

## UJI PEWARNAAN KAIN DAN BENANG MENGGUNAKAN PIGMEN MERAH DARI JAMUR YANG DIISOLASI DARI TANAH TERCEMAR LIMBAH SUSU

Ni Putu Meira Indrawasih, I Dewa Ketut Sastrawidana, Siti Maryam

*Jurusan Pendidikan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Pendidikan Ganesha  
Singaraja, Indonesia*

*e-mail: meira.aja@gmail.com*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya serap pigmen merah dari jamur *Penicillium Purpurogenum* terhadap kain dan benang serta menganalisis sifat tahan luntur warna kain dan benang terhadap pemanasan, proses pencucian dan keringat buatan. Daya serap pigmen terhadap kain dan benang diukur menggunakan instrumen spektroskopik 20+. Pengujian sifat tahan luntur kain dan benang menggunakan standar penilaian perubahan warna skala abu-abu. Pengujian daya serap warna pada kain sutra, katun, dan nilon menunjukkan hasil bahwa kain sutra memiliki daya serap yang lebih baik dibandingkan dengan kain katun dan kain nilon. Pengujian daya serap warna pada benang menunjukkan hasil bahwa benang sutra memiliki daya serap yang lebih baik dibandingkan dengan benang katun dan benang nilon. Pengujian sifat tahan luntur warna kain dan benang terhadap pencucian, pemanasan, dan keringat buatan menunjukkan hasil berupa urutan kain dan benang yang memiliki sifat tahan luntur dari yang terbaik adalah sutra, nilon kemudian katun.

**Kata kunci:** Pigmen, jamur, kain, benang

### Abstract

The present study aims to analyze the absorption percentage of color pigments produced by *Penicillium Purpurogenum* fungi to the fabrics and yarns and to analyze color fastness properties to the process of washing, heating, and testing of perspiration. Absorption of color pigment to the fabrics and yarns were measured by spektroskopik 20+. Fastness properties were measured with gray scale. Color absorption test on fabrics, shows that silk has the highest absorption in comparison with cotton and nylon. Colors absorption test on silk, cotton, and nylon fabrics shows that silk has better absorption compared to cotton and nylon fabrics. Color absorption tests on the yarns, shows that the silk yarn has a better absorption compared to cotton yarn and nylon yarn. Color fastness properties of fabrics and yarn to washing, heating and artificial sweat showing results in the form of a sequence of fabrics and yarns that have fastness properties of the best is silk, nylon and then cotton.

**Keywords :** Absorption, pigments, fungi, fabrics, yarns

### PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi ini, perkembangan industri tekstil di Indonesia semakin meningkat. Perkembangan ini sejalan dengan adanya pasar bebas yang membuat Indonesia harus lebih meningkatkan kualitas produksinya. Adanya peningkatan dalam produksi tekstil ini akan menimbulkan persaingan antara masing-masing perusahaan tekstil baik dalam segi kuantitas maupun kualitas produk tekstil yang dihasilkan. Salah satu penentu kualitas produk tekstil adalah dari segi pewarnaan. Penggunaan pewarna dalam

industri tekstil merupakan bagian yang sangat penting, terutama untuk meningkatkan nilai jual dari produk tekstil itu sendiri. Sampai saat ini industri tekstil terus mengembangkan dan menciptakan berbagai variasi warna pada produk tekstilnya untuk menarik minat konsumen.

Zat pewarna yang digunakan dalam industri tekstil terdiri atas dua macam yakni zat pewarna alami dan zat pewarna sintetis. Zat pewarna alami merupakan jenis zat warna yang berasal dari bahan-bahan alam, biasanya dapat berasal dari tumbuhan maupun

mikroorganisme. Zat pewarna sintetis merupakan jenis zat warna buatan yang disintesis dari zat-zat kimia.

Zat warna sintetis ini selain memiliki beberapa keunggulan juga memiliki kelemahan. Selama proses pewarnaan rata-rata sekitar 10-15% zat warna yang tidak terikat dengan serat kain dilepaskan ke lingkungan sebagai limbah (Wang *et al.*, 2002). Limbah dari zat warna ini dapat mengakibatkan pencemaran air dan merusak ekosistem yang terdapat di dalam air.

