

# **PENINGKATAN SIFAT *MOISTURE MANAGEMENT* DAN *SOIL RELEASE* PADA KAIN TENUN POLIESTER MENGGUNAKAN SENYAWA KOPOLIMER HIDROFILIK**

## ***THE ENHANCEMENT OF MOISTURE MANAGEMENT AND SOIL RELEASE PROPERTIES ON POLYESTER WOVEN FABRICS USING HYDROPHILIC COPOLYMER COMPOUND***

**Arif Wibi Sana, Silvani Olival Alif, M Danny Sukardan, Emma Yuniar Rakhmatiara, Ana Titis Mustikawati**

Balai Besar Tekstil, Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 390 Bandung  
E-mail: arifwibi@kemenperin.go.id

Tanggal diterima : 31 Desember 2019, direvisi: 31 Mei 2020, disetujui terbit: 8 Juni 2020

### **ABSTRAK**

Kemampuan *moisture management* dan *soil release* merupakan dua faktor penting yang dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan dan kemudahan perawatan pada pakaian. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sifat *moisture management* dan *soil release* pada kain poliester sehingga lebih nyaman saat dipakai dan mudah melepaskan kotoran saat dicuci. Metode penelitian ini adalah dengan melakukan proses penyempurnaan pada kain tenun poliester menggunakan senyawa kopolimer hidrofilik, meliputi tahapan perendaman (*dipping*), pemerasan (*padding*), pengeringan (*drying*), dan pemanasawetan (*curing*). Untuk memperoleh kondisi proses terbaik, dilakukan percobaan dengan memvariasikan beberapa parameter, yaitu konsentrasi senyawa kopolimer hidrofilik (10 g/L; 20 g/L; 30 g/L; 40 g/L), suhu pemanasawetan (150 °C; 160 °C; 170 °C) dan waktu pemanasawetan (0,5 menit; 1 menit; dan 1,5 menit). Evaluasi dilakukan melalui pengujian menggunakan alat *moisture management tester (MMT)* dan uji *soil release*. Hasil uji menunjukkan bahwa terjadi peningkatan sifat *moisture management* dan *soil release* pada kain poliester setelah diberi perlakuan dengan senyawa kopolimer hidrofilik. Kondisi proses optimum diperoleh pada konsentrasi 30 g/L, suhu pemanasawetan 160 °C, dan waktu pemanasawetan 1 menit.

**Kata kunci:** kopolimer hidrofilik, *moisture management*, poliester, *soil release*

### **ABSTRACT**

*Moisture management and soil release properties of clothing are two important factors that influence comfort and easiness in care. The purpose of this study was to improve the moisture management and soil release properties of polyester fabrics to be more comfortable and easier to clean. In this study, polyester woven fabrics were treated with hydrophilic copolymer compound as a finishing agent by padding-drying-curing. This experiment was conducted with variations of parameters, which are the concentration of copolymer, (10 g/L; 20 g/L; 30 g/L; 40 g/L), curing temperature (150 °C; 160 °C; 170 °C), and curing time (0.5 minutes; 1 minute; and 1.5 minutes). The treated and untreated fabrics were evaluated using moisture management tester (MMT) and soil release test. The test results indicate the increasing value of moisture management and soil release properties of polyester fabrics treated with hydrophilic copolymer compound. An optimum process condition achieved at concentration 30 g/L, temperature 160 °C, and 1 minute curing time.*

**Keywords:** hydrophilic copolymer, *moisture management*, polyester, *soil release*

### **PENDAHULUAN**

Dalam beberapa dekade terakhir, inovasi tekstil dan produk tekstil telah berkembang cukup pesat. Tidak hanya dalam hal *fashion* dan desain, inovasi dalam hal bahan baku serta parameter proses dan aplikasinya pun terus dikembangkan. Di zaman modern yang serba praktis ini, kecenderungan permintaan konsumen yang menginginkan bahan tekstil dengan sifat dan fungsi

khusus (*functional textile*) relatif tinggi. Salah satunya adalah permintaan terhadap pakaian yang lebih nyaman dan tidak mudah kotor.<sup>1-6</sup>

Kenyamanan dapat didefinisikan sebagai sebuah kesetimbangan kondisi yang menyenangkan secara fisik, fisiologi dan psikologi antara manusia dan lingkungannya. Pada industri pakaian, *moisture management* adalah salah satu kriteria kinerja kunci yang menentukan tingkat kenyamanan kain.

*Moisture management* didefinisikan sebagai pergerakan terkontrol uap air dan cairan (keringat) dari permukaan kulit ke atmosfer melalui kain.<sup>3,7-9</sup>

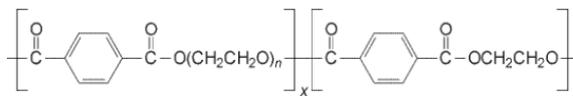
*Soil release* adalah sifat yang menunjukkan kemampuan kain dalam melepaskan kotoran pada saat pencucian. Kotoran dapat berbentuk debu, tanah, minyak/lemak atau campurannya yang melekat pada kain. Noda dikategorikan sebagai jenis kotoran yang paling sulit dibersihkan. Kotoran berupa minyak umumnya sulit dibersihkan dari kain yang terbuat bahan poliester dan campurannya.<sup>1,5</sup>

