

Akselerasi Produksi Kain Batik di Musim Penghujan dengan Menggunakan Mesin Fotonik

Komarudin Kudiya, Husen Hendrayana, Eko Mursito Budi

Program Studi Kria Tekstil dan Fashion, Universitas Muhammadiyah Bandung Jalan

Prodi Kriya Seni Rias dan Busana, FSRD Institut Seni Bandung

Prodi Teknik Fisika Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung

E-mail: kkudiya@ymail.com, husenkriyadesain@gmail.com,

mursito@tf.itb.ac.id

ABSTRACT

Most of the traditional batik industry in Indonesia still uses the conventional dyeing technique and sunlight in its process. In fact, in the rainy season, the craftsmen still have to continue producing batik cloth to reach the order targets. This article aims to strengthen the sustainability of small and medium industries batik craftsmen in the rainy season. The strategic steps are needed to present the most effective solutions. The writer uses Participation Action Research (PAR) method with a practice-led and an industrial design creative strategy approach. Batik home industry craftsmen group as the population, and Batik Komar as the sample in this study. Research instruments go through several elements and principles of design, technology and industry. The writer chooses Batik home industry craftsmen group as the population and Batik Komar as the sample in this study. Research instruments pass through several elements and principles of design, technology, and industry. The research procedure is through the design thinking stage. The result of this research is a batik cloth product with ultraviolet light staining techniques through a photonic machine. Photonic batik machine is one of the strategic solutions to overcome the limited sunlight in the rainy season for the coloring process. In other words, a photonic batik machine is beneficial for increasing the capacity of batik production using indigosol color.

Keywords: Batik coloring, Photonic Batik Machine, Rainy Season, Ultraviolet Light

ABSTRAK

Industri batik tradisional di Indonesia, sebagian besar masih menggunakan teknik pewarnaan menggunakan sinar matahari langsung, sedangkan di musim penghujan perajin secara rutin masih harus tetap memproduksi kain batik untuk memenuhi target dari berbagai penanan. Artikel ini bertujuan menguatkan keberlangsungan industri kecil danengah perajin batik di musim penghujan, maka diperlukan langkah strategis dalam menghadirkan solusi yang lebih efektif. Metode yang digunakan dari penelitian ini yaitu *Participation Action Research* (PAR) dengan paradigma *practice-led reseach* dan pendekatan strategi kreatif *industry design*. Kelompok perajin *home industry* batik sebagai populasi, dan Batik Komar sebagai sampel pada penelitian ini. Instrumen penelitian melalui beberapa elemen dan prinsip desain, teknologi dan industri. Adapun prosedur penelitian melalui tahapan *design thinking*. Hasil penelitian ini yaitu produk kain batik dengan teknik pewarnaan sinar ultraviolet melalui mesin fotonik. Mesin fotonik batik merupakan salah satu solusi strategis dalam mengatasi langkanya sinar matahari pada musim penghujan sebagai energi penguat proses pewarnaan batik. Dengan kata lain, Mesin fotonik batik sangat membantu akselerasi kapasitas produksi batik yang menggunakan pewarna jenis indigosol.

Kata Kunci: Pewarnaan Batik; Fotonik Batik; Musim Penghujan; Fotokimia; Sinar Ultraviolet

PENDAHULUAN

Industri batik tradisional di Indonesia, sebagian besar masih menggunakan teknik pewarnaan menggunakan sinar matahari langsung, karena menggunakan pewarna jenis indigosol, sedangkan di musim penghujan perajin batik masih harus tetap melaksanakan rutinitasnya memproduksi kain batik. Indonesia memiliki dua musim, di antaranya musim penghujan, yang biasanya terjadi semenjak bulan September sampai bulan Maret setiap tahunnya. Setidaknya ada 7 (tujuh) bulan, sinar matahari sulit didapatkan secara langsung, sedangkan proses produksi batik jenis indigosol tidak bisa berhenti. Permasalahan ini menjadi fokus riset dengan objek perajin batik tradisional di Indonesia yang memang memiliki musim penghujan relatif lama.

Pergantian musim ini tentu saja mempengaruhi perekonomian masyarakat terutama para pelaku UKM/UMKM batik tradisional. Oleh karena itu diperlukan langkah strategis dalam pengentasan penurunan produksi di sektor UMK batik tradisional. Banyak upaya pembinaan, pelatihan dan pendampingan terhadap pelaku UKM/UMKM seperti dilakukan di beberapa tempat (Nury Ariani Wulansari, Desti Ranihusna, and Ida Maftukhah 2015), (Ridwan, and Hatuwe, 2014), (Ananda and Susilowati, 2019), (Tri U, 2013) (Dipta, 2008), khusus IKM/UKM batik nampaknya perlu juga melakukan evaluasi penyesuaian produk di musim penghujan, yakni:

Kondisi hujan yang cukup tinggi di siang hari akan berdampak pada proses produksi

batik sebagai berikut:

1. Kapasitas produksi batik menurun dengan drastis.
2. Penggunaan zat pewarna batik terbatas pada pilihan warna-warna yang gelap dengan menggunakan zat pewarna naphthol.
3. Produsen tidak bisa menggunakan zat warna indigosol yang mampu menghasilkan warna-warna *soft* atau pastel.

