

UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS BATIK RAMAH LINGKUNGAN DI UMKM BATIK CANTIK SUROPATI TEMBOKREJO MELALUI TEKNOLOGI MESIN PENGOLAHAN BATIK TERINTEGRASI SINAR UV-C

Wildanna Indah Kusuma¹, Muhammad Sholeh Apif², Nur Izza Vania³, Nathania Nabilla
Azahra⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Malang, Malang, 65145, Indonesia

E-mail: Wildanna.indah.2005166@students.um.ac.id

Abstrak: Masalah pengeringan batik dan pencemaran limbah merupakan masalah krusial dalam proses pengolahan batik, termasuk bagi salah satu UMKM di Kota Pasuruan, Batik Cantik Suropati. Akan tetapi, di tengah zaman modern ini, proses pengeringan batik BCS masih dilakukan secara konvensional menggunakan sinar matahari sebagai alat utama pengeringan, serta limbah yang langsung dibuang tanpa melalui upaya penyaringan. Akibatnya, BCS kerap kali menghadapi kendala seperti ketidakmampuan dalam memenuhi permintaan dan masalah pencemaran lingkungan akibat limbah cair batik. Teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV-C, merupakan mesin yang diciptakan khusus untuk pengeringan, pencelupan, dan alternatif solusi pencemaran limbah cair batik melalui metode elektrokoagulasi. Metode pelaksanaan yang digunakan adalah melakukan persiapan, pengembangan konsep, persiapan bahan, pembuatan alat, dan penerapan konsep. Hasil implementasi mesin menunjukkan efisiensi jam kerja dengan mengurangi durasi pengeringan menjadi 1 jam menggunakan dari yang awalnya 4 jam tanpa mesin, pengurangan kandungan bahaya limbah COD, BOD, TSS dan logam-logam berat hingga 86,4%, dan potensi kenaikan keuntungan hingga 2 kali lipat.

Kata Kunci: Pengeringan Batik, Mesin Batik, Limbah Batik, Elektrokoagulasi

I. PENDAHULUAN

Batik kerap kali dijadikan sebagai salah satu upaya meningkatkan nilai ekonomi. Sejak diakui secara Internasional oleh UNESCO pada tahun 2009, sektor industri batik memiliki peran penting bagi perekonomian nasional, serta menjadi penyumbang devisa negara (Kemenperin, 2019). Industri batik di Indonesia menurut Kemenparekraf, mampu menyerap tenaga kerja lebih dari 200.000 orang pada lebih dari 47.000 unit usaha yang tersebar di 101 sentra (Saraswati, 2021). Berdasarkan teknik pembuatannya, batik dibedakan menjadi batik tulis, cap, jumputan, dan printing. Batik jumputan di Indonesia, dikenal dengan nama shibori di Jepang. Teknik pembuatan shibori, tidak hanya melalui ikat celup, tetapi jua penekanan, penjepitan, dan pemerasan pada kain, tetapi juga melipat dan mengikat kain untuk membentuk pola yang diinginkan (Irvan et al., 2020).

Adanya kesempatan peluang usaha ini dimanfaatkan dengan baik oleh salah satu UMKM batik yang ada di Kota Pasuruan, Jawa Timur, Batik Cantik Suropati (BCS). UMKM batik yang berlokasi di Desa Tembokrejo ini wanita muda bernama Suci. BCS berdiri sejak akhir tahun 2020 dan telah memiliki Izin Usaha Mikro dan Kecil (IUMK) sejak awal tahun 2021. Selain dengan tujuan ekonomi, pendirian BCS didasarkan pada pelestarian budaya, melalui pemberdayaan SDM terdampak pandemi covid-19 pada tahun tersebut.

Berdasarkan penuturan pengrajin batik di BCS, pihaknya masih kesulitan dalam memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu. Rekam data selama 6 bulan terakhir (Februari-Juli) menunjukkan jumlah batik yang diproduksi tidak memenuhi permintaan datang per bulan. Para pengrajin mengindikasikan bahwa proses pengeringan batik secara konvensional dengan memanfaatkan sinar matahari, menjadi sebab utamanya. Kondisi tersebut, membuat BCS memiliki kemampuan rata-rata berhasil produksi hanya 30 lembar sementara jumlah permintaan

pasar datang lebih banyak, dengan rata-rata 36 lembar. Produksi batik dapat dilaksanakan secara maksimal hanya di musim kemarau atau pada kondisi dimana sinar matahari dapat menyinari batik secara optimal.