Kain poliester merupakan kain sintesis yang memiliki banyak keunggulan, diantaranya harga yang ekonomis<sup>10</sup>, tidak mudah kusut, memiliki daya tahan lama<sup>11</sup>, mudah kering saat dijemur, lebih tahan terhadap bakteri, dan tidak mudah menyusut. Namun karena sifat hidrofobiknya, kain yang terbuat dari serat poliester rentan mengakumulasi listrik statis dan menahan kotoran.<sup>1,12,13</sup> Sifat hidrofobik juga cenderung oleofilik, yang berpotensi kuat melekatkan kotoran minyak. Serat yang bersifat hidrofobik juga sulit untuk dibersihkan serta memiliki daya serap air yang rendah karena energi permukaannya rendah dan menolak air.<sup>1,5,9,12</sup> Rendahnya kemampuan penyerapan air dan *wicking* akan berpengaruh pada faktor *moisture management*. Zat penyempurnaan tertentu dapat digunakan untuk meningkatkan perbedaan energi permukaan antara permukaan atas dan bawah kain sehingga kemampuan penyerapan air dan *wicking*nya lebih meningkat.<sup>9</sup>

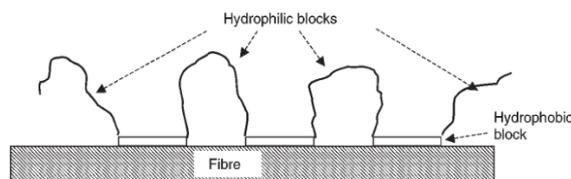
Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan perbaikan sifat hidrofilik dan sifat *soil release* terutama pada kain poliester.<sup>14-17</sup> Gamze Supuren<sup>18</sup> pada tahun 2011 melaporkan bahwa perbedaan sifat perpindahan kelembaban dapat diperoleh dengan menempatkan benang dalam konstruksi kain dua muka. Sementara itu, pada tahun 2013 Zaman et al<sup>16</sup> mengembangkan sistem penyempurnaan permukaan hidrofilik yang tahan lama pada kain poliester dengan menerapkan nanokristalin selulosa (NCC) yang mengandung sistem penyempurnaan permukaan dengan menggunakan proses *roller-drying-curing*. Sifat *moisture regain* dan daya basah pada kain yang diproses dengan NCC mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan kain poliester tanpa proses penyempurnaan.

Salah satu senyawa penting yang digunakan dalam penyempurnaan *soil release* pada kain poliester adalah senyawa kopolimer hidrofilik.<sup>5,12</sup> Kopolimer adalah polimer yang terbentuk ketika dua (atau lebih) monomer dengan tipe yang berbeda berikatan dalam satu rantai yang sama.<sup>19</sup> Salah satu jenis kopolimer hidrofilik adalah senyawa yang terbentuk melalui kondensasi antara asam tereftalat dengan etilena glikol dan polietilena glikol sehingga menghasilkan kopolimer poliester-eter yang berisi blok polietilena tereftalat dan

polioksietilena tereftalat. Masing-masing blok menghasilkan gugus yang berlawanan, yaitu gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik.<sup>1,5</sup>

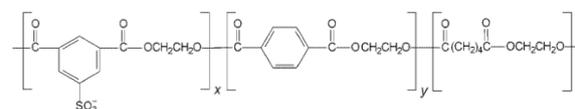


**Gambar 1.** Kopolimer polietilena tereftalat dan polioksietilena tereftalat sebagai zat penyempurnaan *soil release*<sup>1</sup>



**Gambar 2.** Kopolimer dengan blok hidrofilik dan hidrofobik pada serat hidrofobik<sup>5</sup>

Modifikasi dari kondensasi senyawa kopolimer dapat dilakukan dengan menggabungkan karakter anionik ke dalam rantai polimer menggunakan monomer sulfonat yang akan menimbulkan sifat hidrofilik.<sup>5,20</sup> Proses pengaplikasian kopolimer ini dapat dilakukan menggunakan metode *pad* atau *exhaust*.



**Gambar 3.** Modifikasi kondensasi kopolimer poliester<sup>5,20</sup>

Imobilisasi gugus hidrofilik pada kopolimer terhadap serat poliester yang bersifat hidrofobik akan meningkatkan kemampuan penyerapan serat tersebut terhadap air sehingga memunculkan dua keuntungan sekaligus; pertama, meningkatnya sifat *moisture management* dan kedua, kotoran yang bersifat hidrofobik mudah dilepaskan sehingga proses pencucian menjadi lebih cepat dan efektif (sifat *soil release*). Di sisi lain, gugus hidrofobik memiliki daya tarik yang besar terhadap permukaan serat poliester yang memiliki kesamaan dalam hal hidrofobisitas, afinitas, dan kesamaan struktur sehingga ikatan antara keduanya menjadi lebih kuat.<sup>1,5,21</sup> Hal tersebut mengakibatkan sifat *moisture management* dan *soil release* yang diperoleh lebih tahan lama dibandingkan dengan senyawa hidrofilik biasa.

Pada penelitian ini, senyawa kopolimer hidrofilik diaplikasikan pada kain poliester menggunakan metode benamperas dengan tujuan

mempelajari peningkatan sifat *moisture management* dan *soil release* pada kain tersebut. Proses pengaplikasian senyawa kopolimer hidrofilik dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi larutan, suhu, dan waktu pemanasawetan. Variasi ini dilakukan untuk menentukan kondisi proses yang dapat menghasilkan kain poliester dengan sifat *moisture management* dan *soil release* paling optimum.

## METODE

### Bahan dan peralatan penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah; kain tenun poliester anyaman keper dua muka (bagian muka:  $\frac{1}{2}$  / 1; bagian belakang:  $\frac{2}{1}$  / 1), dengan gramasi 134,6 g/m<sup>2</sup> diperoleh dari PT Sipatex. Senyawa kopolimer hidrofilik (*Chlorafresh QA*) diperoleh dari PT. Multikimia Inti Pelangi.