Melihat dari dampak yang dihasilkan oleh zat warna sintetis tersebut, pada akhirnya penggunaan zat warna alami lebih direkomendasikan. Zat pewarna alami lebih ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi kesehatan, karena kandungan komponen alaminya mempunyai nilai beban pencemaran yang relatif rendah dan mudah terdegradasi secara biologis. Tumbuhan yang digunakan sebagai pewarna dapat diperoleh di sekitar lingkungan sehingga hemat biaya. Contoh tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan pewarna alami untuk tekstil adalah pohon nila, kayu tegeran, kunyit, teh, akar mengkudu, dan daun jambu biji yang biasanya digunakan sebagai pewarna untuk kain batik (Susanto, 1980).

Penggunaan bahan pewarna alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan juga memiliki kelemahan. Produksi pigmen warna yang berasal dari bagian tubuh dari tumbuhan dapat merusak tumbuhan itu sendiri. Misalnya penggunaan biji, akar, atau daun tumbuhan yang akan terus diambil guna memproduksi zat warna. Hal ini dapat berujung pada terganggunya pertumbuhan dari tanaman tersebut. Untuk membudidayakan tumbuhan tersebut, diperlukan lahan yang cukup luas dan pertumbuhannya dipengaruhi oleh musim sehingga perlu dicari alternatif sumber pewarna alami lain yang tidak berasal dari tumbuh-tumbuhan.

Salah satu alternatif zat pewarna alami yang tidak berasal dari tumbuh-tumbuhan adalah zat pewarna yang berasal dari jamur. Keunggulan dari penggunaan jamur ini sebagai zat

pewarna adalah mudah dikembangkan dan tidak akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Penggunaan zat pewarna alami dari jamur juga tidak tergantung pada musim dalam membudidayakannya dan juga dapat menghasilkan warna yang lebih bervariasi (Mabrouk *et al.*, 2011).

Penggunaan zat warna pada industri tekstil juga harus memperhatikan beberapa faktor, diantaranya kestabilan pigmen saat pewarnaan, sifat tahan luntur zat warna terhadap produk tekstil, daya serap zat warna terhadap produk tekstil, dan tidak menyebabkan alergi pada kulit. Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan uji pewarnaan kain dan benang dengan menggunakan pigmen merah jingga yang diisolasi dari jamur yang tumbuh di tanah yang tercemar oleh limbah susu kambing. Jamur yang tumbuh di tanah yang tercemar limbah susu ini telah diidentifikasi oleh Januariawan (2015), termasuk dalam golongan *Penicillium purpurogenum*. Uji pewarnaan meliputi analisis terhadap daya serap pigmen warna terhadap kain nilon, sutra, dan katun serta benang sutra, katun dan nilon serta uji tahan luntur warna kain dan benang terhadap proses pencucian, pemanasan, dan keringat buatan

## METODE

### *Kulturisasi Jamur*

Sebanyak 10 mL media PDB (*Potato Dextrose Broth*) yang sudah disterilisasi menggunakan *autoclave* dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer (suhu media PDB  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ ), kemudian diisi dengan 5 mL suspensi jamur yang selanjutnya diinkubasi selama 7 hari pada suhu  $28-30^{\circ}\text{C}$ . Setelah 7 hari masa inkubasi, kultur jamur yang diperoleh ditempatkan di dalam lemari pendingin pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ .

### *Produksi Pigmen*

Produksi pigmen jamur dilakukan dengan metode SMF (*Submerged Fermentation*). Kultur jamur diambil sebanyak 5 mL dan dimasukkan masing-masing ke dalam 6 buah labu erlenmeyer yang berisikan 10 mL media PDB yang sudah disuplementasi dengan

0,2 gram ampas kelapa dan disterilkan. Media PDB dikondisikan dengan pH 5. Selanjutnya, labu erlenmeyer ditutup dengan kapas dan diinkubasi pada suhu 30°C hingga terbentuk pigmen berwarna merah selama 4 minggu.

#### *Ekstraksi Pigmen*

Pigmen yang telah dihasilkan setelah proses inkubasi dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan diekstraksi dengan aquades. Selanjutnya pigmen tersebut digojok selama 30 menit pada 150 rpm dan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman 1. Ekstrak pigmen ini kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 300-800 nm.

