

## PEMANFAATAN DAUN MANGGA ARUM MANIS (*MANGIFERA INDICA* LINN) SEBAGAI PEWARNA ALAMI TEKSTIL

### *Utilization of Arum Manis Mango Leaves (Mangifera Indica Linn) as Textiles Natural Dyes*

Nur Lailatul Rahmah\*, Wignyanto, Muhammad Hafiz  
Jurusan Teknologi Industri Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya  
Jalan Veteran, Malang 65145

\*Penulis Korespondensi: email: cahyalaila22@gmail.com

#### ABSTRAK

Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi fiksator terhadap kualitas pewarna alami dari daun mangga arum manis yang diaplikasikan pada kain. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Tersarang dengan dua faktor. Faktor utama adalah jenis fiksator yaitu tawas, garam, dan kapur tohor, sedangkan faktor tersarang adalah konsentrasi pada setiap fiksator. Konsentrasi fiksator terdiri dari tawas dengan konsentrasi 10% dan 15%, garam 10% dan 12%, serta kapur tohor 8% dan 10%. Sifat setiap fiksator dapat mempengaruhi arah warna serta ikatan antar serat dan pigmen warna. Pada fiksator tawas, perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi 10% dengan nilai  $a^*$  11.63, nilai  $b^*$  22.3, dan nilai  $L^*$  63.13. Pada fiksator garam, perlakuan terbaik terdapat pada konsentrasi 10% dengan nilai  $a^*$  9.87, nilai  $b^*$  30.1, dan nilai  $L^*$  62.07. Pada fiksator kapur tohor, perlakuan terbaik terdapat pada konsentrasi 10% dengan nilai  $a^*$  14.57, nilai  $b^*$  29.3, dan nilai  $L^*$  56.8

Kata kunci : Bahan Fiksasi, Daun Mangga, Pewarna Alami, Tekstil

#### ABSTRACT

*The aim of this research is reviewing and studying the effect of concentration fixator against quality natural dyes from mango leaves applied on fabrics. The research using nested random design with two factors. Main factors are fixator, alum, salt and quicklime, while the nested factor is the concentration of each fixator. Fixator concentration consists of alum with concentration of 10% and 15%, salt 10% and 12%, as well as quicklime 8% and 10%. Each treatment was repeated three times. Every fixator's character can be affecting the color, both sense and bond between the fiber and color pigments. On alum fixator, best treatment concentration lead to 10% with values  $a^*$  11.63,  $b^*$  value of 22.3, and values of  $L^*$  63.13. On salt fixator, best treatments are at a concentration of 10% by 9.87 value  $a^*$ ,  $b^*$  value of 30.1, and values of  $L^*$  62.07. On quicklime fixator, best treatments are concentration of 10% with values 14.57  $a^*$ ,  $b^*$  value of 29.3, and  $L^*$  value of 56.8*

Keywords: Fabrics, Fixation Material, Mango Leaves, Natural Dye

#### PENDAHULUAN

Tanaman mangga (*Mangifera indica* L.) merupakan tanaman hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi karena memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi bagi kesehatan manusia. Luas lahan tanaman mangga di Indonesia mencapai 18354990 km<sup>2</sup>. Luas lahan terbesar terdapat pada Jawa Timur dengan luas lahan 55955299 km<sup>2</sup> dan disusul oleh Jawa Barat dengan luas lahan 3151115

km<sup>2</sup> (BPS, 2015). Setiap bagian tanaman mangga dapat dimanfaatkan, salah satunya adalah bagian daun. Mangga (*Mangifera indica* L.) memiliki banyak varietas, akan tetapi varietas mangga arum manis adalah varietas yang banyak dibudidayakan. Daun mangga mengandung pigmen warna flavonoid yang akan menghasilkan warna hijau kekuningan (Pujiarti *et al.*, 2009). Pigmen tersebut dapat diaplikasikan sebagai pewarna alami pada kain.