Proses pembuatan larutan senyawa kopolimer hidrofilik dan benamperas pada kain poliester dilakukan di Laboratorium Teknologi Kimia Tekstil - Balai Besar Tekstil menggunakan peralatan gelas, neraca teknis, bak perendaman kain, pengaduk, mesin *pad-dry-cure* skala laboratorium merek Werner Mathis AG, *stopwatch*, termometer, dan pH meter.

Pengukuran sifat *moisture management* kain dilakukan di Laboratorium Pengujian - Balai Besar Tekstil menggunakan alat uji *Moisture Management Tester (MMT)* merek SDL Atlas.

### Percobaan

Percobaan pendahuluan dilakukan untuk menentukan konsentrasi optimum dari larutan senyawa kopolimer hidrofilik yang akan digunakan pada percobaan lanjutan. Variasi konsentrasi larutan yang digunakan adalah 10 g/l, 20 g/l, 30 g/l, dan 40 g/l. Penentuan variasi konsentrasi larutan tersebut mengacu pada batas maksimum penggunaan berdasarkan rekomendasi pemakaian pada *technical data sheet* dari PT. Multikimia Inti Pelangi. Proses ini dilakukan dengan *wet pick up (WPU)* 70%, pengeringan pada suhu 120 °C selama 1 menit dan pemanasawetan pada suhu 170 °C selama 1 menit. Kemudian hasil dari percobaan pendahuluan diuji dengan alat MMT.

Percobaan lanjutan dilakukan untuk memperoleh variasi proses yang paling optimum serta mempelajari pengaruh waktu dan suhu pemanasawetan pada sifat *moisture management* dan *soil release* kain poliester setelah diproses penyempurnaan. Sampel kain poliester disiapkan dengan ukuran 40 cm x 30 cm. Penyempurnaan sampel kain diawali dengan proses impregnasi pada larutan senyawa kopolimer hidrofilik 30 g/l, diperas dengan WPU 70% dan dikeringkan pada suhu 120 °C selama 1 menit kemudian dilanjutkan dengan

pemanasawetan pada suhu dan waktu sesuai desain percobaan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Desain percobaan

Variasi	Pemanasawetan	
	Suhu (°C)	Waktu (menit)
C1	150	0,5
C2	160	0,5
C3	170	0,5
C4	150	1,0
C5	160	1,0
C6	170	1,0
C7	150	1,5
C8	160	1,5
C9	170	1,5

Tabel 1 ini menunjukkan desain percobaan yang memvariasikan kombinasi suhu dan waktu pemanasawetan dengan urutan kode C1 hingga C9. Dalam proses analisis data, variasi (C1, C2, C3); (C4, C5, C6); dan (C7, C8, C9) dapat dibentuk menjadi tiga kelompok. Data pada variasi yang tergabung dalam kelompok yang sama dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh suhu pemanasawetan sedangkan data pada variasi antar kelompok dapat digabung ke dalam kelompok baru, yaitu: (C1, C4, C7); (C2, C5, C8); (C3, C6, C9) sehingga dapat digunakan untuk menganalisis waktu pemanasawetan.

### Pengujian

Sifat *moisture management* kain poliester setelah disempurnakan dengan senyawa kopolimer hidrofilik diuji menggunakan alat uji MMT sesuai dengan standar uji AATCC TM 195: *Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics*. Pengujian *moisture management* menghasilkan beberapa parameter data, meliputi: waktu pembasahan (*wetting time*), kecepatan penyerapan (*absorption rate*), jarak maksimum terbasahi (*maximum wetted radius*), kecepatan penyebaran (*spreading speed*), kemampuan perpindahan satu-arah (*one-way transport capability*), dan kemampuan pengaturan cairan keseluruhan (*overall moisture management capability*).

Sifat *soil release* kain poliester diuji berdasarkan AATCC TM 130: *Soil Release: Oily Stain Release Method*. Pengujian ini bertujuan mengukur kemampuan kain yang telah diberi perlakuan dengan senyawa kopolimer hidrofilik dalam melepaskan kotoran saat proses pencucian. Pada pengujian ini, kain yang belum maupun yang telah diproses penyempurnaan menggunakan senyawa kopolimer hidrofilik akan diberi kotoran sesuai standar uji, yaitu minyak jagung. Kain yang telah ditetesi minyak jagung ini dilapisi dengan kertas *glassine* lalu diberi beban dan dibiarkan

selama waktu tertentu. Kain tersebut lalu dicuci dan dikeringkan sesuai standar kemudian diamati sisa kotoran yang tersisa pada kain.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Kondisi Optimum pada Percobaan Pendahuluan**