Pada aspek ekonomi kerakyatan di sektor UKM batik tradisional di musim penghujan, hal penting yang perlu dilakukan adalah pengembangan kreativitas pelaku IKM mendapatkan solusi hambatan produksi pewarnaan batik jenis warna indigosol di musim penghujan yang rutin berputar setiap tahunnya, hal ini akan menjadi tantangan bagi pelaku UKM batik tradisional. Produksi dan penjualan kain batik menurun tajam di musim penghujan, sedangkan kehidupan para perajin batik harus tetap mampu mempertahankan kehidupannya, maka diperlukan tanggap situasi dengan melakukan alih produksi dengan sistem pewarnaan dibantu dengan sinar ultraviolet. Di musim penghujan, cuaca yang relatif langka untuk mendapatkan sinar matahari penuh sebagai media proses pewarnaan kain batik tradisional, dengan demikian maka Rumah Batik Komar sebagai sampel yang melakukan proses pewarnaan batik dengan metode penyinaran pewarnaan kain batik menggunakan mesin fotonik batik.

Rumah Batik Komar (RBK) merupakan salah satu rumah batik yang tepat untuk dipilih dan dijadikan sampel dalam penelitian

ini, karena RBK juga telah membina banyak kelompok perajin batik tradisional di berbagai daerah di Jawa Barat, bahkan beberapa daerah di luar Pulau Jawa. Artinya, posisi RBK bisa menjadi pusat kreatif dari Kawasan Kreatif Batik di wilayah Bandung, Cimahi, dan sekitarnya. Dengan adanya mesin fotonik batik di RBK ini dapat membantu kelompok perajin rumahan di beberapa daerah sekitarnya, tanpa harus berhenti produksi batik jenis warna indigosol di musim penghujan. Berbeda dengan teknik pewarnaan batik yang dilakukan dengan teknik colet jenis pewarna remasol dan teknik celup pewarna naphthol (Intan, Purwanto, and Gunadhi 2020), (Prayogi, Purwanto, and Murtiyoso 2019); (Nawingkapti Astari, Purwanto, and Gunadi 2019), teknik pewarnaan ini tidak harus dengan bantuan sinar matahari langsung.

METODE PENELITIAN

Artikel ini mengacu pada jenis dan sistem penulisan hasil *Practice-led Research* (Hendriyana, 2018) dengan menggunakan metode *Participatory Action Research* (PAR) (Hendriyana, 2020) dan pendekatan strategi kreativitas desain (Swann, 2002). Kelompok IKM/UKM/UMKM batik Indonesia sebagai populasi dan Rumah Batik Komar Bandung, Jawa Barat sebagai sampel. Instrumen penelitian melalui beberapa elemen dan prinsip seni, desain, dan kerajinan. Prosedur penelitian melalui tahapan teori *design thinking*. Model *design thinking* mempertimbangkan konsepsi yang relevan dengan menguraikan interpretasi produk kriya batik dari tiga

perspektif: praktis, epistemologis, dan ontologis (Zhan and Walker, 2019). Pada aspek epistemologis, dilakukan sikap dan tindakan yang berhubungan dengan sensitivitas dan sensibilitas, tanggap terhadap perubahan akibat kondisi eksisting seperti dalam hal ini musim penghujan. Aspek ontologis, menggugah potensi bahwa manusia itu makhluk yang kreatif memiliki akal dan strategi berfikir, sikap dan tanggap kaya dengan kreativitas, sehingga dari sisi ekonomi naluri daya bertahan hidup itu berkembang. Sesuai model penulisan hasil *Practice-led Research* (PLR), aspek kepraksisan dapat disampaikan melalui enam tahap: (1) pertimbangan seperti memahami fenomena dan kondisi yang terjadi; (2) mengobservasi peluang produk aplikasi batik yang masih mampu bertahan di musim penghujan; (3) seleksi ide melalui eksperimen dan analisa teknologi mesin fotonik sebagai pengganti proses pewarnaan indigosol dengan sistem penyinaran pengganti sinar matahari langsung (sistem sinar ultraviolet); (4) proses pembuatan model mesin fotonik dan produksi eksperimen pewarnaan bahan indigosol bisa menjawab tantangan produksi batik di musim penghujan; (5) produksi pewarnaan batik jenis indigosol aplikasi mesin fotonik batik; (6) analisis peningkatan produksi batik aplikasi fotonik batik dibandingkan produksi batik jenis indigosol di musim penghujan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin fotonik batik mampu melakukan proses pewarnaan kain batik dengan zat pewarna indigosol tanpa harus melalui

penyinaran cahaya matahari langsung.

Dalam proses pewarnaan, bentuk leuco yang larut menembus ke dalam serat dan hanya menghasilkan warna yang lemah. Untuk meningkatkan kecerahan warna, bentuk leuco harus dioksidasi menjadi cahaya dan asam nitrat. Reaksi oksidasi melarutkan pewarna dan membuat warna cerah yang tidak mudah pudar (Roessler et al., 2002).

Dari proses pewarnaan dengan mesin fotonik yang telah dilakukan, dapat diidentifikasi kebutuhan sistem pengganti sinar matahari untuk pewarnaan batik sebagai berikut:

1. Alat fotonik yang telah dibuat mampu menyinari kain batik seluas 200 x 110 cm².
2. Mampu memberi energi cahaya yang cukup untuk mengaktivasi berbagai zat warna
3. indigosol, yaitu sekitar 1 – 2 W/cm².
4. Lama penyinaran bisa diatur sekitar 1-5 menit, sesuai dengan zat pewarna yang dipakai, sehingga penggunaan waktu dan energi akan efisien.
5. Daya listrik yang dipakai cukup kecil, tidak lebih dari 400 watt, mengingat banyak UKM batik masih beroperasi dengan listrik yang terbatas.
6. Aman dan mudah untuk dioperasikan para pekerja yang umumnya tidak paham teknologi tinggi.