Problema lain timbul saat permintaan pasar melejit, kemarau saja tak cukup untuk mendukung produksi, keterbatasan tempat penjemuran juga berpengaruh menimbulkan keterlambatan produksi. Berdasarkan penuturan ketua BCS, ketika musim hujan, BCS bisa berada dalam kondisi dimana tidak dilakukan produksi sama sekali. Hal ini mengakibatkan beberapa efek, seperti tidak tercapainya permintaan pasar, kehilangan kepercayaan pelanggan, serta kerugian ekonomis.

Selain masalah pengeringan, masalah lain seperti limbah yang dihasilkan dari proses pewarnaan dan pelorotan timbul akibat pembuangan limbah cair batik langsung ke lingkungan tanpa proses pemurnian. Proses pewarnaan batik yang menggunakan bahan pewarna sintetis berupa remasol dan indigosol, akan menghasilkan limbah kimia. Limbah tersebut dihasilkan dari proses produksi batik dan mengandung Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), logam-logam berat, dan Total Suspended Solid (TSS). Dengan kandungan BOD sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi adalah 213,55 mg/L, COD sebesar 726,9 mg/L, dan TSS sebesar 1600 mg/L. Menurut PERDA Kota Pasuruan nomor 19 tahun 2010, kadar maksimum BOD, COD, dan TSS adalah sebesar 12 mg/L, 100 mg/L, dan 400 mg/L. Kriteria mutu air limbah yang dihasilkan dari proses batik jauh dari nilai yang ditetapkan pemerintah setempat. Hal ini akan berdampak negatif, karena kandungan BOD dan COD tinggi, menandakan kualitas air buangan yang dihasilkan semakin buruk. Kandungan BOD limbah yang tinggi, menandakan minimnya oksigen terlarut yang terdapat di dalam perairan yang akan berdampak terhadap kematian organisme perairan akibat kekurangan oksigen (Azizid Daroini dan Apri Arisandi, 2020). Kandungan COD dan TSS dalam konsentrasi tinggi, menyebabkan terjadinya pencemaran dan kematian terhadap organisme air (Nugroho, Sumiyati dan Hadiwidodo, 2014). Hal ini membuktikan bahwa produksi batik di BCS masih belum berorientasi pada keramahan kepada lingkungan.

Beberapa usaha pengeringan batik dengan tanpa bergantung pada keberadaan sinar matahari kerap diupayakan. Wardana et al., (2022) menerapkan alat pengeringan batik dengan menerapkan kalor terbuang dari tungku pelorotan yang dilepas ke ruangan pengering pada UMKM Sinar Abadi Batik, berhasil meningkatkan kapasitas produksi sebesar 2,4 kali lipat. Upaya lain dilakukan oleh Wibowo et al., (2020) dengan membangun rumah oven pengeringan batik menggunakan udara kompor gas. Namun, alat-alat ini tidak bisa diterapkan pada BCS karena kendala ruang yang terbatas. Sementara Batik Cantik Suropati, dalam kendala produksinya, masih belum menerapkan alat bantu pengeringan dan alat alternatif penyaringan limbah walaupun masalah yang terjadi cukup signifikan, dibuktikan dengan adanya teguran warga terkait pembuangan limbah di BCS.

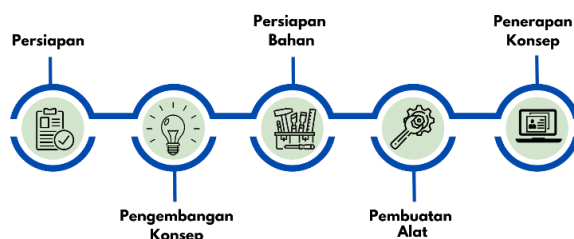
Upaya pengeringan batik melalui mesin, dilakukan oleh Budijono dan Kurniawan, (2017), dengan membuat mesin pengering batik semi otomatis dengan sumber panas dari LPG, yang berdimensi (50 x 50 x 70) cm. Pengembangan mesin fotonik menggunakan sinar UV pernah dikembangkan oleh Kudiya, Hendriyana dan Budi (2021), memiliki manfaat dapat memberikan akselerasi peningkatan kapasitas produksi batik, memberikan konsistensi warna yang lebih merata di produk batik yang dihasilkan, serta dapat menjadi alat bantu untuk meningkatkan produksi batik di saat sinar matahari terbatas.