Salah satu aplikasi pemakaian pewarna alami adalah untuk pewarnaan pada serat alami kain, salah satunya yaitu kain jenis *primitiva*. Pewarna alami memiliki kelemahan, yaitu warna mudah luntur, warna kurang pekat dan pewarna alami tidak stabil atau kurang stabil dibandingkan warna sintetis. Akibat dari kelemahan tersebut dibutuhkan adanya proses fiksasi. Fiksasi adalah proses penguncian warna pada kain setelah proses pencelupan. Fiksasi merupakan tahapan yang penting dalam proses pewarnaan kain. Fiksasi dalam proses pewarnaan kain akan membuat warna menjadi tidak mudah pudar serta tahan terhadap gosokan (Ruwana, 2008; Choudhury dan Mitra, 2015; Tayade dan Adivarekar, 2016). Selain itu, penambahan jenis fiksator yang berbeda akan dihasilkan warna yang berbeda, dimana terdapat perbedaan intensitas warna (Adeel *et al.*, 2011; Rosyida dan Anik, 2013).

Proses fiksasi dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu jenis fiksator dan konsentrasi. Fiksator pewarna alami meliputi tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ), tunjung ( $FeSO_4$ ), dan kapur tohor (CaO). Konsentrasi pada fiksator mempengaruhi ikatan antara pigmen warna dan serat kain, serta arah warna yang dihasilkan. Konsentrasi yang tepat akan berpengaruh terhadap intensitas warna dan ketahanan luntur kain yang diberi pewarna alami. Semakin besar konsentrasi fiksator yang diberikan, ion yang terdapat pada fiksator akan mengalami peningkatan dan dapat mengikat zat warna dan serat semakin baik (Sasas *et al.*, 2000; Uddin, 2014).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini fokus pada pewarnaan kain menggunakan material yang ramah lingkungan, yaitu pewarna alami yang dapat dimanfaatkan dari daun mangga. Pewarna alami memiliki potensi untuk dikembangkan dibandingkan dengan pewarna tekstil yang limbahnya berbahaya bagi lingkungan karena mengandung unsur logam berat dan bersifat karsinogenik (Ati *et al.*, 2006). Pada pewarna alami, untuk menghasilkan intensitas warna dan ketahanan luntur yang baik dari pewarna alami, dibutuhkan bahan fiksasi tawas, garam, dan kapur tohor. Pemilihan bahan fiksasi tersebut didasarkan pada sifat zat yang tidak membahayakan lingkungan dan ekonomis. Selain itu, untuk mengetahui pengaruh jenis fiksator dan konsentrasi terhadap ketahanan luntur warna daun mangga dengan menggunakan *gray scale* dan *stanning scale*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan antara lain daun mangga arum manis, air, bahan fiksasi meliputi tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ), garam (NaCl), dan kapur tohor (CaO), serta kain mori *primitiva*.

### Alat

Peralatan yang digunakan antara lain *color reader* seri CR-10 dan neraca analitik.

### Metode

#### Rancangan penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Tersarang dengan faktor utama jenis fiksator dan faktor tersarang konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan 10% dan 15% untuk tawas, 10% dan 12% untuk garam, serta 8% dan 10% untuk kapur tohor. Setiap perlakuan diulang tiga kali. Kontrol pada penelitian ini memiliki perlakuan yang sama namun tanpa menggunakan fiksator.

### Prosedur Penelitian

#### 1. Mordanting

Penyiapan kain ukuran 1 m x 1 m kemudian direbus menggunakan air 9 l dan tawas 18 g selama 45 menit. Kain dikeringkan 12 jam tanpa sinar matahari.

#### 2. Pewarnaan kain

Persiapan larutan pewarna daun mangga arum manis 2 kg, kemudian direbus dengan air 2000 ml, dengan perbandingan 1:10, pada suhu 100 °C hingga volume berkurang menjadi setengah lalu disaring dan didiamkan selama 12 jam. Kain mori yang telah di mordan dicelupkan ke dalam larutan pewarna sebanyak 10 kali pencelupan selama masing-masing 10 menit pencelupan kemudian dijemur selama 12 jam.

#### 3. Proses Fiksasi

Persiapan bahan fiksasi ditimbang sesuai perlakuan dan ditambahkan air 200 ml. Kain yang sudah kering kemudian difiksasi selama 10 menit lalu dikering anginkan selama 12 jam.