A. Aspek Epistemologis

Dalam pertimbangan epistemologis menciptakan evaluasi pengetahuan dan implikasi permasalahan. Masalah-masalah ini

dapat dijelaskan oleh fakta bahwa perspektif epistemologis tertanam dalam seluruh klaim pengetahuan dan mempengaruhi secara implisit aspek utama penelitian ini, termasuk desain penelitian, pengumpulan data, dan interpretasi hasil. Semua masalah ini terkait dengan bagaimana pengetahuan dibuat, dievaluasi, dan aplikasinya hanya dapat diatasi setelah analisis sistematis dari proses konstruksi pengetahuan (atau analisis epistemologis).

Dari perspektif epistemologis, para peneliti berfokus pada tiga pertanyaan utama mengenai (1) sifat pengetahuan yang dihasilkan, apakah pengetahuan yang diciptakan bersifat nomotis (yaitu, objektif dan bebas waktu) atau idiografis (yaitu, subjektif dan terkait konteks) (2) pandangan kausalitas; dan (3) sifat "hubungan antara pengetahuan dan pengetahuan" (Denzin dan Lincoln, 2009). Oleh karena itu, epistemologi memerlukan fokus hubungan antara peneliti dan pengetahuan yang dihasilkan tentang fenomena yang mereka selidiki, di antaranya apakah pengetahuan realitas ada secara independen (yaitu, objektivisme) atau tergantung (yaitu, subjektivisme) peneliti?

Dalam proses produksi batik seperti yang disebutkan di atas, dibutuhkan sinar matahari yang cukup untuk membangkitkan foton yang terlarut di dalam cairan zat pewarna sintetis indigosol. Dengan demikian sinar matahari memiliki dua peran penting pada tahap *color excitation* dan pengeringan. Pada tahap aktivasi warna cara tradisional, sebenarnya sinar matahari tidak dibutuhkan terlalu lama, hanya sekitar 3 hingga 5 menit,

namun sinar matahari harus benar-benar terik agar reaksi kimia berlangsung sempurna dan terjadi warna yang cemerlang. Sebaliknya tahap pengeringan membutuhkan panas matahari untuk menguapkan air, sehingga bisa berlangsung lama. Wilayah Indonesia pada musim kemarau, sinar matahari sangat berlimpah. Namun pada waktu musim hujan, kesempatan mendapatkan sinar matahari yang terik maupun lama sangat langka, curah hujan yang tinggi berlangsung sekitar 7 bulan dari September – Maret setiap tahunnya.

A.1 Inovasi sebagai Teori Rujukan Penelitian

Ketika manusia mengalami kendala dengan alam, maka hendaknya melakukan sesuatu di antaranya berinovasi. Secara umum istilah inovasi dapat dipahami dalam konteks adanya perubahan perilaku manusia. Inovasi juga biasanya kerap kali dikaitkan dengan lingkungan yang berkarakteristik dinamis dan berkembang. Beberapa pengertian dari inovasi sangat beragam, dan bisa dilihat dari berbagai perspektif. Pengertian inovasi menurut Rogers, salah satu penulis buku inovasi terkemuka, menjelaskan inovasi adalah sebuah ide, praktek, atau objek yang memiliki nilai kebaruan yang dilakukan oleh individu atau kelompok dari suatu proses analisis dan adopsi lainnya (Rogers, Singhal, and Quinlan, 2019). Sedangkan Damanpour menjelaskan bahwa sebuah inovasi dapat berupa produk atau jasa yang baru, teknologi proses produksi yang baru,

sistem struktur dan administrasi baru atau rencana baru bagi anggota organisasi. Inovasi pada intinya adalah aktivitas konseptualisasi, serta ide menyelesaikan masalah dengan membawa nilai ekonomis bagi perusahaan dan nilai sosial bagi masyarakat (Damanpour, 1996).

Berbeda dengan apa yang dijelaskan oleh Crawley, bahwa inovasi berangkat dari suatu yang sudah ada sebelumnya, kemudian diberi nilai tambah. Inovasi bermula dari hal yang tampak sepele dengan membuka mata dan telinga mendengarkan aspirasi atau keluhan konsumen, karyawan, lingkungan dan masyarakat. Subyek penerapan inovasi sendiri bias individu, kelompok atau perusahaan. Artinya bisa terjadi dalam perusahaan, individu atau kelompok yang sangat brilian dan inovatif. Tetapi yang ideal perusahaan menjadi tempat yang terlembagakan bagi orang-orang yang terkumpul untuk mengeksploitasi ide-ide baru (Crawley and Greenwald 2006).

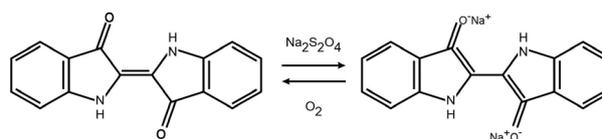
Di dalam industri kerajinan batik tradisional yang bergerak pada level industri kecil dan menengah, sangat sulit untuk bisa menemukan bahkan membuat alat-alat yang memiliki kemampuan teknologi tinggi bilamana tidak ada bimbingan dan bantuan yang diberikan oleh instansi pemerintah terkait. Dengan telah ditemukannya mesin fotonik batik oleh tim Fisika Teknik ITB bersama penulis di tahun sebelumnya (Budi and Kudya, 2015), maka kendala yang dihadapi oleh

perajin batik di saat kondisi ketiadaan sinar matahari dapat teratasi dengan memanfaatkan teknologi dari mesin fotonik batik tersebut. Terobosan mesin fotonik batik ini sejalan dengan apa yang telah dikatakan bahwa dalam bidang teknologi produksi yang baru untuk mengatasi kendala alam (Damanpour, 1996).