Berdasarkan paparan tersebut, dilakukan perancangan, pembuatan dan penerapan sebuah alat bantu untuk membantu memaksimalkan produksi batik BCS ramah lingkungan dengan pertimbangan pembuangan limbah, melalui teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV-C. Manfaat yang dapat diperoleh adalah terpecahkannya masalah pengrajin industri Batik Cantik Suropati dalam pengeringan batik dan alternatif penyaringan limbah. Teknologi mesin

pengolahan batik adalah alat bantu produksi batik, pengering, dan alternatif mengurangi kandungan berbahaya limbah, serta sebagai upaya peningkatan produksi batik ramah lingkungan melalui teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV- C. Teknologi Mesin Pengolahan Batik Terintegrasi Sinar UV-C memanfaatkan blower, elemen pemanas, dan sinar UV-C sebagai alat bantu pengeringan batik, dan pemanfaatan metode elektrokoagulasi untuk filtrasi limbah dalam 1 mesin sekaligus. Dimana elektrokimia/elektrolisis, adalah salah satu metode dalam pengolahan limbah cair yang dihasilkan dari industri. Metode elektrokoagulasi ini mampu menurunkan konsentrasi BOD, COD, TSS, yang terkandung dalam air limbah batik (Fauzi et al., 2019).

II. METODE

Program ini dilaksanakan di Desa Tembokrejo, Kecamatan Purworejo, Kota Pasuruan, yang ditujukan untuk UMKM Batik Cantik Suropati. Berlangsung selama 4 bulan dari bulan Juni sampai bulan September 2022, dengan menempuh metode pelaksanaan program seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Pelaksanaan Kegiatan

Metode dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini dengan tujuan untuk meningkatkan hasil produksi melalui beberapa langkah untuk menjawab permasalahan mitra dalam kegiatan ini mengenai teknologi proses pengeringan bambu dan pengolahan limbah. Tahapan-tahapan yang meliputi:

Koordinasi Awal dan Perizinan

Koordinasi dilakukan dengan internal tim bersama dosen pembimbing dan pihak Batik Cantik Suropati untuk pelaksanaan kegiatan dan perizinan untuk keberhasilan pelaksanaan implementasi IPTEK ini.

Pengembangan Konsep

Pengembangan terhadap konsep teknologi dikembangkan dengan cara berdiskusi langsung dengan mitra tentang desain mesin, berdasarkan pertimbangan data sekunder yang ada. Selain itu, juga dilakukan perancangan awal tentang buku panduan untuk penggunaan mitra.

Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan untuk pembuatan mesin disesuaikan dengan perolehan data sekunder dan tingkat kebutuhan. Pembelian alat dan bahan ditinjau berdasarkan ketersediaan sumber daya dan kualitas barang, tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

Bahan	Jumlah	Spesifikasi
Plat Aluminium	1 lembar	0,8mm x 10cm x 7cm
Plat Lubang	1 lembar	0,5mm x 17 x 17
Blower	1 buah	40 watt

Bahan	Jumlah	Spesifikasi
Elemen Pemanas	2 buah	300 watt
Lampu Sinar UV-C	2 buah	26,8 cm, 8 watt
Hollow Galvanish 40 x 40	1 batang	40x40x40 mm
Plat Stainless Steel 201	1 lembar	0,8 mm x 4 x 8 Feet
Adaptor Switching	1 buah	10A
Kaca	1 buah	Tebal 5 mm
Plat Aluminium Elektroda	10 buah	17 cm x 7 cm x 0,8 cm
Kabel Engkel	1 buah	22,5 m
Diode Silikon	1 buah	IN5408
Motor Wiper Dinamo	1 buah	12 volt, 50 watt, 28 rpm
TR/Resistensi	1 buah	2SC3264-2SA1295, 200 watt

Perancangan Mekanis

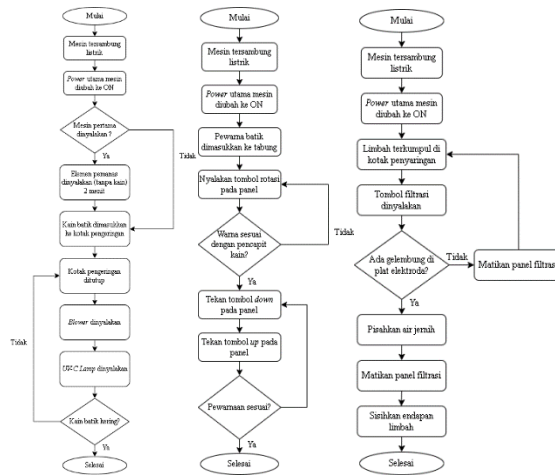
Perancangan awal teknologi mesin pengolahan batik, dipertimbangkan dengan ceruk asli kebutuhan mitra BCS. Hal ini bertujuan untuk penyediaan sumber daya baik dari bahan, dana, maupun lingkungan, melalui pengukuran bahan dan alat yang akan digunakan. Pemilihan bahan baku dipertimbangkan atas dasar efektivitas dasar kinerja alat dan efisiensi penggunaan. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan desain teknologi mesin menggunakan software Autodesk Inventor, agar lebih mudah melakukan realisasi mesin melalui visualisasi desain mesin dengan dimensi mesin per elemen seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Pengukuran Rangka Mesin