#### *Uji Pewarnaan pada Kain dan Benang*

Pada proses mordanting kain dan benang dipotong terlebih dahulu. Kain dipotong masing-masing dengan ukuran 15×15 cm. Benang dipotong masing-masing dengan berat 6 gram. Tiap-tiap kain dan benang direndam dalam 100 mL air kemudian dipanaskan pada suhu 70°C. Selanjutnya, masing-masing kain dan benang direndam ke dalam 150 mL larutan mordan yang mengandung 1,2 gram tawas dan 0,3 gram soda abu (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Kain dan benang direbus selama 1 jam, kemudian dikeluarkan dan dikeringkan.

Pada proses pencelupan masing-masing kain dan benang dimasukkan ke dalam 30 mL larutan zat warna alami hasil ekstraksi. Proses pencelupan ini dilakukan selama sehari semalam. Kain dan benang yang sudah diberi pewarna selanjutnya difiksasi dengan cara merendam kain dan benang tersebut ke dalam larutan jeruk nipis 1% selama sehari semalam. Kain dan benang kemudian dicuci dengan air bersih dan dikering-anginkan, sehingga didapatkan kain dan benang hasil pewarnaan.

#### *Pengujian Daya Serap Warna Oleh Kain dan Benang*

Persentase jumlah pigmen yang dapat terabsorpsi oleh kain sutra dan kain nilon serta benang katun dan benang nilon dilakukan dengan cara mengukur absorbansi warna pigmen sebelum

digunakan untuk mencelup dan setelah mencelup menggunakan spektroskopik 20+.

$$\% \text{Daya serap} = \frac{\text{Abs sebelum pencelupan} - \text{Abs setelah pewarnaan}}{\text{Abs sebelum pencelupan}} \times 100\%$$

#### *Pengujian Sifat Tahan Luntur Warna pada Kain dan Benang*

Pengujian sifat tahan luntur terhadap kain dan benang meliputi uji terhadap pengaruh pencucian, pemanasan dan pengujian terhadap keringat. Langkah kerja uji tahan luntur warna kain dan benang terhadap pencucian dilakukan dengan modifikasi metode dari Moerdoko, dkk (1975). Sampel yang akan diujikan dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan detergen anionik. Selanjutnya, kain dan benang dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.

Langkah kerja uji tahan luntur warna kain terhadap pemanasan dilakukan dengan modifikasi metode dari Moerdoko, dkk (1975). Sampel kain dan benang yang telah diwarnai dimasukkan ke dalam oven dan diberikan pemanasan dengan suhu 130°C untuk kain dan benang sutra, 155°C untuk jenis kain dan benang nilon, serta 210°C untuk kain dan benang katun selama 2 menit. Untuk pengujian daya tahan luntur kain dan benang terhadap keringat dilakukan menggunakan metode pada SNI ISO 105-E04:2010.

Data yang diperoleh berupa presentase daya serap pewarna terhadap kain dan benang. Perubahan warna kain dikonfirmasi dengan standar penilaian perubahan skala abu-abu. Penilaian berdasarkan skala abu-abu ini dilakukan secara visual. Nilai tahan luntur warna kain berdasarkan penilaian dengan instrumen skala abu-abu disajikan pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Standar Penilaian Perubahan Warna Skala Abu-abu

Nilai Tahan Luntur Warna	Perbedaan Warna ( <i>Color Difference</i> )	Penilaian
5	0	Sangat baik
4-5	0,8	Baik
4	1,5	Baik
3-4	2,1	Cukup baik
3	3,0	Cukup
2-3	4,2	Kurang
2	6,0	Kurang
1-2	8,5	Sangat kurang
1	12,0	Sangat kurang

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Ekstraksi Pigmen Jamur*

Pigmen merah jingga dari jamur *Penicillium purpurogenum* diperoleh setelah inkubasi selama 4 minggu. Hasil yang berbeda didapatkan oleh Velmurugan (2010) yaitu pigmen berwarna kuning dari jamur *Penicillium purpurogenum* diperoleh setelah inkubasi selama 6 minggu. Perolehan data ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan media tumbuh, suhu, dan pH selama inkubasi. Ekstrak pigmen kemudian diukur panjang gelombang maksimumnya menggunakan spektroskopik 20+ pada rentangan panjang gelombang 300-800 nm. Hasil pengujian menunjukkan panjang gelombang maksimum ekstrak pigmen adalah 420 nm.