A.2 Inovasi Leuco

Pewarna *leuco* menghasilkan bentuk zat warna yang larut dalam air dengan afinitas tinggi terhadap serat selulosa, molekul pewarna harus dikurangi. Setelah difusi ke dalam serat, serat akan tetap setelah direoksidasi kembali ke bentuk yang tidak larut dalam air. Dalam proses pewarnaan, bentuk *leuco* yang larut menembus ke dalam serat dan hanya menghasilkan warna yang lemah. Untuk meningkatkan kecerahan warna, bentuk *leuco* harus dioksidasi menjadi cahaya dan asam nitrat. Reaksi oksidasi melarutkan pewarna dan membuat warna cerah yang tidak mudah pudar (Roessler et al. 2002).

Leuco indigo akan menjadi pewarna aktif, ketika diberi sinar UV dan elektronik yg dipancarkan oleh sinar matahari kisaran 3 menit, kemudian kain yg telah disinari di larutkan ke larutan kimia asam sulfat sebagai oksidatornya. Aktivasi warna dapat terjadi karena elektron dalam *leuco* indigo teraktivasi dari tingkat energi yang lebih rendah ke yang lebih tinggi dengan menerima berkas elektron



Gambar 1. Prinsip pewarnaan dengan zat bejana Indigosol

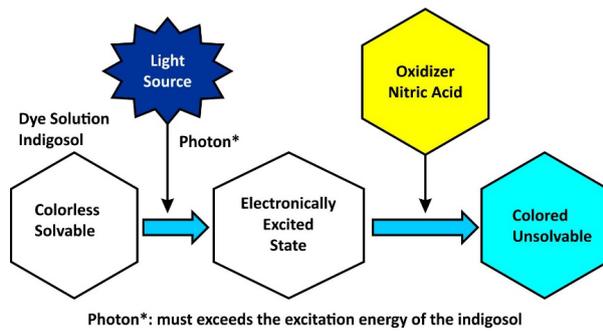
(Sumber: Susanto, 1980)

atau foton yang dipancarkan oleh sinar matahari. *Leuco* indigo yang tereksitasi akan mudah teroksidasi menjadi bentuk pewarna asli yang tidak larut oleh asam nitrat.

A.3 Reaksi Fotokimia

Reaksi fotokimia membutuhkan panjang gelombang pendek, seperti sinar UV. Matahari adalah sumber alami utama radiasi UV. Pada dasarnya, radiasi matahari adalah energi radiasi yang dipancarkan oleh matahari dari proses termonuklir. Radiasi ini semua cahaya dalam hal gelombang elektromagnetik. Spektrum radiasi cahaya matahari sebagian besar terdiri dari sejumlah kecil sinar ultraviolet (UV), semua cahaya tampak, dan beberapa cahaya inframerah (IR). Dalam proses pewarnaan batik yang menggunakan zat pewarna indigosol, maka diperlukan radiasi UV dan energi listrik dari matahari untuk mengaktifasi foton, sehingga zat warna tersebut ketika di campur dengan oksidator zat kimia asam sulfat, warna zat indigosol tersebut akan nampak kuat warnanya.

Aktivasi warna, diklasifikasikan sebagai reaksi fotokimia, membutuhkan energi foton yang tinggi. Persamaan yang menghubungkan panjang gelombang



Gambar 2. Diagram reaksi fotokimia (Sumber: Budi, Eko M., dan Komarudin Kudya, 2015)

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

dan frekuensi untuk gelombang elektromagnetik diberikan oleh persamaan *Planck*, pada rumusan di atas.

Sinar ultraviolet adalah elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih pendek dari cahaya tampak, kisaran 100 nm hingga 400 nm. Radiasi ultraviolet dapat dipisahkan menjadi tiga rentang panjang gelombang: UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) dan UV-C (100-280 nm). Semua panjang gelombang sinar ultraviolet dapat menghasilkan fotokimia. Semakin pendek panjang gelombang, semakin banyak reaksi fotokimia yang dilakukan. Namun, sebagian besar gelombang pendek UV ini diserap oleh ozon, dan hanya UV dengan panjang gelombang antara 290 nm dan 400 nm yang mencapai permukaan bumi (De Gruijl, 2002).

