perhatikan pada kolom subset 7 pada Tabel 6 ternyata komposisi konsentrasi guar gum dan urea sebesar 500/60, 600/80, 500/100, dan 500/80 (g/kg) ternyata berada pada kolom subset yang sama (subset 7), artinya rata-rata ketajaman motif secara statistik tidak berbeda nyata. Pada Tabel 6 komposisi konsentrasi guar gum dan urea sebesar 500/60 (g/kg) juga ada pada kolom 6 bersama konsentrasi 600/100 (g/kg) yang mengindikasikan bahwa rata-rata ketajaman motif keduanya tidak ada perbedaan secara statistik, sehingga untuk menghemat penggunaan guar gum dan urea, maka konsentrasi guar gum dan urea dapat dipilih komposisi konsentrasi yang paling kecil yaitu guar gum 500 g/kg dan urea 60 g/kg dengan nilai rata-rata ketajaman motif 4,60.

Kekakuan Kain

Uji kekakuan kain dilakukan menggunakan alat Shirley Stiffness Tester. Nilai kekakuan kain yang diperhitungkan adalah nilai modulus lengkung (*Bending Modulus*) mengikuti SNI 314:2017. Hasil pengujian modulus lengkung dapat dilihat pada Table 7 dan Gambar 6.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kekakuan Kain (*Bending Modulus*).

Konsentrasi Guar Gum/Urea (g/kg)	<i>Bending Modulus</i> (kg/cm ²)	
	Arah Lusi	Arah Pakan
500/60	86,67	24,49
500/80	94,58	23,15
500/100	81,50	19,09
600/60	76,33	15,66
600/80	79,21	16,19
600/100	78,06	15,77
700/60	62,47	11,68
700/80	74,75	14,87
700/100	67,46	13,05
800/60	44,58	11,96
800/80	52,65	11,92
800/100	44,14	11,75



Gambar 6. Grafik Hubungan Konsentrasi Guar Gum dan Urea Terhadap *Bending Modulus*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kain cap dengan konsentrasi pengental guar gum dan urea yang semakin tinggi menyebabkan kekakuan kain semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh viskositas pasta cap yang semakin kental seiring dengan semakin tingginya konsentrasi pengental guar gum dan urea, sehingga pasta sukar untuk keluar dari lubang kasa dan juga sukar masuk kedalam serat kain pada saat pencapan, dengan kata lain lapisan pasta cap yang

menempel pada kain menjadi semakin tipis. Kekakuan kain hasil pencapan dengan kandungan konsentrasi guar gum 500 g/kg pada pasta cap menghasilkan nilai kekakuan yang paling besar dibanding konsentrasi lainnya.

ANOVA dua arah dilakukan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi guar gum dan urea terhadap kekakuan kain (*Bending Modulus*). Hasil ANOVA dua arah menunjukkan bahwa konsentrasi guar gum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekakuan kain arah lusi dan pakan, masing-masing dengan nilai $F[3, 130]=226,9$, $p < 0,001$ dan $F[3, 132]=18,75$, $p < 0,001$. Sementara konsentrasi urea memberikan pengaruh nyata terhadap kekakuan kain pada arah lusi dengan nilai $F[2, 130]=16,11$, $p < 0,001$, tetapi konsentrasi urea tidak berpengaruh nyata terhadap kekakuan kain pada arah pakan ($F[2, 132]=1,89$, $p = 0,155$). Hasil ANOVA dua arah menunjukkan adanya interaksi yang signifikan antara konsentrasi guar gum dan konsentrasi urea pada arah lusi ($F[6, 130]=2,25$, $p = 0,043$), namun pada arah pakan tidak menunjukkan adanya interaksi nyata antara konsentrasi guar gum dan konsentrasi urea ($F[6, 132]=0,48$, $p = 0,824$).

Ketahanan Luntur Warna Terhadap Pencucian

Uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan luntur warna kain hasil pencapan terhadap proses pencucian dengan cara mengamati dan menilai dari perubahan warna serta penodaan terhadap kain putih pelapisnya (kain kapas dan wool). Hasil pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian dapat dilihat pada

Tabel 8. Hasil Pengujian Ketahanan Luntur Warna Terhadap Pencucian.