Elemen	Jenis Pengukuran	Ukuran
Kotak Pengeringan	Panjang Kubus	60 cm
	Lebar Kubus	50 cm
	Tinggi Kubus	60 cm
Kotak Penyaringan Limbah	Tebal Kaca	0,5 cm
	Panjang Kubus	60 cm
	Lebar Kubus	30 cm
Tabung Pencelupan	Tinggi Kubus	20 cm
	Diameter Tabung	40 cm
	Tinggi Tabung	60 cm

Perancangan Elektronis

Perancangan elektronis teknologi mesin pengolahan batik dirancang secara semi otomatis dengan perlakuan kontrol melalui panel utama pada mesin seperti pada gambar 2.



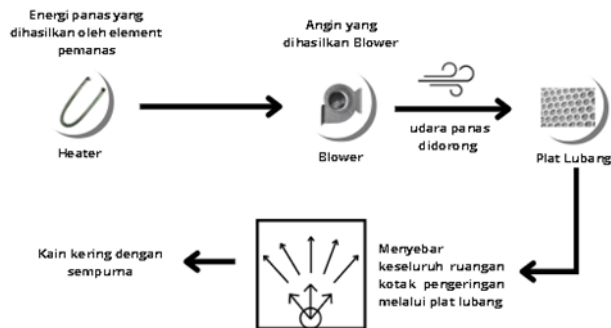
Gambar 2. Diagram alir urutan kerja masing-masing elemen (kiri ke kanan : kotak pengeringan, tabung pencelupan, dan kotak penyaringan limbah)

Tombol panel dirancang dengan fungsi akhir yang berbeda-beda. Tombol (1) power utama mesin yang ketika beralih ke ON, mesin akan berada dalam keadaan stand by; (2) pengatur kepanasan elemen pemanas sebesar 35-55°C, (3) pengatur kecepatan blower sebesar 900-2800 rpm, (4) aktivasi listrik kotak penyaringan dengan tegangan 90 volt, 5) up/down pengait kain, dan (6) rotasi tabung pencelupan.

Ketika listrik sudah tersambung dan power utama mesin ON, mesin berada dalam keadaan stand by dan siap digunakan. Kecepatan blower dan kehangatan elemen pemanas dapat disesuaikan dengan keadaan kain yang hendak dikeringkan. Tetesan hasil pengeringan dan pencelupan, berkumpul menjadi satu menuju kotak penyaringan di bawah mesin, untuk membuat alat tersebut bekerja, tombol filtrasi pada panel harus diubah ke ON. Sebagai pelengkap kebutuhan mitra dan mengurangi kontak langsung kulit dengan pewarna, mesin ini dilengkapi dengan alat bantu celup batik yang dapat diatur putaran tabung tempat warna dan panel up/down untuk pengaitnya.

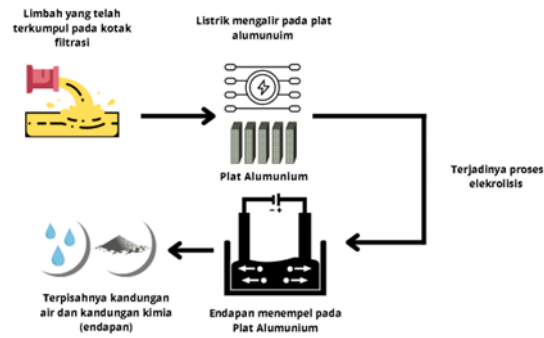
Rancangan Mekanisme Kerja Mesin

Teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV-C terdiri dari kotak pengeringan yang memanfaatkan blower, elemen pemanas, dan sinar UV-C, dengan mekanisme kerja seperti pada gambar 3