Menurut AATCC TM 195, *wetting time* (*WT*) didefinisikan sebagai waktu (dalam satuan detik) ketika bagian permukaan atas (*top*) dan bawah (*bottom*) spesimen mulai terbasahi sesaat setelah uji dimulai sedangkan *absorption rate* (*AR*) adalah kecepatan rata-rata penyerapan cairan untuk permukaan atas dan bawah spesimen ketika terjadi perubahan kandungan air selama pengujian. Waktu dan kecepatan memiliki hubungan yang berbanding terbalik sehingga semakin kecil nilai *WT*, semakin besar nilai *AR* yang dihasilkan. Ini berarti proses pembasahan dan penyerapan cairan pada kain semakin cepat. Hasil uji pendahuluan pada tabel 2 menunjukkan terjadinya penurunan nilai *WT-Top* (*WT<sub>T</sub>*) dan *WT-Bottom* (*WT<sub>B</sub>*) setelah penyempurnaan dengan kopolimer hidrofilik, yang menandakan cairan lebih cepat terserap. *WT* paling kecil diperoleh pada konsentrasi 30 g/l (1,92 detik). Meskipun demikian, bila dibandingkan dengan variasi konsentrasi lainnya, maka perbedaan nilainya tidak terlalu jauh. Hasil uji statistik dengan *one-way* ANOVA pada data hasil uji *WT-Top* (*WT<sub>T</sub>*) dan *WT-Bottom* (*WT<sub>B</sub>*) menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh lebih dari nilai alfa ( $\alpha = 0,05$ ) sehingga perbedaan diantara keempat konsentrasi tersebut dinyatakan tidak berbeda signifikan menurut statistik. Fenomena yang bertolak belakang diperoleh pada parameter *AR* dimana terjadi kenaikan *AR-Top* (*AR<sub>T</sub>*) dan *AR-Bottom* (*AR<sub>B</sub>*) setelah penyempurnaan. Nilai paling besar diperoleh pada konsentrasi 40 g/l (88,03% dan 100,19%). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi senyawa kopolimer hidrofilik efektif mempercepat proses penyerapan cairan sehingga dapat berkontribusi terhadap peningkatan sifat *moisture management*.

Meskipun terdapat dua jenis konsentrasi yang memiliki hasil uji yang menonjol pada parameter *WT* dan *AR* (30 g/l dan 40 g/l), namun penentuan konsentrasi optimum ditetapkan melalui jumlah total *grade* dari seluruh parameter uji. Data hasil uji pada tabel 3 menunjukkan bahwa nilai total *grade* yang diperoleh pada konsentrasi 30 g/L paling tinggi dibanding konsentrasi lainnya (48,5 dari total nilai tertinggi 50) sehingga ditetapkan sebagai konsentrasi optimum dan digunakan sebagai acuan pada percobaan lanjutan.

**Tabel 2.** Data nilai *indeks* hasil uji *moisture management* pada kain poliester sebelum dan sesudah penyempurnaan dengan variasi konsentrasi (percobaan pendahuluan)

Parameter Uji	Indeks Moisture Management					
		BF	AF			
			10 g/l	20 g/l	30 g/l	40 g/l
<i>Wetting Time</i> (sec)	Atas	4,87	2,08	2,04	1,92	2,06
	Bawah	4,87	2,06	2,03	1,92	1,97
<i>Absorption Rate</i> (% sec)	Atas	13,75	79	84,83	83,64	88,03
	Bawah	30,51	97,4	97,9	98,36	100,2
<i>Max Wetted Radius</i> (mm)	Atas	20	30	30	30	30
	Bawah	20	30	30	30	30
<i>Spreading Speed</i> (mm/sec)	Atas	1,4	9,1	9,13	12,23	9,52
	Bawah	1,4	9,02	9,07	10,29	9,42
<i>One-Way Transport Capability</i> (R)		837,8	386	308,5	318,3	306,3
<i>Overall Moisture Management Capability</i> (OMMC)		0,59	0,96	0,89	0,9	0,9

BF: sebelum penyempurnaan  
AF: sesudah penyempurnaan

**Tabel 3.** Data *grading* hasil uji *moisture management* pada kain poliester sebelum dan sesudah penyempurnaan dengan variasi konsentrasi (percobaan pendahuluan)

Parameter Uji	Grade Moisture Management					
		BF	AF			
			10 g/l	20 g/l	30 g/l	40 g/l
<i>Wetting Time</i> (sec)	Atas	3.5	5	5	5	5
	Bawah	3.5	5	5	5	5
<i>Absorption Rate</i> (% sec)	Atas	1.5	4	4	4.5	4
	Bawah	4	4.5	4.5	5	4.5
<i>Max Wetted Radius</i> (mm)	Atas	4	5	5	5	5
	Bawah	4	5	5	5	5
<i>Spreading Speed</i> (mm/sec)	Atas	2	5	5	5	5
	Bawah	2	5	5	5	5
<i>One-Way Transport Capability</i> (R)		5	4.5	3.5	4	4
<i>Overall Moisture Management Capability</i> (OMMC)		4	5	5	5	5
<b>Total Grade</b>		<b>33.5</b>	<b>48</b>	<b>47</b>	<b>48.5</b>	<b>47.5</b>

### Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pemanasawetan terhadap Sifat Moisture Management

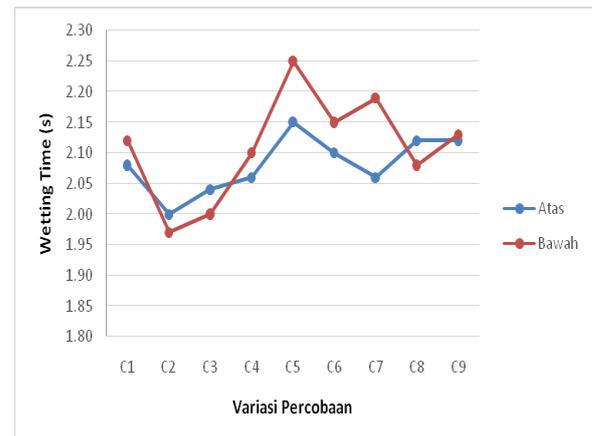
Berdasarkan data hasil pengujian *moisture management* yang tersaji dalam tabel 4, diperoleh informasi bahwa kain poliester yang diberi perlakuan dengan senyawa kopolimer hidrofilik pada umumnya mengalami peningkatan *grade moisture management* dibandingkan dengan sebelum diberi perlakuan. Secara spesifik, perubahan terlihat pada data semua parameter uji meliputi *wetting time (WT)*, *absorption rate (AR)*, *max wetted radius (MWR)*, *spreading speed (SS)*, *one-way transport capability (R)*, dan *overall moisture management capability (OMMC)*. Menurut Yao (2006),<sup>22</sup> suatu bahan dikategorikan sebagai *moisture management fabrics* bila parameter *one-way transport capability* dan *maximum wetted radius* bagian bawahnya memiliki  $grade \geq 3$ . Data hasil uji menunjukkan bahwa semua sampel kain sudah memenuhi kategori tersebut. Oleh karena itu, evaluasi performa hasil penyempurnaan bisa dilakukan salah satunya dengan melihat sejauh mana peningkatan dari sifat *moisture management*.