Konsentrasi Guar Gum/Urea (g/kg)	Nilai Penodaan Warna		Nilai Perubahan Warna Kapas
	Kapas	Wool	
500/60	4/5	4/5	4/5
500/80	4/5	4/5	4/5
500/100	4/5	4/5	4/5
600/60	4/5	4/5	4/5
600/80	4/5	4/5	4/5
600/100	4/5	4/5	4/5
700/60	4/5	4/5	4/5
700/80	4/5	4/5	4/5
700/100	4/5	4/5	4/5
800/60	4/5	4/5	4/5
800/80	4/5	4/5	4/5
800/100	4/5	4/5	4/5

Pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian menunjukkan nilai penodaan pada kain kapas dan wool, serta nilai perubahan warna pada kain dengan nilai 4/5 yang berarti memiliki ketahanan luntur warna terhadap pencucian sangat baik. Hal ini terjadi karena zat warna reaktif merupakan zat warna yang sudah dikenal memiliki ketahanan luntur yang sangat baik dimana zat warna reaktif berikatan dengan serat selulosa secara kovalen. Zat warna reaktif yang tidak terfiksasi umumnya sudah rusak terhidrolisis dan tidak akan berikatan dengan serat kapas.

Ketahanan Luntur Warna Terhadap Gosokan

Uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan luntur warna terhadap gosokan dengan cara mengamati dan menilai penodaan warna pada kain putih penggosoknya. Evaluasi pengamatan warna dilakukan pada *Light-Box* menggunakan *staining scale* guna melihat hasil penodaan warna pada kain penggosok.

Hasil pengujian ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering dan basah dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil pengujian menunjukkan nilai penodaan pada kain kapas dengan nilai 5 yaitu sangat baik untuk gosokan kering dan untuk gosokan basah mendapat nilai antara 4 sampai dengan 4/5 (kriteria baik). Hal ini menunjukkan bahwa nilai penodaan warna pada gosokan basah lebih kecil dibanding gosokan kering. Penyebabnya karena pada kain yang basah terjadi penggelembungan yang mengakibatkan pori-pori serat menjadi terbuka sehingga zat warna dapat keluar dari dalam serat dibantu media air yang menyebabkan terjadinya penodaan warna pada kain penggosok lebih banyak.

Tabel 9. Hasil Pengujian Ketahanan Luntur Warna Terhadap Gosokan Kering dan Basah.

Konsentrasi Guar Gum/Urea (g/kg)	Nilai Penodaan Warna	
	Kering	Basah
500/60	5	4/5
500/80	5	4
500/100	5	4
600/60	5	4
600/80	5	4/5
600/100	5	4/5
700/60	5	4
700/80	5	4
700/100	5	4
800/60	5	4
800/80	5	4
800/100	5	4

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan pengujian hasil pencapan dengan variasi komposisi konsentrasi guar gum dan urea pada proses pencapan menggunakan zat warna reaktif pada kain kapas dapat disimpulkan beberapa hal. Konsentrasi guar gum mempengaruhi viskositas pengental. Semakin besar konsentrasi guar gum maka viskositas pengental semakin tinggi. Namun, urea tidak memiliki pengaruh nyata terhadap viskositas pasta cap. Semakin tinggi konsentrasi guar gum dan urea maka ketuaan warna (K/S) hasil pencapan semakin menurun atau warna semakin muda. Semakin besar konsentrasi guar gum dan urea maka nilai ketajaman motif semakin menurun. Viskositas pasta cap yang semakin tinggi dapat menurunkan nilai ketuaan warna dan ketajaman motif. Hasil pencapan menggunakan guar gum memiliki ketahanan luntur warna terhadap pencucian yang sangat baik serta ketahanan luntur warna terhadap gosokan yang baik. Hasil uji kekakuan kain menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pengental (viskositas) guar gum maka kekakuan kain makin rendah tetapi mengakibatkan motif hasil cap menjadi semakin kurang baik. Konsentrasi guar gum dan urea yang terbaik pada penelitian ini yaitu guar gum 500 g/kg dan urea 60 g/kg (ini adalah konsentrasi paling rendah sehingga memberikan biaya paling murah). Dari hasil penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penggunaan guar gum sebagai pengental untuk proses