#### 4. Analisis Hasil

Analisis hasil yang digunakan dalam pengujian fisik hasil penguncian warna (fiksasi) adalah dengan mengukur intensitas warna dengan menggunakan nilai  $a^*$ ,  $b^*$ , dan  $L^*$  yang dapat dilihat pada alat *color reader*.

Tabel 1. Hasil rerata nilai a\* pada setiap fiksator

Fiksator	Rerata Nilai a*	Notasi Fiksator	BNT 0.05
Tawas	10.62	b	0.48
Garam	9.72	a	
Kapur	13.48	c	

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan/beda nyata pada tingkat kesalahan 5%

Tabel 2. Hasil rerata nilai a\* pada setiap konsentrasi fiksator

Konsentrasi	Fiksator**)			BNT 0.05
	Tawas	Garam	Kapur	
8%	-	-	12.40 <sup>x</sup>	0.48
10%	11.63 <sup>a</sup>	9.87 <sup>k</sup>	14.57 <sup>y</sup>	
12%	-	9.57 <sup>k</sup>	-	
15%	9.60 <sup>b</sup>	-	-	

Keterangan: \*\*) menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan/beda nyata pada tingkat kesalahan 5%.  
 Notasi yang berbeda menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan/beda nyata pada tingkat kesalahan 5%

Tabel 3. Hasil rerata nilai b\* setiap fiksator

Fiksator	Rerata Nilai b*	Notasi Fiksator
Tawas	22.77	a
Garam	29.37	b
Kapur	29.47	b

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan/beda nyata pada tingkat kesalahan 5%

Tabel 4. Hasil rerata nilai L\* pada setiap fiksator

Fiksator	Rerata Nilai L*	Notasi Fiksator	BNT 0.05
Tawas	62.93	a	0.75
Garam	62.15	b	
Kapur Tohor	58.62	c	

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan/beda nyata pada tingkat kesalahan 5%

Tabel 5. Hasil rerata nilai L\* pada konsentrasi setiap fiksator

Konsentrasi	Fiksator**)			BNT 0.05
	Tawas	Garam	Kapur	
8%	-	-	59.83 <sup>x</sup>	0.48
10%	63.13 <sup>d</sup>	62.07 <sup>k</sup>	56.8 <sup>y</sup>	
12%	-	62.23 <sup>k</sup>	-	
15%	62.9 <sup>e</sup>	-	-	

Keterangan: \*\*) menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan/beda nyata pada tingkat kesalahan 5%.  
 Notasi yang berbeda menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan/beda nyata pada tingkat kesalahan 5%

Axis a\* menunjukkan intensitas warna merah (+) atau hijau (-). Axis b\* menunjukkan intensitas warna kuning (+) atau biru (-). Nilai L\* menyatakan tingkat gelap terang dengan kisaran 0-100 dimana nilai 0 menyatakan kecenderungan warna hitam atau sangat gelap, sedangkan nilai 100 menyatakan kecenderungan warna terang/putih (Satriyanto *et al.*, 2012; Failisnur dan Sofyan, 2014; Oktora *et al.*, 2016).

### 5. Analisis Data Statistik

Hasil data intensitas warna dilakukan uji dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Jika terdapat beda nyata pada analisis dilanjutkan dengan BNT (Beda Nyata Kecil) dengan kepercayaan ( $\alpha=0.05$ ).

### 6. Pemilihan perlakuan terbaik dan perbandingan dengan kontrol

Hasil perlakuan terbaik didapatkan dengan melihat banyaknya jumlah konsentrasi fiksator terbanyak yang muncul pada setiap uji. Konsentrasi fiksator terbanyak yang muncul akan dipilih sebagai perlakuan terbaik pada penelitian ini. Selanjutnya perlakuan terbaik dibandingkan dengan kontrol.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai a\* (Intensitas Warna Merah)

Hasil penelitian menunjukkan setiap fiksator berpengaruh terhadap nilai a\*. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan jenis fiksator berpengaruh signifikan terhadap nilai a\* dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1. terlihat bahwa setiap fiksator menghasilkan nilai a\* yang berbeda. Hal tersebut dikarenakan adanya senyawa kimia yang berbeda pada setiap fiksator yang mempengaruhi arah warna dan ikatan zat warna pada kain. Selain itu, auksokrom pada pigmen zat warna yang dapat berikatan dengan garam kompleks yang terdapat pada fiksator. Auksokrom adalah gugus zat warna yang bersifat mengikat antara warna dan serat kain serta dapat berikatan dengan jenis garam (Taofik *et al.*, 2010; Shah *et al.*, 2011; Mitra dan Das, 2015). Hasil rerata nilai a\* pada konsentrasi setiap fiksator dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi fiksator tawas yang diberi-