Bila dibandingkan dengan kain sebelum penyempurnaan dan variasi lain, variasi C3, C4, C5, C6 dan C8 menghasilkan peningkatan nilai  $AR_B$ , namun yang paling menonjol adalah variasi C4. Fenomena berbeda terjadi pada variasi C1, C3, C4, C8 dan C9 karena menghasilkan penurunan nilai  $R$ .

Data *grading WT* pada tabel 4 menunjukkan bahwa semua variasi memiliki *grade* yang sama (5). Untuk melihat secara spesifik perbedaan antar variasi, maka dilakukan analisis terhadap nilai indeks  $WT$  yang diilustrasikan pada gambar 4. Data grafik menunjukkan bahwa nilai indeks  $WT$  tercepat (2,00 dan 1,97 detik) diperoleh pada variasi C2 (suhu 160 °C; waktu 0,5 min) sedangkan paling lambat (2,15 dan 2,25 detik) diperoleh pada variasi C5 (suhu 160 °C; waktu 1 min). Meskipun data grafik cenderung fluktuatif, namun berdasarkan data nilai indeks  $WT$  tertinggi dan terendah dapat dianalisis bahwa nilai indeks  $WT$  semakin besar (lambat) seiring dengan kenaikan waktu pemanasawetan.

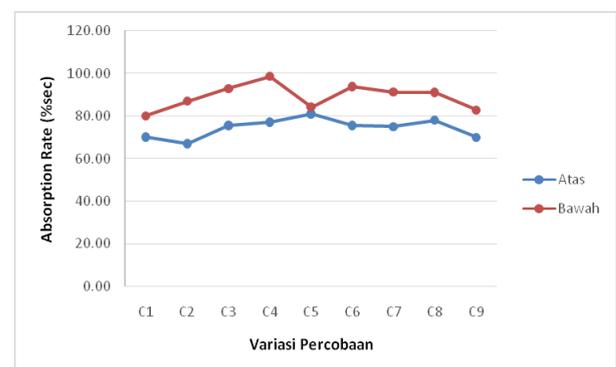
Data *grading AR* pada tabel 4 menunjukkan bahwa semua variasi untuk bagian atas memiliki *grade* yang sama (4) sedangkan bagian bawah terjadi perbedaan *grade* pada variasi C3, C5, C6, dan C8. Untuk melihat secara spesifik perbedaan antar variasi, maka dilakukan analisis terhadap nilai indeks  $AR$  yang diilustrasikan pada gambar 5. Data grafik menunjukkan bahwa bahwa nilai indeks  $AR$  tertinggi diperoleh pada variasi C5 (suhu 160 °C; waktu 1 min) untuk bagian atas (81,05 %s) dan variasi C4 (suhu 150 °C; waktu 1 min) untuk bagian bawah (98,49 %s) sedangkan paling lambat diperoleh pada variasi C2 (suhu 160 °C; waktu 0,5

min) untuk bagian atas (67,08 %s) dan variasi C1 (suhu 150 °C; waktu 0,5 min) untuk bagian bawah (80,12 %s). Meskipun data grafik cenderung fluktuatif, namun berdasarkan data nilai indeks  $AR$  tertinggi dan terendah dapat dianalisis bahwa nilai indeks  $AR$  semakin besar seiring dengan kenaikan waktu. Nilai  $WT$  yang kecil dan  $AR$  yang besar (cepat) menunjukkan bahwa kain hasil penyempurnaan memiliki daya serap yang tinggi sehingga cairan keringat lebih mudah terserap.

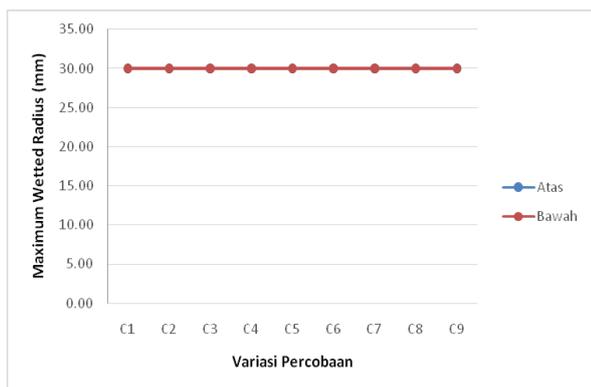


**Gambar 4.** Nilai indeks *wetting time (WT)* kain poliester setelah penyempurnaan dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan

*Maximum wetted radius (MWR)* adalah jarak lingkaran pembasahan terbesar yang terbentuk pada permukaan atas dan bawah kain. Data *grading MWR* pada tabel 4 menunjukkan bahwa semua variasi memiliki *grade* yang sama (5). Hal yang sama juga ditunjukkan pada gambar 6 yang memperlihatkan bahwa bahwa nilai indeks  $MWR$  sama di semua variasi (30 mm).