pencapan dengan jenis zat warna lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Siddiqua, U. H. et al. Relationship between reactive group chemistry and printing properties of heterofunctional reactive dyes via screen printing. *Sci. Rep.* 13, 1–9 (2023).
2. Chemistry of Fiber Reactive and Reactive/Disperse Dyes in the Printing Process. Technical Buletin, Cotton Incorporated, America's Cotton Producers and Importers 1–17 (2006).
3. Pradhan, S., Fatima, N. & Sharma, E. Printing of cotton fabric with reactive dyes using Aloe vera gel as printing thickener. *Int. J. Appl. Res.* 1, 1027–1032 (2015).
4. Arora, S. Effect of printing on physical properties of muga silk fabric with reactive and acid dyes. *Int. J. Home Sci.* 2, 20–23 (2016).
5. Gooby, B. The Development of Methodologies for Color Printing in Digital Inkjet Textile Printing and the Application of Color Knowledge in the Ways of Making Project. *J. Text. Des. Res. Pract.* 8, 358–383 (2020).
6. Ntim, C. K., Ocran, S. P. & Acquaye, R. Digital Textile Printing: A New Alternative to Short-Run Textile Printing in Ghana. *Int. J. Technol. Manag. Res.* 2, 60–65 (2017).
7. Borisova, A. Study of print paste composition for natural and synthetic textiles. Part 1: Printing of cellulosic fabrics. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 500, (2019).
8. Bristi, U. The Effect of Temperature Variation on Dyeing Tie-Dye Cotton Fabrics Dyed with Reactive Dye. *J. Text. Sci. Technol.* 04, 117–128 (2018).
9. Abraham, L. A Green Nucleophilic Aromatic Substitution Reaction. *J. Chem. Educ.* 97, 3810–3815 (2020).
10. Turk, S. S. & Schneider, R. Printing properties of carbamoylethyl guar and its mixture with alginate. *Dye. Pigment.* 47, 269–275 (2000).
11. Šostar, S. & Schneider, R. A study of fabric stiffness with guar gum in reactive printing. *Dye. Pigment.* 41, 167–175 (1999).
12. Foroughi, J., Mirabedini, A. & Warren, H. Hydrogels Fibers. in *Hydrogels* (eds. Haider, S. & Haider, A.) 121–139 (IntechOpen, 2018). doi:10.5772/intechopen.74188.
13. Tripathy, S. & Das, M. K. Guar Gum: Present Status and Applications. *J. Pharm. Sci. Innov.* 4, 24–28 (2013).
14. Kawamura, Y. Guar Gum Chemical and Technical Assessment. 69th Jt. FAO/WHO Expert Comm. *Food Addit.* (2008).
15. Thombare, N., Jha, U., Mishra, S. & Siddiqui, M. Z. Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review. *Int. J. Biol. Macromol.* 88, 361–372 (2016).
16. Masriani, R., Sugesty, S., Hidayat, T. & Kardiansyah, T. Efektivitas Penggunaan Guar Gum pada Pembuatan Kertas Arsip dari Pulp Cotton Linter. *J. Selulosa* 6, (2016).
17. Castro-López, C. et al. Guar Gum as A Promising Hydrocolloid: Properties and Industry Overview. in *Applied Chemistry and Chemical Engineering, Volume 5. Research Methodologies in Modern Chemistry and Applied Science* (eds. A. K. Haghi et al.) (Apple Academic Press, Inc., 2018). doi:https://doi.org/10.1201/9781315197616.
18. Perrin Akçakoca Kumbasar, E. Mixture printing pastes from high substituted guar gum and alginates on reactive printing of viscose. *J. Appl. Polym. Sci.* 103, 745–751 (2007).

19. Iqbal, D. N., Nazir, A., Iqbal, M. & Yameen, M. Green synthesis and characterization of carboxymethyl guar gum: Application in textile printing technology. *Green Process. Synth.* 9, 212–218 (2020).
20. Kibria, G., Rahman, F., Chowdhury, D. & Uddin, N. Effects of Printing with Different Thickeners on Cotton Fabric with Reactive Dyes. *J. Polym. Text. Eng.* 5, 5–10 (2018).
21. Šostar, S. & Schneider, R. Guar gum as an environment-friendly alternative Thickener in printing with reactive dyes. *Dye. Pigment.* 39, 211–221 (1998).
22. Guar gum. Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Guar_gum (2024).
23. Ahmed, N. S. E., Youssef, Y. A., El-Shishtawy, R. M. & Mousa, A. A. Urea/alkali-free printing of cotton with reactive dyes. *Coloration Technology* vol. 122 324–328 (2006).
24. Daniels, J. Y. *Textile Fabrics with Opaque Pigment Printing and Method of Producing the Same.* (1985).