*Uji Pewarnaan pada Kain dan Benang*

Proses uji pewarnaan pada kain dan benang meliputi proses mordanting, pencelupan, dan fiksasi. Kain dan benang yang telah melalui proses pewarnaan berubah menjadi berwarna merah jingga. Berdasarkan penelitian dari Suheryanto (2010), terdapat beberapa tahapan yang terjadi pada proses pencelupan yakni tahap pertama, molekul zat warna dalam

larutan selalu bergerak. Ketika kain dan benang dimasukkan ke dalam larutan zat warna akan terjadi dua kemungkinan, yakni molekul zat warna akan tertarik oleh serat atau tertolak menjauhi serat. Pada tahap kedua, molekul zat warna yang mempunyai tenaga cukup besar dapat mengatasi gaya tolak-menolak dari permukaan serat, sehingga molekul zat warna tersebut dapat menempel pada permukaan serat, yang disebut *absorpsi*. Pada tahap terakhir, terjadi penyerapan atau difusi zat warna dari permukaan serat ke dalam serat. Dalam mekanisme pencelupan, terjadi ikatan antara molekul zat warna dengan molekul serat. Menurut Suheryanto (2010), serat selulosa mampu berikatan hidrogen dengan zat pewarna alami. Serat sutra dan serat nilon cenderung berikatan elektrovalen dengan zat pewarna (Giles, 1995; Trotman, 1990).

*Pengujian Daya Serap Warna Oleh Kain dan Benang*

Proses pengukuran daya serap zat warna dilakukan dengan mengukur absorbansi pigmen sebelum dan sesudah pencelupan. Hasil yang diperoleh berupa persentase daya serap pigmen pada masing-masing kain dan benang. Berdasarkan pengukuran diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 2 Persentase Daya Serap Pigmen Jamur pada Kain Sutra dan Nilon

No	Jenis Kain	Absorbansi		Daya Serap (%)
		Awal	Akhir	
1	Sutra	0,611	0,117	80,85
2	Nilon	0,611	0,121	80,19
3	Katun	0,611	0,126	79,37

Tabel 3 Persentase Daya Serap Pigmen Jamur pada Benang Katun dan Nilon

No	Jenis Benang	Absorbansi		Daya Serap (%)
		Awal	Akhir	
1	Sutra	0,611	0,114	81,34
2	Nilon	0,611	0,131	80,36
3	Katun	0,611	0,120	78,55

Hasil pengujian menunjukkan kain dan benang jenis sutra memiliki daya serap yang lebih baik dibandingkan kain dan benang jenis nilon dan katun.

*Pengujian Sifat Tahan Luntur Warna pada Kain dan Benang*

*a. Pengaruh Pencucian terhadap Ketahanan Luntur Warna Kain dan Benang*

Hasil pengukuran uji tahan luntur warna kain dan benang terhadap pencucian dengan menggunakan standar skala abu-abu (grey scale) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4 Nilai Grey Scale dan Color Difference (CD) pada Uji Tahan Luntur Warna Kain dan Benang terhadap Pencucian

No	Jenis Bahan	Nilai Tahan Luntur	Perbedaan Warna (Colour Difference)	Penilaian
1	Kain Sutra	4-5	0,8	Baik
2	Kain Katun	2-3	4,2	Kurang
3	Kain Nilon	4	1,5	Baik
4	Benang Sutra	4-5	0,8	Baik
5	Benang Katun	2-3	4,2	Kurang
6	Benang Nilon	4	1,5	Baik

Hasil penilaian sifat tahan luntur warna kain dan benang terhadap pencucian menunjukkan bahwa zat warna yang melekat pada kain sutra, benang sutra, kain nilon, dan benang nilon memiliki sifat tahan luntur yang baik terhadap pencucian. Hasil yang berbeda diperoleh pada kain katun dan benang katun. Zat warna yang melekat pada kain katun dan benang katun memiliki sifat tahan luntur yang kurang baik terhadap pencucian.