A.4 Proses Kerja Sinar UV pada Pewarnaan Indigosol

Cahaya UV akan sangat ideal dipakai untuk mengeksitasi zat indigosol. Beberapa tahun lalu, cahaya

ini dapat dibangkitkan oleh lampu UV yang berbasis ionisasi gas. Masalahnya, lampu tersebut memerlukan daya listrik yang tinggi, dan dalam operasinya menjadi sangat panas. Hal tersebut dapat membuat malam pada batik meleleh. Pada saat ini telah muncul LED-UV yang dapat menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang 400 nm hingga 365 nm. Tersedia komponen LED berdaya 1 – 5watt Figure 4, maupun modul LED berdaya 50 – 150 Watt. Efisiensi LED UV ini tidak terlalu tinggi (sekitar 20%), namun masih mampu menghasilkan intensitas hingga 3W/cm² (“UV LED Curing” 2015). Untuk membuktikan daya guna LED-UV ini, telah dibuat suatu purwarupa mini yang memakai 24 LED-UV 400nm 1W yang dipasang pada panel seluas 15 x 20 cm. Intensitas sinar yang dapat dihasilkan purwarupa mini ini hanya:

$I = (24 \cdot 1W \cdot 20\%) / (15 \times 20) = 16 \text{ mW} / \text{cm}^2$. Namun sesuai teori bahwa reaksi photo-chemistry dipicu oleh energi foton. Hal yang lebih penting adalah panjang gelombang sinarnya (yaitu 400nm). Kurangnya intensitas dapat dikompensasi dengan menambah lama penyinaran dengan mesin fotonik yang terpasang.

Keuntungan menggunakan sinar matahari sebagai pengaktivasi warna dalam proses pembuatan kain batik adalah membutuhkan waktu pencelupan yang singkat. Meskipun demikian, UV dari matahari memiliki intensitas

Tabel 1. Kategori spektrum iradiasi sinar UV

Nama	Panjang gelombang	Energi
UltraViolet A (Gelombang panjang, cahaya hitam, tidak diserap oleh lapisan ozon)	320 – 400 nm	3.10 – 3.94 eV
UltraViolet B (Gelombang sedang, sebagian besar diserap oleh lapisan ozon)	290 – 320 nm	3.94 – 4.43 eV
Ultra Violet C (Gelombang pendek, kuman, sepenuhnya diserap oleh lapisan ozon dan atmosfer)	100 – 290 nm	4.43 – 12.4 eV

Sumber (Yuliza 2011)

yang lebih besar di pagi hari daripada di sore hari. Selanjutnya, intensitas UV terus berubah dari menit ke menit, terkadang menghasilkan energi yang kuat terkadang melemah. Ketidak-konsistenan ini akan mempengaruhi warna yang dihasilkan pada batik (seperti pada gambar 6 dan 7). Pengembangan perangkat lampu aktivator warna UV-LED pada mesin fotonik batik menghasilkan sinar UV dengan intensitas yang konsisten sehingga warna yang dihasilkan cerah dan tahan luntur.

A.5 Aktivasi Foton pada proses Pewarnaan Indigosol

Sistem mesin Fotonik Batik terdiri dari kain batik (telah dililin), kipas pendingin, sistem kontrol dan panel

LED. Kipas pendingin digunakan untuk mengontrol suhu LED. Jarak antara panel LED dan kain batik bisa disesuaikan jaraknya, bisa digeser atas dan ke bawah.

Dari percobaan yang telah dilakukan untuk menganalisis waktu iradiasi yang diperlukan untuk mendapatkan batik warna cerah diperlukan waktu 5 hingga 8 menit, tergantung dari jenis pewarna yang dibutuhkan. Langkah untuk produksi pewarnaan batik menggunakan mesin fotonik adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan perangkat fotonik batik ke sumber listrik.
2. Siapkan kain yang telah diberi pelilinan, larutan pewarna dan larutan asam.
3. Celupkan kain yang telah dililin ke dalam larutan pewarna (ember).
4. Gantungkan kain sesaat (ditiriskan) agar tidak terlalu basah.
5. Tempelkan kain pada bingkai jaring plastik yang terpasang di fotonik batik.
6. Kain disinari melalui panel LED UV pada perangkat fotonik batik dengan waktu yang bisa ditentukan lamanya.



Gambar 3. Mesin Fotonik batik



Gambar 4. Mesin fotonik batik yang terpasang batik

7. Setelah dilakukan proses aktivasi foton, celupkan kain ke dalam ember berisi asam nitrit selama 3 menit.
8. Setelah selesai, segera kain dibilas hingga bersih.

B. Aspek Ontologis

Dari perspektif ontologis, para peneliti berfokus pada "sifat realitas" dan "sifat manusia di dunia" (Denzin and Lincoln, 2009). Realitas aplikasi dari mesin fotonik ini dapat meningkatkan produktivitas kain batik tradisional menjadi semi modern, yakni dengan penggunaan teknologi tepat guna sehingga permasalahan warna pada waktu proses pewarnaan batik tradisional indigosol pada musim penghujan mendapatkan solusi yang efektif.

Pada umumnya produksi batik menggunakan serat alam dari bahan katun dengan tingkat kualitas yang berbeda-beda. Konstruksi benang katun yang digunakan untuk membuat kain katun yang baik dapat meningkatkan fungsi kain katun sebagai media penyimpan energi

termal dengan panas yang baik, stabilitas termal yang baik, serta konduktivitas termal yang tinggi dapat menahan kebocoran cairan. Demikian juga, kain katun lebih nyaman digunakan, mudah dilakukan pencucian dan memiliki daya tahan terhadap tarik sobek (Kumar, Kulkarni, and Samui, 2014).

Adanya kendala curah hujan yang cukup besar di Indonesia maka penggunaan mesin fotonik sebagai bentuk inovasi dengan teknologi yang tepat dapat membantu perajin batik untuk meningkatkan produksi masker batik, sekaligus bisa meningkatkan kapasitas produksi batik tradisional dalam segala cuaca dan kondisi.