Gambar 3. Mekanisme Kerja Kotak Pengeringan

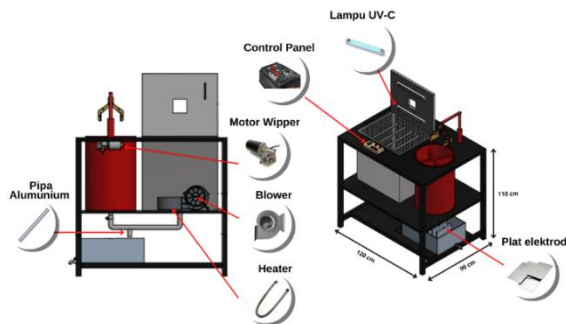
Proses elektrokoagulasi sebagai metode penyaringan limbah akan dilakukan setelah tombol ON untuk filtrasi pada panel diaktifkan. Plat aluminium akan dialiri listrik guna melakukan penggumpalan dengan tenaga listrik melalui proses elektrolisis untuk mengurangi ion-ion logam dan partikel-partikel di dalam air. Mekanisme kerja pada sistem elektrokoagulasi seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Mekanisme Kerja Kotak Penyaringan

Pembuatan dan Perangkaian Teknologi Mesin Pengolahan Batik

Proses pembuatan dimulai dari : (1) melakukan fiksasi desain teknologi, (2) pemotongan hollow galvanis panjang ke dalam beberapa bagian sesuai dimensi rangka mesin, (3) perakitan rangka luar mesin, (4) pemasangan rangka dalam mesin, (5) pemasangan elemen pelengkap (blower, elemen pemanas, dan lampu UV-C, dan alat pengait kain), (6) pemasangan elemen dalam kotak elektrokoagulasi, (7) perangkaian elektronika mesin, (7) pemasangan panel mesin, dan (8) finishing mesin. Desain mesin yang dihasilkan melalui software Autodesk Inventor tampak seperti pada gambar 5. Desain tersebut, telah disesuaikan dengan kondisi, rekomendasi, dan rencana instalasi kepada mitra BCS.



Gambar 5. Desain Teknologi Mesin Pengolahan Batik Terintegrasi Sinar UV-C

Pengujian mesin dilaksanakan setelah keseluruhan mesin selesai dirangkai

Pengujian mesin dilaksanakan setelah keseluruhan mesin selesai dirangkai dan sebelum diterapkan langsung kepada mitra. Objek yang diambil adalah kinerja fitur dan kesesuaiannya dengan target awal rancangan teknologi mesin pengolahan batik. Pengujian fitur dilakukan dengan mengambil data setiap parameter pengeringan batik dan penyaringan limbah. Data yang didapatkan, dijadikan sebagai parameter keberhasilan dan evaluasi untuk kinerja mesin secara optimal pada kondisi yang telah direncanakan dan menyelesaikan permasalahan mitra.

Pengujian durasi pengeringan dilakukan dengan melakukan kombinasi kecepatan blower dan tingkat kepanasan elemen pemanas, pada kondisi kain basah kuyup dan setengah kering. Hasil yang diharapkan adalah mengetahui variabel optimal dalam kondisi kain berdasarkan tingkatan parameter yang berbeda. Pengambilan data pengujian kinerja kotak elektrokoagulasi dinilai saat panel filtrasi mulai dinyalakan hingga secara visual, limbah menjadi lebih jernih daripada sebelum dilakukan penyaringan. Pengukuran dilihat berdasarkan ada atau tidaknya endapan limbah,

visualisasi limbah, dan partikel lain yang menempel pada plat aluminium, serta melakukan pengujian untuk mengetahui kandungan berbahaya limbah cair seperti BOD, COD, logam berat, dan TSS dengan cara mengambil sampel limbah sebelum dan sesudah dilakukan penyaringan untuk dilakukan pengujian di LAB Center UM.

Rancangan Evaluasi Keberhasilan Program

Proses evaluasi keberhasilan dinilai berdasarkan data yang diambil pada sebelum dan sesudah mesin diterapkan pada mitra. Data yang diambil antara lain jumlah produksi dan permintaan, kandungan berbahaya limbah cair batik, rata-rata mesin digunakan, dan pengaruhnya pada biaya tambahan untuk produksi. Sebagai parameter dalam optimalisasi kinerja alat, dilakukan upaya evaluasi lain seperti lembar monitoring elemen mesin, kemampuan mitra dalam penggunaan mesin, serta kepuasan terhadap treatment limbah cair batik. Hal tersebut disampaikan melalui testimoni yang disalurkan mitra pada tim. program ini dinyatakan berhasil dengan indikator sebagai berikut :

1. Terciptanya teknologi mesin pengolahan batik sebagai alat bantu pengeringan batik dan alternatif kandungan berbahaya limbah cair batik,
2. Mitra bisa mengoperasikan mesin secara mandiri setelah dilakukan sosialisasi dengan dilengkapi buku dan video panduan,
3. Produktivitas BCS naik, dengan dilihat dari lebih singkatnya durasi pengeringan dan peningkatan jumlah produksi yang mencapai atau melebihi jumlah permintaan yang datang,
4. Terdapat penurunan kandungan berbahaya limbah cair batik, dan
5. Berpotensi meningkatkan keuntungan yang didapatkan mitra berdasarkan pengaruhnya terhadap biaya tambahan produksi.