Berdasarkan penilaian, urutan kain dan benang yang memiliki sifat tahan luntur

terhadap pencucian dari yang terbaik adalah sutra, nilon, kemudian katun. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Fitrihana (2012) bahwa serat sutra pada umumnya memiliki daya tarik yang paling baik terhadap zat warna alam.

*b. Pengaruh Pemanasan terhadap Ketahanan Luntur Warna Kain dan Benang*

Hasil pengukuran uji tahan luntur warna kain dan benang terhadap pemanasan dengan menggunakan standar skala abu-abu (grey scale) disajikan pada tabel 5.

Tabel 5 Nilai Grey Scale dan Color Difference (CD) pada Uji Tahan Luntur Warna Kain dan Benang terhadap Pemanasan

No	Jenis Bahan	Nilai Tahan Luntur	Perbedaan Warna (Colour Difference)	Penilaian
1	Kain Sutra	5	0	Sangat Baik
2	Kain Katun	2-3	4,2	Kurang
3	Kain Nilon	4	1,5	Baik
4	Benang Sutra	5	0	Sangat Baik
5	Benang Katun	2-3	4,2	Kurang
6	Benang Nilon	4	1,5	Baik

Hasil penilaian sifat tahan luntur warna terhadap kain dan benang terhadap pemanasan menunjukkan bahwa kain sutra dan benang sutra yang telah

diwarnai dengan ekstrak pigmen dari jamur memiliki sifat tahan luntur warna yang sangat baik terhadap pemanasan. Zat warna yang melekat pada kain nilon

dan benang nilon memiliki sifat tahan luntur warna yang baik terhadap pemanasan. Hasil yang berbeda diperoleh pada kain katun dan benang katun. Zat warna yang melekat pada kain katun dan benang katun memiliki sifat tahan luntur yang kurang baik terhadap pemanasan.

Berdasarkan penilaian, urutan kain dan benang yang memiliki sifat tahan luntur terhadap pemanasan dari yang terbaik adalah sutra, nilon, kemudian katun karena serat sutra memiliki daya

tarik terhadap zat warna alami yang paling baik.

*c. Pengaruh Larutan Keringat terhadap Ketahanan Luntur Warna Kain dan Benang*

Pada uji ini digunakan dua jenis larutan keringat yakni keringat basa (pH 8) dan keringat asam (pH 5,5). Hasil pengujian ketahanan luntur warna kain dan benang terhadap keringat basa dan asam disajikan pada tabel 6 dan 7.

Tabel 6 Nilai Gray Scale dan Color Difference (CD) pada Uji Tahan Luntur Warna Kain dan Benang terhadap Larutan Keringat Basa

No	Jenis Bahan	Nilai Tahan Luntur	Perbedaan Warna (Colour Difference)	Penilaian
1	Kain Sutra	4-5	0,8	Baik
2	Kain Katun	3-4	2,1	Cukup Baik
3	Kain Nilon	4	1,5	Baik
4	Benang Sutra	4-5	0,8	Baik
5	Benang Katun	3-4	2,1	Cukup Baik
6	Benang Nilon	4	1,5	Baik

Tabel 7 Nilai Gray Scale dan Color Difference (CD) pada Uji Tahan Luntur Warna Kain dan Benang terhadap Larutan Keringat Asam

No	Jenis Bahan	Nilai Tahan Luntur	Perbedaan Warna (Colour Difference)	Penilaian
1	Kain Sutra	5	0	Sangat Baik
2	Kain Katun	3-4	2,1	Cukup Baik
3	Kain Nilon	4-5	0,8	Baik
4	Benang Sutra	5	0	Sangat Baik
5	Benang Katun	3-4	2,1	Cukup Baik
6	Benang Nilon	4-5	0,8	Baik

Hasil pengujian terhadap larutan keringat basa menunjukkan bahwa zat warna yang melekat pada kain sutra, kain nilon, benang sutra, dan benang nilon memiliki sifat tahan luntur yang baik terhadap keringat basa. Zat warna yang melekat pada kain katun dan benang katun memiliki sifat tahan luntur warna yang baik terhadap keringat basa. Berdasarkan penilaian, urutan kain dan benang yang memiliki sifat tahan luntur terhadap keringat basa dari yang terbaik adalah sutra, nilon, kemudian katun.