B.1 Proses Pewarnaan Batik Tradisional

Batik tradisional dibuat dengan cara menempelkan lilin panas sebagai perintang warna di atas kain melalui alat berupa canting atau cap. Selanjutnya diberikan zat pewarna sesuai dengan yang diperlukan, kemudian lilin dilepaskan dengan menggunakan air panas. Pada waktu melakukan pewarnaan, seandainya menggunakan jenis pewarna sintetis dari kelompok Indigosol, maka diperlukan sinar matahari yang cukup untuk mengaktivasi foton yang terdapat didalam larutan pewarna tersebut. Setelah itu kain dicelupkan di larutan oksidator dari cairan kimia asam sulfat dengan konsentrasi yang rendah agar warna tersebut bisa bertahan dan kuat tidak luntur (Kudiya, Sabana, and Sachari



Gambar 5. Bagan Proses Pewarnaan kain batik tradisional dengan sinar matahari langsung
(Sumber: Ilustrasi by: Wuri Handayani,2020)



Gambar 7. Perbandingan Hasil Pewarnaan Warna biru Indigosol pada Kain Batik
Keterangan: kiri (warna dengan sinar matahari penuh/musim panas); kanan (warna dengan sinar matahari kurang/mendung, musim hujan)



Gambar 6. Perbandingan Hasil Pewarnaan Warna Kuning Indigosol pada Kain Batik
Keterangan: kiri (warna dengan sinar matahari penuh/musim panas); kanan (warna dengan sinar matahari kurang/mendung, musim hujan)

2014) seperti pada ilustrasi proses pada gambar 5.

Perbandingan hasil pewarnaan indigosol teknik penyinaran matahari penuh secara langsung dengan sistem penyinaran mesin fotonik, menghasilkan hasil yang sama. Dengan demikian hasil dari sistem penyinaran mesin fotonik hasilnya lebih cerah warnanya sesuai

kriteria hue, value, dan chroma warna yang diinginkan dari pada pewarnaan pada cuaca mendung/musim penghujan.

B.2 Peningkatan Produksi Kain Batik

Penghitungan peningkatan produksi kain batik, ketika sebelum menggunakan mesin Fotonik Batik dibandingkan ketika sesudah menggunakan. Waktu efektif untuk produksi batik tradisional, khususnya untuk penggunaan zat warna indigosol dalam sehari adalah 6 jam/hari. Kemudian jumlah hari efektif dalam setahun kurang lebih 191 hari, hal ini dikarenakan dipotong musim hujan dan hari-hari libur nasional dan libur hari raya lebaran. Sehingga total jam kerja dalam setahun adalah 1.146 jam. Sedangkan kapasitas produksi per jam dengan asumsi satu orang pekerja bagian pewarnaan akan mengerjakan sebanyak 5

potong kain dengan ukuran standar 2 mtr. Sehingga total kapasitas produksi dalam setahun bisa mengerjakan sebanyak 5.730 potong. Bila harga kain batik dengan zat warna indigosol Rp 200.000 /panel maka jumlah total omzet Rp 1.146.000.000 per tahun.

Adapun perkiraan produksi batik (setelah menggunakan alat batik fotonik) sebagai berikut: waktu kerja normal dalam sehari 6 jam, kemudian dikarenakan musim hujan dihitung 3 bulan bisa tetap produksi, maka jumlah jam akan bertambah sebanyak 100 jam, sehingga ada tambahan waktu kerja sebanyak 600 jam dalam setahun. Bila ditambah dengan jam lembur dalam sehari 8 jam, karena alat ini bisa digunakan juga saat malam hari dengan catatan ada sumber daya listrik, maka total hari kerja dalam setahun bisa bertambah menjadi 291 hari/tahun atau setara dengan 2.928 jam/tahun. Dengan asumsi bisa mengerjakan 5 potong kain dengan ukuran 2 mtr, sehingga total produksi bisa mencapai 14.640 potong/tahun. Bila harga kain batik dengan zat warna indigosol Rp 200.000 /panel maka jumlah total omzet Rp 2.928.000.000.

Perhitungan sbb:

Total kenaikan =

$$\frac{(\text{Rp. } 2.928.000.000 - \text{Rp. } 1.146.000.000)}{\text{Rp. } 2.928.000.000} \times 100\%$$

= 155.5 % ditambah dengan produksi sebelumnya 100%
= 255.5 persen (adanya kenaikan dalam produksi dan omzet)

Penambahan prosentase yang sangat signifikan tersebut akan berdampak pada keuntungan para perajin batik tradisional

maupun peluang yang sangat menjanjikan untuk pengembangan industri kerajinan batik tradisional di berbagai daerah. Dari Tabel 2 nomor baris 14, dapat dinyatakan bahwa keuntungan Rp 544.350.000/tahun sebelum menggunakan mesin fotonik, selanjutnya meningkat menjadi Rp 1.171.200.000 setelah menggunakan mesin fotonik, dengan demikian ada kenaikan keuntungan sebesar 215%.

Di masa pandemic Covid-19, produk kain batik bisa dijadikan produk masker. Satu panel kain batik dengan ukuran standar 2 mtr dapat dijadikan 20 pcs masker wajah (Hendriyana, Kudya, and Atamtajani 2020). Biaya produksi pembuatan masker Rp 15.000/pcs. Harga jual masker wajah batik Rp 20.000/pcs. Kapasitas produksi yang meningkat setelah produksi menggunakan mesin fotonik batik berimbas pada peningkatan jumlah produksi masker dari 114.600 pcs/th meningkat menjadi 292.800 pcs/th. Total penjualan masker juga meningkat dari Rp 2.292.000.000/tahun menjadi Rp 5.856.000.000/tahun. Sehingga kenaikan keuntungan meningkat 255%, dari semula Rp 573.000.000/tahun menjadi Rp 1.464.000.000/tahun, ada peningkatan sebesar 255%.