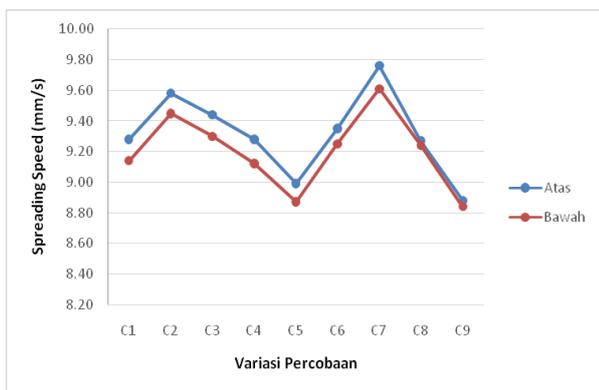


**Gambar 5.** Nilai indeks *absorption rate (AR)* kain poliester setelah penyempurnaan dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan

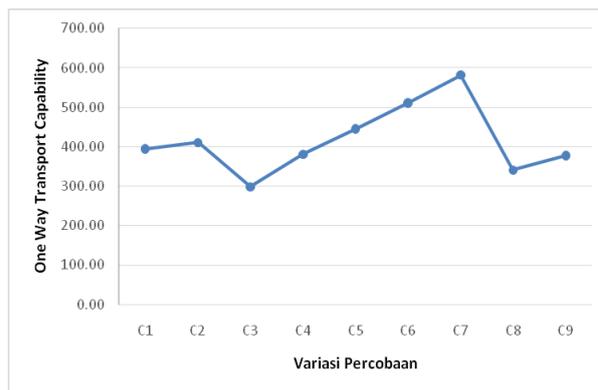


**Gambar 6.** Nilai indeks *maximum wetted radius* (*MWR*) kain poliester setelah penyempurnaan dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan

*Spreading speed* (*SS*) adalah kecepatan akumulasi pembasahan permukaan dari titik pusat sampel pada posisi cairan ditetaskan hingga posisi *MWR*. Data *grading SS* pada tabel 4 menunjukkan bahwa semua variasi memiliki *grade* yang sama (5). Untuk melihat secara spesifik perbedaan antar variasi, maka dilakukan analisis terhadap nilai indeks *SS* yang diilustrasikan pada gambar 7. Data grafik menunjukkan bahwa bahwa nilai indeks *SS* tertinggi untuk bagian atas dan bawah diperoleh pada variasi C7 (suhu 150 °C; waktu 1,5 min) dengan nilai masing-masing 9,76 dan 9,61 mm/s sedangkan paling lambat untuk bagian atas dan bawah diperoleh pada variasi C9 (suhu 170 °C; waktu 1,5 min) dengan nilai masing-masing 8,88 dan 8,84 mm/s. Meskipun data grafik cenderung fluktuatif, namun berdasarkan data nilai indeks *SS* tertinggi dan terendah dapat dianalisis bahwa nilai indeks *SS* semakin kecil seiring dengan kenaikan suhu.



**Gambar 7.** Nilai indeks *spreading speed* (*SS*) kain poliester setelah penyempurnaan dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan



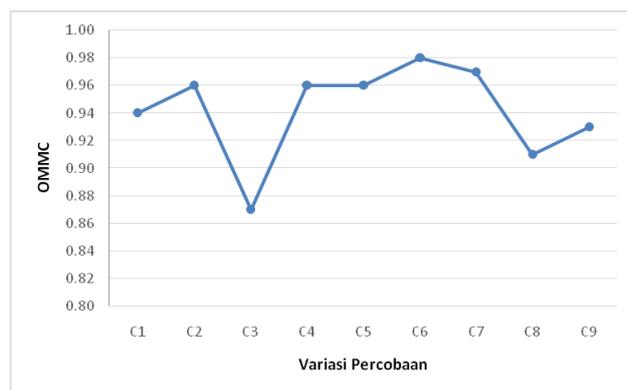
**Gambar 8.** Nilai indeks *one-way transport capability* (*R*) kain poliester setelah penyempurnaan dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan

*Accumulative one-way transport capability* (*R*) adalah perbedaan area pada kurva kandungan cairan permukaan atas dan bawah kain terhadap waktu. Data *grading R* pada tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan *grade* pada variasi C3, C1, C4, dan C9. Untuk melihat secara spesifik perbedaan antar variasi, maka dilakukan analisis terhadap nilai indeks *R* yang diilustrasikan pada gambar 8. Data grafik menunjukkan bahwa nilai indeks *R* tertinggi diperoleh pada variasi C7 (suhu 150 °C; waktu 1,5 min) dengan nilai 582,15 sedangkan paling rendah pada variasi C3 (suhu 170 °C; waktu 0,5 min) dengan nilai masing-masing 298,60. Meskipun data grafik cenderung fluktuatif, namun berdasarkan data nilai indeks *R* tertinggi dan terendah dapat dianalisis bahwa nilai *R* semakin tinggi seiring dengan kenaikan waktu dan penurunan suhu. Nilai *MWR*, *SS*, dan *R* yang tinggi menandakan sifat *wicking* yang baik sehingga kain akan lebih cepat kering saat terbasahi oleh cairan keringat.

*Overall moisture management capability* (*OMMC*) adalah nilai indeks keseluruhan yang menyatakan kemampuan kain dalam menyerap cairan keringat sekaligus memindahkan dan melepaskannya ke lingkungan. Nilai *OMMC* yang tinggi bisa menjadi salah satu patokan bahwa suatu bahan memiliki sifat *moisture management* yang baik. Data menunjukkan bahwa semua variasi memiliki *grade OMMC* yang tinggi (5).