Sosialisasi Mitra

Sosialisasi kepada mitra tidak hanya berhenti pada penyerahan alat, akan tetapi juga melakukan pendampingan mitra untuk memproduksi batik menggunakan mesin, edukasi penggunaan mesin, dan penyerahan buku panduan Teknologi Mesin Pengolahan Batik Terintegrasi Sinar UV-C supaya mitra BCS dapat mengoperasikan mesin secara mandiri tanpa pendampingan untuk ke depannya nanti.

Rancangan Keberlanjutan Usaha Mitra

Program ini diharapkan juga bisa berdampak pada keberlanjutan usaha mitra ke depannya, dengan potensi sebagai berikut :

1. Peningkatan produktivitas dan pemenuhan permintaan pelanggan, dan
2. Potensi kenaikan keuntungan mitra.

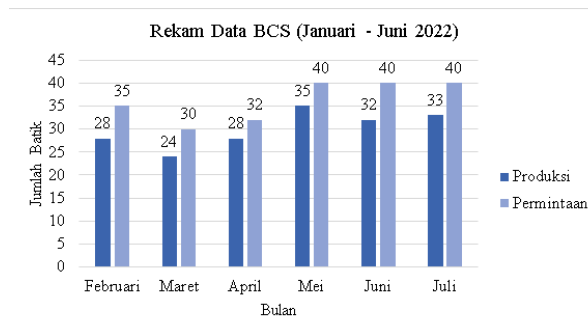
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Permasalahan dan Kebutuhan Mitra

UMKM Batik Cantik Suropati memiliki 3 komoditas, yakni batik shibori, batik tulis, dan batik ecoprint. Batik-batik tersebut, diproduksi melalui beberapa tahapan, salah satunya proses pengeringan. Hingga saat ini, proses pengeringan masih dilakukan dengan metode konvensional, yakni dengan menjemur batik langsung di bawah sinar matahari. Metode pengeringan batik tersebut, tak jarang kerap menimbulkan masalah, seperti keterlambatan produksi permintaan pelanggan yang rekam data antara permintaan dan berhasil produksi tampak pada gambar 6. Di

mana pada rekam data tersebut, didapatkan bahwa jumlah produksi BCS berada di bawah jumlah permintaan yang datang.

Suhu musim panas yang cenderung fluktuatif antara 24-35 °C di Kota Pasuruan, juga mengakibatkan resiko produk gagal karena warna yang tidak konsisten. Selain masalah proses pengeringan, produksi batik juga meninggalkan buangan limbah cair batik dengan mutu air limbah yang belum sesuai norma, standar, prosedur, dan kriteria yang berlaku. Ironisnya, limbah-limbah tersebut, langsung dibuang selokan tanpa melalui treatment khusus menyebabkan timbulnya keresahan, baik dari masyarakat maupun dinas terkait. Oleh karena itu, UMKM BCS membutuhkan suatu solusi yang tepat melalui penerapan teknologi mesin pengolahan batik untuk mempercepat durasi pengeringan dan alternatif pengurangan kandungan bahaya limbah, melalui metode elektrokoagulasi.



Gambar 6. Perbandingan Produksi dan Permintaan Batik BCS

Hasil Implementasi Teknologi Mesin

Teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV-C yang direalisasikan seperti pada gambar 7, mulai diterapkan pada Batik Cantik Suropati sejak bulan Juli 2022. Penerapannya dilakukan melalui sosialisasi, pelatihan, pendampingan produksi, monitoring, dan evaluasi kegiatan. Pelatihan produksi menyatakan bahwa 7 dari 20 pengrajin berhasil mengoperasikan mesin.