Hasil pengujian terhadap keringat asam menunjukkan bahwa kain sutra dan benang sutra yang telah diwarnai dengan ekstrak pigmen dari jamur memiliki sifat tahan luntur warna yang sangat baik terhadap keringat asam. Zat warna yang melekat pada kain katun, benang katun, kain nilon, dan benang nilon memiliki sifat tahan luntur warna yang baik terhadap keringat asam. Urutan kain dan

benang yang memiliki sifat tahan luntur terhadap keringat asam dari yang terbaik adalah sutra, nilon, kemudian katun.

**SIMPULAN DAN SARAN**

*Simpulan*

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa

1. Pengujian daya serap warna pada kain sutra, katun, dan nilon menunjukkan hasil bahwa kain sutra memiliki daya serap yang lebih baik dibandingkan dengan kain katun dan kain nilon. Pengujian daya serap warna pada benang menunjukkan hasil bahwa benang sutra memiliki daya serap yang lebih baik dibandingkan dengan benang katun dan benang nilon.
2. Pengujian sifat tahan luntur warna kain dan benang terhadap pencucian,

pemanasan, dan keringat buatan menunjukkan hasil berupa urutan kain dan benang yang memiliki sifat tahan luntur dari yang terbaik adalah sutra, nilon kemudian katun.

*Saran*

Berkaitan dengan hasil penelitian ini, disarankan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengujian reaksi alergi kulit terhadap kain atau benang yang telah diwarnai dengan ekstrak pigmen *Penicillium purpurogenum*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Fitrihana, N. 2012. *Teknik Eksplorasi Zat Pewarna Alam dari Tanaman di Sekitar Kita untuk Pencelupan Bahan Tekstil*. Diakses pada 06-15, 2015, dari <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/132297145/teknik%20pembuatan%20zat%20warna%20alam%20untuk%20bahan%20tekstil%20%20dari%20tana%20man%20disekitar%20%20kita.pdf>
- Giles, C. H. 1995. Dye-fibre bonds and their investigation. In Johnson, A. (Ed.), *The theory of coloration of textiles*. 2nd Ed. Bradford: Society of Dyers and Colourists, pp. 97–168.
- Januariawan, I Wayan. 2015. Isolasi dan Identifikasi Jamur dari Tanah Tercemar Limbah Susu Serta Karakterisasi Pigmen yang Dihasilkannya [Skripsi]. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Mabrouk, A.M., El-khrisy, E.A.M., Youssef, Y.A., & Mohamed, A.A. 2011. Production of textile reddish brown dyes by fungi. *Malaysian Journal of Microbiology*.7(1): 33-40.
- Manurung, R., Hashibuan, R., Irvan. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Moerdoko, W., Isminingsih, Budiarti, Widayat.1975.*Evaluasi Tekstil (Bagian Kimia)*. Bandung: Institut Teknologi Tekstil
- Sewan, Susanto. 1974. *Pengembangan Seni Kerajinan Batik*. Yogyakarta: Departemen Perindustrian BBPPKB
- Suheryanto, D. 2010. *Optimalisasi Celupan Ekstrak Daun Mangga pada Kain Batik Katun dengan Iring Kapur*. Disajikan pada Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010 ISSN : 1411-4216
- Susanto, S. 1980. *Perpaduan Pewarnaan Indigosol untuk Warna Khusus 1200 Contoh Warna*. Balai Penelitian Batik dan Kerajinan. Departemen Industri. Yogyakarta.
- Trotman, E. R. 1990. *Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres*. 6th Ed. Sevenoaks: Edward Arnold, pp. 272–278.
- Velmurugan, P. 2010. Dyeing of Cotton Yarn with Five Water Soluble Fungal Pigments Obtained from Five Fungi. *Fibers and Polymers*. 11(4): 598-605.
- Wang, C. X., Yediler, A., Lienert, D., Z. J. Wang, A. Kettrup, (2002), Toxicity Evaluation of Reactive Dye Stuffs, Oxilaries and Selected Effluents in Textile Finishing Industry to Luminescent Bacteria *Vibrio fischeri*. *Chemosphere*, 46: 339-344.