**Tabel 4.** Data *grading* hasil uji *moisture management* pada kain poliester dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan (percobaan lanjutan)

Parameter Uji		Grade Moisture Management									
		BF	AF								
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Wetting Time (sec)	Atas	3.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Bawah	3.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Absorption Rate (% sec)	Atas	1.5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Bawah	4	4	4	4.5	5	4.5	4.5	4	4.5	4
Max Wetted Radius (mm)	Atas	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Bawah	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Spreading Speed (mm/sec)	Atas	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Bawah	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5
One-Way Transport Capability (R)		5	4.5	5	4	4.5	5	5	5	4	4.5
Overall Moisture Management Capability (OMMC)		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Total Grade</b>		<b>33.5</b>	<b>47.5</b>	<b>48</b>	<b>47.5</b>	<b>48.5</b>	<b>48.5</b>	<b>48.5</b>	<b>48</b>	<b>47.5</b>	<b>47.5</b>



**Gambar 9.** Nilai indeks *overall moisture management capability (OMMC)* kain poliester setelah penyempurnaan dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan

Untuk melihat secara spesifik perbedaan antar variasi, maka dilakukan analisis terhadap nilai indeks *OMMC* yang diilustrasikan pada gambar 9. Data grafik menunjukkan bahwa nilai indeks *OMMC* tertinggi diperoleh pada variasi C6 (suhu 170 °C; waktu 1 min) dengan nilai 0,98 sedangkan paling rendah pada variasi C3 (suhu 170 °C; waktu 0,5 min) dengan nilai 0,87. Meskipun data grafik cenderung fluktuatif, namun berdasarkan data nilai indeks *OMMC* tertinggi dan terendah dapat dianalisis bahwa nilai *OMMC* semakin tinggi seiring dengan kenaikan waktu.

Bila dibandingkan dengan kain sebelum penyempurnaan, terlihat adanya peningkatan *grade OMMC* dari 4 menjadi 5 (*grade* tertinggi). Ini menandakan bahwa penyempurnaan dengan

senyawa kopolimer hidrofilik efektif meningkatkan sifat *moisture management* pada kain poliester dalam lingkup kondisi suhu dan waktu pemanasawetan yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Pemanasawetan terhadap Sifat Soil Release**

Berdasarkan hasil pengujian *soil release* yang tersaji pada tabel 5, diperoleh informasi bahwa terdapat peningkatan kemampuan *soil release* antara kain poliester sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan senyawa kopolimer hidrofilik. Peningkatan tersebut merata pada seluruh variasi suhu dan waktu pemanasawetan. Peningkatan kemampuan *soil release* tersebut membuktikan senyawa kopolimer hidrofilik berkaitan dengan baik pada kain. Gugus hidrofobik dan hidrofilik pada senyawa tersebut (gambar 2) bekerja melalui suatu mekanisme dimana gugus hidrofobik akan berinteraksi secara kuat dengan serat poliester, sedangkan adanya gugus hidrofilik akan meningkatkan interaksi serat dan larutan dibandingkan tegangan antar-muka minyak dengan larutan cuci sehingga memudahkan pelepasan kotoran minyak sesuai mekanisme *roll up*.<sup>1,5</sup>

Semua variasi memiliki *grade* yang sama (5) sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi pemanasawetan pada suhu 150 °C hingga 170 °C dan waktu 0,5 menit hingga 1,5 menit mampu menghasilkan kualitas hasil penyempurnaan *soil release* yang baik. Namun perlu menjadi catatan bahwa pada standar uji AATCC TM 130, jenis noda yang digunakan adalah minyak jagung yang penampakan fisiknya tidak terlalu kotor sehingga

**Tabel 5.** Data *grading* hasil uji *soil release* pada kain poliester setelah penyempurnaan dengan variasi suhu dan waktu pemanasawetan

Grade hasil uji <i>soil release</i>									
BF	AF								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

perolehan *grade* yang tinggi kemungkinan disebabkan oleh penggunaan noda yang tidak terlalu ekstrim.

**Penentuan Kondisi Optimum pada Percobaan Lanjutan**

Hasil uji *soil release* pada semua variasi menunjukkan *grade* yang sama sehingga kondisi optimum ditentukan oleh data hasil uji MMT dengan cara menghitung nilai total *grade* untuk semua parameter uji MMT (tabel 4). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa variasi yang menghasilkan total *grade* tertinggi adalah variasi C4, C5, dan C6 (48,5) sehingga suhu dan waktu optimum akan dipilih dari ketiga variasi tersebut. Data pada ketiga variasi tersebut menunjukkan waktu yang sama (1 menit) sehingga untuk waktu pemanasawetan ditentukan titik optimumnya pada waktu 1 menit. Di sisi lain, data hasil uji MMT untuk parameter *WT*, *AR<sub>Top</sub>*, *MWR*, *SS*, dan *OMMC* pada ketiga variasi tersebut juga menghasilkan *grade* yang sama, hanya nilai *R* yang *gradenya* berbeda-beda pada beberapa variasi. Nilai *R* merupakan salah satu parameter dalam penentuan kategori *moisture management fabrics* selain *MWR<sub>B</sub>* karena berpengaruh terhadap sifat *wicking* kain sehingga penentuan suhu optimum ditentukan oleh nilai *R* tertinggi dari ketiga variasi tersebut. Ada 2 variasi yang memiliki *R* tertinggi, yaitu: C5 (suhu 160 °C) dan C6 (suhu 170 °C) sehingga penentuan akhir dari suhu optimum dipilih pada suhu pemanasawetan yang lebih rendah (160 °C). Suhu proses yang lebih rendah akan menggunakan energi lebih sedikit sehingga lebih efisien dari segi biaya proses.

**KESIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa senyawa kopolimer hidrofilik efektif untuk meningkatkan sifat *moisture management* dan *soil release* pada kain tenun poliester. Kondisi optimum diperoleh pada kain poliester yang diberi perlakuan dengan menggunakan senyawa kopolimer hidrofilik pada konsentrasi 30 g/l dengan suhu dan waktu pemanasawetan sebesar 160 °C selama 1 menit.

Penelitian ini dilakukan pada salah satu jenis senyawa kopolimer hidrofilik, jenis serat dan anyaman kain. Sebagai bahan studi dapat dilakukan penelitian mengenai sifat *moisture management* dan

*soil release* jika menggunakan jenis senyawa kopolimer yang berbeda, jenis serat dan anyaman yang bervariasi serta penelitian pada *durability* senyawa kopolimer hidrofilik tersebut setelah beberapa kali pencucian rumah tangga.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada:

- PT Multi Kimia Intipelangi atas dukungannya dalam penyediaan bahan baku senyawa kopolimer hidrofilik.
- PT Sipatex atas dukungannya dalam penyediaan bahan baku kain tenun poliester.

**PUSTAKA**

1. Roy Choudhury, A. K. *Principles of Textile Finishing. Principles of Textile Finishing* (Woodhead Publishing, 2017). 180-191
2. Umair, M. *et al.* Effect of woven fabric structure on the air permeability and moisture management properties. *J. Text. Inst.* 0–10 (2015).
3. Chinta, S. K. & Gujar, P. D. Significance of Moisture Management for High Performance Textile Fabrics. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.* 2, 814–819 (2013).
4. Onofrei, E., Rocha, A. M. & Catarino, A. The Influence of Knitted Fabrics ' Structure on the Thermal and Moisture Management Properties. *J. Eng. Fiber. Fabr.* (2011).
5. Schindler, W. . & Hauser, P. *Chemical Finishing of Textiles.* (Woodhead Publishing Ltd., 2004). 87-93
6. Susyami, N. M., Widodo, M. & Hardiyanto. *Teknologi Penyempurnaan Kimia: Bahan Ajar Praktek, Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil.* (2005).
7. Lee, J. J. & Ji, D. S. Evaluation of liquid moisture management properties on hemp woven fabrics treated with liquid ammonia. *Text. Reasearch J.* (2016).
8. Hu, J., Li, Y., Yeung, K. W., Wong, A. S. W. & Xu, W. Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture

- Management Properties. *Text. Res. J.* **75**, 57–62 (2005).
9. Senthilkumar, M., Sampath, M. B. & Ramachandran, T. Moisture Management in an Active Sportswear: Techniques and Evaluation—A Review Article. *J. Inst. Eng. Ser. E* **93**, 61–68 (2012).
  10. Karaca, B., Demir, A., Özdoğan, E. & İşmal, Ö. Environmentally benign alternatives: Plasma and enzymes to improve moisture management properties of knitted PET fabrics. *Fibers Polym.* **11**, 1003–1009 (2010).
  11. McLoughlin, J. & Sabir, T. *High-Performance Apparel: Materials, Development and Applications*. (Elsevier Ltd., 2018). 24-25
  12. Paul, R. *Functional Finishes for Textiles: Improving Comfort, Performance and Protection*. (Woodhead Publishing, 2015).
  13. Sello, S. B. & Stevens, C. V. Surface Modification of Synthetic Textiles. *Pure Appl. Chem.* **53**, 2211–2221 (1981).
  14. Öner, E., Atasagun, H. G., Okur, A., Beden, A. R. & Durur, G. Evaluation of moisture management properties on knitted fabrics E. *J. Text. Inst.* **104**, 699–707 (2014).
  15. Miranda, T. M. R., Santos, J. & Soares, G. M. B. Soil-release behaviour of polyester fabrics after chemical modification with polyethylene glycol. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* **254**, (2017).
  16. Zaman, M., Liu, H., Xiao, H., Chibante, F. & Ni, Y. Hydrophilic modification of polyester fabric by applying nanocrystalline cellulose containing surface finish. *Carbohydr. Polym.* **91**, 560–567 (2013).
  17. Mahbubul Alam, M., Ahamed Chowdhury, M., Jahan Sabnam, E. & Islam, S. M. Improvement of Moisture Management of Polyester Fabric Using Moisture Management Chemical. *Int. J. Eng. Technol. Manag. Appl. Sci.* **5**, (2017).
  18. Supuren, G., Oglakcioglu, N., Ozdil, N. & Marmarali, A. Moisture management and thermal absorptivity properties of double-face knitted fabrics. *Text. Res. J.* **81**, 1320–1330 (2011).
  19. McKeen, W. L. *The Effect of Creep and Other Time Related Factors on Plastic and Elastomer*. (Elsevier Inc., 2009). 19-20
  20. Larson, W. K., S, L. M. M. & E, M. ‘Process for modifying the surfaces of polyester fibers’ US Patent 4,330.588. (1982).
  21. Pawlak, A. ‘Process for Producing Polyether-Polyester Block Copolymer’ US Patent 8,779,084 B2. (2014).
  22. Yao, B., Ā, Y. L., Hu, J., Kwok, Y. & Yeung, K. An improved test method for characterizing the dynamic liquid moisture transfer in porous polymeric materials. *Polym. Test.* **25**, 677–689 (2006).
-