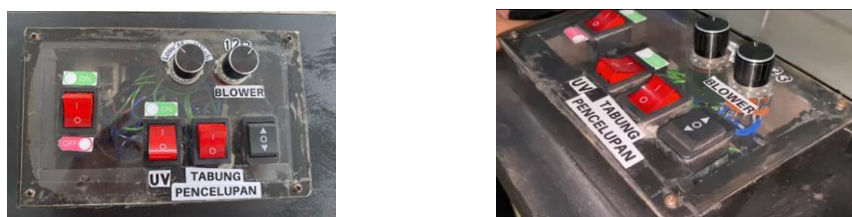
Gambar 7. Realisasi Teknologi Mesin Pengolahan Batik Terintegrasi Sinar UV-C

Teknologi Mesin Pengolahan Batik adalah mesin semi otomatis yang penggunaan elemennya diatur pada control panel pada bagian atas mesin. Elemen yang dapat diatur berupa power utama mesin, tingkat kepanasan heater, laju blower, sinar UV-C, pemutar tabung warna pencelupan, dan tombol up/down pengait kain. Keseluruhan sistem mesin akan nonaktif apabila tombol utama mesin dimatikan. Fitur yang terdapat pada teknologi mesin ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Fitur Teknologi Mesin Pengolahan Batik

Fitur yang Tersedia	Tanpa Mesin	Teknologi Pengolahan Batik
Tombol Utama	Tidak Ada	Ada
Blower	Tidak Ada	Ada
Elemen Pemanas	Tidak Ada	Ada
Sinar UV-C	Tidak Ada	Ada
Plat Elektrolisis	Tidak Ada	Ada
Safety	Tidak Ada	Ada
Kotak Pengeringan	Tidak Ada	Ada
Pengatur Suhu Ruangan	Tidak Ada	Ada

Gambar 8 dan tabel 4 menunjukkan control panel elemen-elemen yang digunakan dalam mesin. Tingkatan berbeda kepanasan elemen pemanas, menghasilkan besaran suhu yang berbeda pula.



Gambar 8. Control Panel Besar Suhu Teknologi Mesin Pengolahan Batik

Tabel 4. Variasi Besar Suhu yang Dihasilkan dari Elemen Pemanas

Tingkat Kepanasan	Besar Suhu (°C)
1	-
2	35 – 45
3	45 - 55

Elemen lain sebagai alat bantu pengeringan adalah blower, dengan tingkat kecepatan berbeda, ditunjukkan pada gambar 9 dan tabel 5.



Gambar 9. Control Panel Laju Blower Teknologi Mesin Pengolahan Batik

Tabel 5. Variasi Kecepatan Laju Blower

Tingkat Kecepatan	Putaran (rpm)
1	900
2	1800
3	2800

Waktu pengeringan optimal juga menunjukkan variasi waktu yang berbeda, tergantung pada kondisi kain batik saat masuk pada kotak pengeringan. Laju putaran menunjukkan semakin cepat kecepatan angin, dikarenakan kecepatan angin berbanding lurus dengan putaran (Aryanto, Mara dan Nuarsa, 2013). Data pengujian tentang parameter kecepatan laju blower, besar suhu, dan kondisi kain terhadap lama waktu pengeringan optimal ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Durasi Pengeringan

Tingkat Kepanasan Heater	Tingkat Kecepatan Blower	Kondisi Kain	Waktu Pengeringan
3	2	Setengah Kering	45 menit
2	2	Setengah Kering	60 menit
3	2	Basah Kuyup	60 menit
2	2	Basah Kuyup	90 menit

Perbedaan durasi pengeringan, dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa sebab. Pengujian menunjukkan semakin basah kondisi kain, berpengaruh pada lama waktu pengeringan. Proses pengeringan termal yang membutuhkan panas, ditandai dengan perpindahan panas dan massa, dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti laju energi, jumlah panas untuk penguapan, suhu maksimum bahan, tekanan, dan perubahan lain (Mardiawan, 2020). Sehingga laju blower sebagai penyalur udara panas pada ruangan pengering, berfungsi sebagai pemberi panas pada bahan menyebabkan terjadinya penguapan air.

Teknologi mesin pengolahan batik juga dilengkapi dengan kotak penyaringan limbah dengan memanfaatkan metode elektrokoagulasi. Kotak koagulator yang berfungsi sebagai penyaring kandungan berbahaya limbah ini berdimensi 60 cm x 30 cm x 20 cm. Berisi 10 plat aluminium sebagai elektroda yang berfungsi sebagai tempat terjadinya reaksi reduksi dan oksidasi untuk memisahkan kandungan logam berat dan partikel berbahaya dalam limbah cair batik (Nurhidayah et al., 2020). Kandungan limbah cair batik didapatkan seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Kandungan Limbah Cair Batik Sebelum Penyaringan

Parameter	Hasil Uji (mg/L)
BOD	213,55
COD	726,9
TSS	1600

Setelah dilakukan penyaringan menggunakan metode elektrokoagulasi, ditemukan penurunan parameter limbah batik cair. Data pengujian tentang parameter penurunan BOD, COD, dan TSS pada dengan durasi 120 menit menggunakan tegangan 90 V dengan ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Limbah Cair Batik Setelah Penyaringan