Tabel 6. Pemilihan perlakuan terbaik pada setiap uji

Uji	Konsentrasi		
	Tawas	Garam	Kapur
Nilai a*	15%	10%**	8%**
Nilai b*	10%**	10%**	10%
Nilai L*	10%**	10%**	8%**

Keterangan: \*\*) menunjukkan hasil tertinggi pada variasi konsentrasi setiap jenis fiksator

Tabel 7. Hasil nilai perlakuan terbaik

Uji	Fiksator		
	Tawas 10%	Garam 10%	Kapur 8%
Nilai a*	11.63	9.87	12.40
Nilai b*	22.27	30.13	29.63
Nilai L*	63.13	62.07	59.83

Tabel 8. Perbandingan kain pewarna berfiksator dan tanpa fiksator

Perlakuan	Rerata Nilai b*	Notasi	BNT 0.05
Garam 10%	30.13	a	
Kapur 8%	29.63	b	
Tanpa Fiksasi	28.63	c	0.73
Tawas 10%	22.27	c	

kan nilai  $a^*$  semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan pH pada setiap konsentrasi. Tawas memiliki pH 3.3, sedangkan fiksator garam dan kapur berturut-turut memiliki pH 7.1 dan 11.9. Semakin besar konsentrasi fiksator tawas maka pH semakin menurun yang diartikan semakin asam. Pigmen zat warna dalam kondisi pH 2.5-7 akan menghasilkan warna kuning yang cerah, sedangkan pada pH basa akan menghasilkan warna kecoklatan (Winarto, 2004; Wang *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2014). Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi pada fiksator kapur memiliki nilai  $a^*$  tertinggi yang diartikan kain warna yang dihasilkan cenderung mengarah pada warna merah.

#### Nilai $b^*$ (Intensitas Warna Kuning)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan fiksator berpengaruh pada nilai  $b^*$ , akan tetapi konsentrasi fiksator tidak berpengaruh pada nilai  $b^*$ . Penambahan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh pada nilai  $b^*$  dikarenakan hasil warna yang didapatkan masih dalam range warna kuning. Pigmen zat warna yang terdapat pada daun mangga adalah flavonoid yang menghasilkan warna kuning, sehingga konsentrasi yang diberikan menghasilkan nilai  $b^*$  yang masih berada pada range warna kuning. Hasil rerata nilai  $b^*$  pada setiap fiksator dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil warna pada jenis fiksator tawas berbeda dengan garam dan kapur karena adanya nilai pH yang berbeda pada setiap fiksator. Hal ini diperjelas oleh Kusumaningsih *et al.* (2015), bahwa tingkat keasaman (pH) merupakan hal penting dalam reaktivitas pigmen zat warna. Pada larutan asam yang bereaksi dengan senyawa pigmen warna, maka akan menghasilkan warna yang lebih cerah (kuning). Pada keadaan basa, pigmen zat warna akan menghasilkan warna yang cenderung kecoklatan. Hal tersebut sesuai dengan hasil kain pewarna daun mangga pada penelitian ini.

#### Nilai $L^*$ (Tingkat Kecerahan)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis fiksator berpengaruh terhadap nilai  $L^*$ , begitu pula pada konsentrasi setiap fiksator. Hasil rerata nilai  $L^*$  pada setiap fiksator dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4, notasi yang berbeda pada jenis fiksator menunjukkan bahwa jenis