Perhitungan sbb:

Total kenaikan =

$$\frac{(\text{Rp. } 1.464.000.000 - \text{Rp. } 573.000.000)}{\text{Rp. } 1.464.000.000} \times 100\%$$

= 155.5 % ditambah dengan produksi sebelumnya 100%
= 255.5 persen (adanya kenaikan dalam produksi dan omzet)

Tabel 2. Data Peningkatan Nilai Ekonomi dari Produksi Batik
(Sumber: Rumah Batik Komar, 2020)

No	Item/ Uraian	Sebelum; Nilai	Tambahan; Nilai	Satuan Unit
1.	Jumlah jam kerja shift siang /hari	6	6	Jam/hari
2.	Jumlah jam produksi/ tahun	191	100	Hari/tahun
3.	Total jam kerja shift siang/tahun	1.146	600	Jam/tahun
4.	Jam kerja shift malam	-	8	Jam/hari
5.	Jumah hari kerja /tahun	-	291	Hari/tahun
6.	Total jam kerja shift malam /tahun	-	2.328	Jam/tahun
7.	Total wakt kerja/tahun	1.146	2.928	Jam/tahun
8.	Kapasitas produksi /jam	5	5	Kain/tahun
9.	Kapasitas produksi/tahun	5.730	14.640	Rupiah/kain
10.	Harga pokok produksi/pcs	105.000	120.000	Rupiah/kain
11.	Harga jual produk batik/pcs	200.000	200.000	Rupiah/kain
12.	Omzet/tahun	1.146.000.000	2.928.000.000	Rupiah/tahun
13.	Keuntungan penjualan/pcs	95.000	80.000	
14.	Keuntungan total penjualan /tahun	544.350.000	1.171.200.000	Rupiah/tahun
15.	Prosentase peningkatan produksi / tahun	100	255	%
16.	Prosentase keuntungan penjualan/ tahun	100	215	%

Tabel 3. Data Peningkatan Produksi dan Penjualan Masker Batik
(Sumber: Rumah Batik Komar, 2020)

No	Item/Uraian	Sebelum; nilai	Tambahan, nilai	Satuan unit
1.	Harga kain batik ukuran 105 x 200cm	200.000	200.000	Rupiah/kain
2.	Satuan lembar kain menghasilkan masker	20	20	Kain/masker
3.	Biaya jahit + produksi masker / pcs	5.000	5.000	Rupiah/masker
4.	Harga jual masker batik	20.000	20.000	Rupiah/masker
5.	Harga pokok produksi masker / pcs	15.000	15.000	Rupiah/masker
6.	Kapasitas produksi masker / tahun	114.600	292.800	Masker/tahun
7.	Total biaya produksi masker/ tahun	1.719.000.000	4.392.000.000	Rupiah/tahun
8.	Total penjualan masker/tahun	2.292.000.000	5.856.000.000	Rupiah/tahun
9.	Keuntungan penjualan masker/tahun	573.000.000	1.464.000.000	Rupiah/tahun
10.	Prosentase kenaikan keuntungan	100	255	%

Sebagai salah satu penguatan pada hasil proses yang dilakukan di atas, dapat dilakukan percobaan perbandingan dengan menggunakan lampu pijar jenis bohlam. Beberapa tahun sebelumnya, jenis lampu ultraviolet (UV) hanya dapat diproduksi oleh bohlam daya tinggi, biasanya di atas 400 watt. Bohlam jenis ini tidak dapat digunakan dalam pewarnaan batik karena panasnya yang akan melelehkan lilin yang menempel di kain. Adapun sekarang telah tersedia *UV light emitting diode* (LED) dengan panjang gelombang 280 hingga 400 nm dan dengan konsumsi daya rendah, sehingga memiliki radiasi panas yang rendah. Dengan hadirnya alat batik fotonik ini merupakan strategi aplikasi teknologi baru yang dapat menggantikan proses pewarnaan batik tradisional. Pewarnaan tradisional yang melibatkan sinar matahari langsung dapat digantikan dengan melalui perangkat lampu UV sebagai aktivator pewarna batik. Mesin fotonik yang telah dirancang dan dibuat, seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 3).

SIMPULAN

Manfaat Mesin Fotonik Batik bagi perajin batik tradisional di antaranya adalah: Dapat memberikan akselerasi peningkatan kapasitas produksi batik; walaupun dimusim hujan yang cukup tinggi dan malam hari tetap bisa berproduksi dengan menggunakan zat pewarna indigosol; dapat menambah waktu produksi lebih dari 8 jam per hari; dapat memberikan konsistensi warna yang lebih merata di produk batik yang dihasilkan dibanding proses pewarnaan diwaktu

mendung musim penghujan.

Dari hasil evaluasi produk riset ini direkomendasikan bahwa mesin Fotonik Batik sebaiknya bisa dibuat dengan skala yang lebih sederhana dan dengan perolehan harga mesin yang relatif murah, sehingga para perajin batik dapat memiliki. Alat ini penting sebagai alat bantu untuk meningkatkan produksi batik di saat sinar matahari yang berkurang disebabkan musim hujan atau juga bisa berproduksi di malam hari disaat tiada sinar matahari.