fiksator berpengaruh pada nilai  $L^*$ . Notasi yang berbeda pada jenis fiksator menunjukkan adanya pengaruh terhadap kecerahan warna dan arah warna. Dapat diduga adanya perbedaan sifat pada masing-masing fiksator yang mempengaruhi hasil warna yang dihasilkan. Pada fiksator tawas kain hasil pewarna yang dihasilkan memiliki nilai  $L^*$  tertinggi atau cerah (putih). Tawas mempunyai sifat dapat menarik partikel-partikel lain, sehingga berat, ukuran dan bentuknya menjadi semakin besar dan mudah mengendap (Haryanti, 2008; Mansour dan Gamal., 2011). Diduga partikel pigmen flavonoid tertarik pada tawas dan warna yang dihasilkan lebih cerah. Pada konsentrasi setiap fiksator berpengaruh pada nilai  $L^*$ . Hasil rerata nilai  $L^*$  pada setiap konsentrasi fiksator dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa fiksator tawas semakin tinggi konsentrasi maka nilai  $L^*$  yang dihasilkan semakin turun. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan pH pada setiap konsentrasi. Fiksator tawas memiliki pH 3.3 yang diartikan asam. Semakin besar konsentrasi yang diberikan maka tingkat pH akan semakin kecil atau semakin asam. Fiksator garam memiliki pH 7 yang diartikan netral, dimana semakin tinggi konsentrasi yang diberikan meningkatkan nilai  $L^*$ . Fiksator kapur memiliki pH 11.9 yang diartikan basa, dimana semakin besar konsentrasi yang diberikan hasil nilai  $L^*$  menurun atau cenderung gelap. Pigmen zat warna dalam kondisi pH 2.5-7 akan menghasilkan warna kuning yang cerah, sedangkan pH basa akan menghasilkan warna kecoklatan atau cenderung gelap (Moon, 1972; Smith, 1978; Winarto, 2004). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian pewarnaan kain dengan daun mangga.

#### Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik ditentukan oleh banyaknya konsentrasi fiksator yang muncul pada setiap uji. Pemilihan perlakuan terbaik dapat dilihat pada Tabel 6. Pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa perlakuan terbaik pada fiksator tawas adalah 10%. Pada fiksator garam adalah 10%, dan fiksator kapur adalah 10%. Pemilihan perlakuan terbaik dikarenakan konsentrasi tersebut banyak muncul pada setiap uji. Hasil nilai dari perlakuan terbaik dapat dilihat pada Tabel 7.



### Perbandingan Hasil Kain Uji Pewarna Daun Mangga Berfiksasi dan Kain Tanpa Fiksasi

Hasil perbandingan uji kain pewarna berfiksator dan tanpa fiksator berfokus pada parameter nilai  $b^*$ . Nilai  $b^*$  adalah nilai intensitas warna pada tingkat warna kuning. Pemilihan parameter tersebut dikarenakan pigmen warna yang terkandung pada daun mangga adalah flavonoid yang menghasilkan warna kuning kehijauan, sehingga parameter tersebut dipilih untuk perbandingan hasil kain pewarna. Hasil rerata nilai  $b^*$  kain pewarna berfiksator dan tanpa fiksator dapat dilihat pada Tabel 8.

Pada Tabel 8, dapat dilihat setiap perlakuan memberikan pengaruh pada hasil nilai  $b^*$  yang didapatkan. Hal tersebut ditunjukkan oleh notasi yang berbeda. Hal ini dikarenakan setiap fiksator mempunyai senyawa kimia atau ion dan pH yang berbeda yang berbeda, sehingga saat berikatan dengan pigmen warna dan serat akan menghasilkan pengaruh yang berbeda. Pada fiksator memiliki ion  $Al^{3+}$  dan mempunyai pH 3.3. Fiksator garam memiliki ion  $Na^+$  dan pH 7, sedangkan pada fiksator kapur memiliki ion  $Ca^{2+}$  dengan pH 11.9. Pigmen zat warna yang berada pada kondisi pH 2.5-7 akan menghasilkan warna kuning cerah, sedangkan pada kondisi pH > 7 akan menghasilkan warna kuning kecoklatan (Winarto, 2004; Feldman, 2014; Gaffer *et al.*, 2016; Sabarudin *et al.*, 2016). Ion pada setiap fiksator berperan sebagai pengikat antara serat kain dan pigmen zat warna. Ikatan yang terjadi antara serat, pigmen warna dan fiksator memiliki gugus  $OH^-$  yang dapat berikatan dengan ion logam  $Al^{3+}$  maupun  $Ca^{2+}$  dan membuat suatu ikatan kovalen antara selulosa dan zat warna alam. Ion logam mempunyai fungsi jembatan gugus  $OH^-$ . Hal tersebut membantu memperkuat ikatan kovalen antara serat selulosa yang memiliki gugus  $OH^-$  (Altaner *et al.* 2010; Elshemy, 2011; Aji *et al.*, 2014; Pickering *et al.*, 2016; Przybysz *et al.*, 2016). Semakin besar ion logam yang ada, maka ikatan yang terjadi antara serat dan serat semakin bagus.

### SIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan berdasarkan hasil yang telah dicapai, yaitu bahwa setiap konsentrasi fiksator berpengaruh pada hasil setiap ujinya. Hal tersebut

dikarenakan adanya sifat, ion dan pH pada setiap fiksator yang berpengaruh pada kerataan warna dan kekuatan ikatan antar serat dan pigmen warna. Perlakuan terbaik pada setiap percobaan didapatkan untuk penggunaan tawas dengan konsentrasi 10%, garam dengan konsentrasi 10%, dan kapur dengan konsentrasi 10%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adeel, S, Bhatti, I, A, El-Nagar, K, Alam, M, M, Ali, N. 2011. Dyeing of cotton fabric using UV irradiated turmeric (*Curcuma longa* L.) as natural dye. *RJTA*. 15(2):71-77
- Aji, I, S, Zainudin, E, S, Sapuan, S, M, Khalina, A, Khairul, M, Z. 2014. Effect of fibre/matrix modification on tensile properties and water absorption behaviour of hybridized kenaf/PALF reinforced HDPE composite. *RRJET*. 3(3):1-8
- Altaner, C, M, Thomas, L, H, Fernandes, A, N, Jarvis, M, C. 2010. How cellulose stretches: synergism between covalent and hydrogen bonding. *Biomacromolecules*. 15(3):791-798
- Ati, N, H, Rahayu, P, Notosoedarmo, S, Limantara, L. 2006. The Composition and the content of pigments from some dyeing plant for ikat weaving in timorrese regency, east nusa tenggara. *Indo. J. Chem.* 6(3):325-331
- BPS. 2015. Produksi tanaman hortikultura (dinamis). Dilihat 12 Februari 2017. <<https://www.bps.go.id/Subjek/view/id/55#subjekViewTab3>>
- Choudhury, A, K, R, Mitra, S. 2015. Domestic method of silk dyeing with raw natural colours. *RJTA*. 19(3):32-44
- Elshemy, N, S. 2011. Unconventional natural dyeing using microwave heating with cochineal as natural dyes. *Research Journal of Textile and Apparel*. 15(4):26-36
- Failisnur, Sofyan. 2014. Sifat tahan luntur dan intensitas warna kain sutera dengan pewarna alam gambir (*Uncaria gambir Roxb*) pada kondisi pencelupan dan jenis fiksator yang berbeda. *Jurnal Litbang Industri*. 4(1):1-8
- Feldman, D. 2014. Cellulose nanocomposites. *Journal of Macromolecular Science*. 52(4):322-329

- Gaffer, H, Mashaly, H, Abdel-Rhman, S, H, Hammouda, M. 2016. Synthesis of novel dyes based on curcumin for the creation of antibacterial silk fabrics. *Pigment & Resin Technology*
- Haryanti, M. 2008. Pengaruh Konsentrasi Larutan Tawas ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ ) Terhadap Kandungan Protein, Nitrogen Terlarut dan Nitrogen Non Protein Pada Ikan Tongkol. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang
- Kusumaningsih, T, Asrilya, N, J, Wulandari, S, Wardani, D, R, T, Fatikhin, K. 2015. Pengurangan kadar tanin pada ekstraksi stevia rebus dengan menggunakan karbon aktif. *Alchemy*. 11(1):81-89
- Mansour, H, F, Gamal, A, M. 2011. Environmental assessment of osage orange extraction and its dyeing properties on protein fabrics part II. dyeing properties. *Research Journal of Textile and Apparel*. 15(2):95-106
- Mitra, A, Das, S, K. 2015. Fabric dyeing with natural dye extracted from Basella alba fruit and spectroscopic analysis of the extract at different conditions. *JOCPR*. 7(12):1117-1124
- Moon, W, R. 1972. Organic pigments-available forms. *Pigment & Resin Technology*. 1(9):24-26
- Oktora, A, R, Ma'ruf, W, F, Agustini, T, W. 2016. Pengaruh penggunaan senyawa fiksator terhadap stabilitas ekstrak kasar pigmen  $\beta$ -karoten mikroalga *Dunaliella salina* pada kondisi suhu berbeda. *JPHPI*. 19(3):206-213
- Pickering, K, L, Efendy, M, G, A, Le, T, M. 2016. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 83:98-112
- Pujiarti, R, Sari, D, P, Kasmudjo, Widowati, T, B. 2009. Kualitas pewarnaan batik yang dihasilkan dari perbedaan konsentrasi dan bahan fiksasi bahan pewarna daun mangga arum manis (*Mangifera Indica* Linn). *Prosiding Seminar Nasional MA-PEKI XII*, Bandung, pp. 932-933
- Przybysz, P, Dubowik, M, Kucner, M, A, Przybysz, K, Buzala, K, P. 2016. Contribution of hydrogen bonds to paper strength properties. *PLoS ONE*. 11(5):1-10
- Rosyida, A, Anik, Z. 2013. Pewarnaan bahan tekstil dengan menggunakan ekstrak kayuangka dan teknik pewarnaannya untuk mendapatkan hasil yang optimal. *Jurnal Rekayasa Proses*. 7(2):52-58
- Ruwana, L. 2008. Pengaruh Zat Fiksasi Terhadap Ketahanan Luntur Warna Pada Proses Pencelupan Kain Kapas dengan Menggunakan Zat Warna dari Limbah Kayu Jati (*Tectona grandis*). Skripsi. Universitas Negeri Semarang
- Sabarudin, N, A, Munaim, M, S, A, Wahid, Z, A. 2016. Effect of extraction condition of natural dye pigment from *Bougainvillea flowers' bract*. *AJBAS*. 10(17):172-175
- Satriyanto, B, Widjanarko, S, B, Yunianta. 2012. Stabilitas warna ekstrak buah merah (*Pandanus conoideus*) terhadap pemanasan sebagai sumber potensial pigmen alami. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(3):157-168
- Sasas, K, Sunaryati, S, Isminingsih, G, Santosa. 2000. Usaha Peningkatan Waste Kayu Bekas sebagai Zat Warna Tekstil. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*, P3TM-BATAN, Yogyakarta, pp. 80-86
- Shah, T, B, Shiny, R, S, Dixit, R, B, Dixit, B, C. 2011. Synthesis and dyeing properties of new disazo disperse dyes for polyester and nylon fabrics. *Journal of Saudi Chemical Society*. 18(6):985-992
- Smith, H, M. 1978. The future of organic pigments. *Pigment & Resin Technology*. 7(2):13-17
- Tayade, P, B, Adivarekar, R, V. 2016. Colour gamut with easy sources of natural dyes. *International Journal of Clothing Science and Technology*. 28(5):558-569
- Taofik, M, Yulianti, E, Barizi, A, Hayati, E, K. 2010. Isolasi dan identifikasi senyawa aktif ekstrak air daun Paitan (*Thitonia diversifolia*) sebagai bahan insektisida botani untuk pengendalian hama Tungau eriophyodae. *Alchemy*. 2(1):104-157
- Uddin, M, G. 2014. Effects of different mordants on silk fabric dyed with onion outer skin extracts. *Journal of Textiles*. 2014:1-8
- Wang, L, Li, J, Feng, H. 2009. Dyeing of flax fabric with natural dye from chestnut shells. *Pigment & Resin Technology*. 38(6):347-352

Wang, H, Li, P, Zhou, W. 2014. Dyeing of Silk with Anthocyanins Dyes Extract from *Liriope platyphylla* Fruits. *Journal of Textiles*. 2014:1-9

Winarto, WP. 2004. *Khasiat dan Manfaat Kunyit*. Agromedia Pustaka. Jakarta

Yaman, N, Ozdogan, E, Seventekin, N. 2012. Improvement fastnesses and color strength of pigmen printed textile fabric. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 7(2):40-46