Daftar Pustaka

- Ananda, Amin Dwi, and Dwi Susilowati. (2019). *"Pengembangan Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM) Berbasis Industri Kreatif Di Kota Malang."* Jurnal Ilmu Hukum. doi: 10.30605/jurnal.ilmu.ekonomi.v1i1.12345.
- Budi, Eko Mursito Budi, and Komarudin Kudya. (2015). *Sistem Fotonik Batik*. Laporan Riset Inovasi ITB, Bandung.
- Crawley, Edward F., and Suzanne B. Greenwald. (2006). *"Creating a Ten-Year Science and Innovation Framework for the UK: A Perspective Based on US Experience."* Industry and Higher Education. doi: 10.5367/000000006777690981.
- Denzin, K dan Lincoln, Yvonna S., (2009). *Handbook of Qualitatif Research*, Yogyakarta: Penerbit Pustaka Pelajar
- Damanpour, Fariborz. (1996). *"Organizational Complexity and Innovation: Developing and Testing Multiple Contingency Models."* Management Science. doi: 10.1287/mnsc.42.5.693.
- Dipta, I. Wayan. (2008). *"Strategi Penguatan Usaha Mikro, Kecil Dan Menengah (UMKM) Melalui Kerjasama Kemitraan Pola CSR."* INFOKOP.

- De Gruijl, Frank R. (2002). "Photocarcinogenesis: UVA vs. UVB Radiation." in *Skin Pharmacology and Applied Skin Physiology*.
- Hendriyana, Husen. (2018). *Metodologi Penelitian Penciptaan Karya : Seni Kriya Dan Desain Produk Non Manufaktur*. first. edited by B. Sapto. Bandung: Sunan Ambu Press.
- Hendriyana, Husen, Komarudin Kudya, and ASM Atamtajani. (2020). "Designing Marine-Park-Inspired Batik Patterns and Their Application on Masks as Pangandaran Tourism Souvenirs during Covid-19 Pandemic." *Journal of Urban Society's Art* vol.7,(No.2, 31 Oktober 2020):74–82. doi: 10.24821/jousa.v7i2.4502.
- Hendriyana, Husen, I Nyoman Darma Putra, Yan Yan Sunarya. (2020). "Industri Kreatif Unggulan Produk Kriya Pandan Mendukung Kawasan Ekowisata Pangandaran, Jawa Barat". *Jurnal Panggung* 30(2):163-182 doi: 10.26742/panggung.v30i2.1202
- Intan, Noor Tiara H. .., Purwanto, and Gunadhi. (2020). "Penciptaan Batik Terapan Dengan Inspirasi Motif Kekayaan Kuliner Grobogan." *EduArts* 9(2):1–11.
- Kudiya, Komarudin, Setiawan Sabana, and Agus Sachari. 2014. "Revitalisasi Ragam Hias Batik Keraton Cirebon Dalam Desain Baru Kreatif." *Jurnal Panggung* 24(2):175–86. doi: 10.26742/panggung.v24i2.116.
- Kumar, Amit, Prashant S. Kulkarni, and A. B. Samui. (2014). "Polyethylene Glycol Grafted Cotton as Phase Change Polymer." *Cellulose*. doi: 10.1007/s10570-013-0120-3.
- Nawingkapti Astari, Kenya, Purwanto, and Gunadi. (2019). "Seni Batik Betawi Terogong: Kajian Motif Dan Proses Pembuatannya." *EduArts* 8(2):70–75.
- Nury Ariani Wulansari, Desti Ranikusna, and Ida Maftukhah. (2015). "Strategi Perencanaan Sdm Untuk Peningkatan Daya Saing Umkm Batik Semarang." *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call for Papers Unisbank (Sendi_U)*.
- Prayogi, Bayu, Purwanto, and Onang Murtiyoso. (2019). "Perpaduan Teknik Batik Dengan Jumputan Dalam Penciptaan Kriya Tekstile." *EduArts* 8(3):1–11.
- Ridwan, Muhammad, . Hartutiningsih, and Mass'ad Hatuwe. (2014). "Pembinaan Industri Kecil Dan Menengah Pada Dinas Perindustrian, Perdagangan, Koperasi Dan Umkm Kota Bontang." *Jurnal Administrative Reform (JAR)*.
- Roessler, Albert, David Crettenand, Otmar Dossenbach, Walter Marte, and Paul Rys. (2002). "Direct Electrochemical Reduction of Indigo." *Electrochimica Acta*. doi: 10.1016/S0013-4686(02)00028-2.
- Rogers, Everett M., Arvind Singhal, and Margaret M. Quinlan. (2019). "Diffusion of Innovations." in *An Integrated Approach to Communication Theory and Research*, Third Edition.
- Swann, Cal. (2002). "Action Research and the Practice of Design." *Design Issues* 18(1):49–61. doi: 10.1162/07479360252756287.
- Tri U, Dani Danuar. (2013). *Pengembangan Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM) Berbasis Ekonomi Kreatif Di Kota Semarang*.
- Yuliza, Elfi. (2011). *Analisis Numerik Untuk Menentukan Modus Pandu Gelombang Ridge Dari Device Fotonik*. Bandung.
- Zhan, Xiaofang, and Stuart Walker. (2019). "Craft as Leverage for Sustainable Design Transformation: A Theoretical Foundation." *Design Journal* 22(4):483–503. doi: 10.1080/14606925.2019.1613040.