Parameter	Hasil Uji (mg/L)	Standar Kriteria Mutu Air Limbah (mg/L)
BOD	45,4	12
COD	98,86	100
TSS	456,8	400

Dampak Perubahan Kinerja Mitra

Beberapa macam fitur yang telah berfungsi pada teknologi mesin pengolahan batik, terbukti dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pengeringan pada kain batik dan membantu mengurangi kandungan berbahaya limbah cair batik. Pengeringan yang dilakukan menggunakan mesin pengolahan batik, menjadi 4 kali lebih cepat daripada metode pengeringan konvensional menggunakan sinar matahari yang diterapkan oleh BCS sebelumnya. Dengan selisih 3 jam, pengeringan menggunakan mesin berlangsung selama 45 menit hingga 1 jam bergantung pada perbedaan kondisi kain (basah kuyup atau setengah kering), sementara pada pengeringan menggunakan sinar matahari, bisa berlangsung hingga 4 jam. Selisih pengeringan menggunakan mesin antara kain basah kuyup adalah 15-30 menit. Di mana kain basah kuyup bisa selesai

dikeringkan dalam 1 hingga 1,5 jam, sementara kain setengah kering akan selesai dikeringkan dalam 45 menit. Tabel 9, menunjukkan perbandingan durasi pengeringan pada setiap kondisi kain antara pengeringan konvensional menggunakan sinar matahari dan mesin pengolahan batik.

Tabel 9. Perbandingan Durasi Pengeringan

Kondisi Kain	Pengeringan Konvensional	Teknologi Mesin Pengolahan Batik (PKM-PI 2022)
Basah Kuyup	4 jam	1-1,5 jam
Setengah Kering	3 jam	45 jam

Peningkatan efisiensi durasi pengeringan, berakibat pada kemampuan produksi Batik Cantik Suropati. Terbukti sebelum diterapkan mesin pengolahan, hasil produksi batik BCS kerap kali terlambat memenuhi permintaan pelanggan. Dalam satu bulan pemanfaatan mesin pengolahan batik, terbukti dapat menjadikan BCS tak lagi mengalami keterlambatan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Selain menjadi alat bantu untuk keberhasilan BCS dalam produksi permintaan pasar, kepastian durasi pengeringan juga meningkatkan performa BCS di depan pelanggan.

Manfaat lain didapatkan dari elemen lain pada mesin, yakni kotak penyaringan limbah yang menggunakan metode elektrokoagulasi. Jika sebelumnya tidak ada perlakuan khusus pada limbah cair batik BCS sebelum dibuang, setelah adanya teknologi mesin pengolahan batik, kandungan berbahaya limbah dapat terakumulasi menjadi endapan dan turunnya kandungan berbahaya limbah setelah dilakukan proses elektrolisis. Dengan penurunan konsentrasi BOD sebesar 78,7%, penurunan konsentrasi COD sebesar 86,4%, dan penurunan konsentrasi TSS sebesar 71,4%. Tabel 10 menunjukkan data sebelum dan sesudah dilakukan filtrasi limbah cair batik.

Tabel 10. Perbandingan Kandungan Berbahaya Limbah Cair Batik

Parameter Kandungan Limbah	Tanpa dilakukan Filtrasi	Dilakukan proses filtrasi
BOD	213,55 mg/L	45,4 mg/L
COD	726,9 mg/L	98,86 mg/L
TSS	1600 mg/L	456,8 mg/L

Menurut PERDA Kota Pasuruan nomor 19 tahun 2010 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, menyatakan bahwa kadar maksimum BOD, COD, dan TSS adalah sebesar 12 mg/L, 100 mg/L, dan 400 mg/L. Teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV-C berhasil menurunkan kandungan berbahaya limbah, namun masih belum memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh PEMKOT Pasuruan. Sebagai keberlanjutan dari hal tersebut, disediakan sebuah wadah penampungan limbah untuk mengumpulkan limbah hasil saringan pertama yang akan kembali dilakukan penyaringan kedua.

Penggunaan teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV-C, dijalankan dengan memanfaatkan tenaga listrik untuk menjalankan prosesnya. Dengan konsumsi daya listrik maksimal sebesar 600 watt, diperlukan melakukan perbandingan biaya operasional penggunaan mesin sebelum dan setelah pengimplementasian. Tabel 11 menunjukkan biaya penggunaan listrik setelah dilakukan implementasi IPTEK.

Tabel 11. Penggunaan Daya Listrik dalam 1 Bulan

Parameter	Daya dan Biaya
Daya alat (1 hari kerja/8 jam)	4,8 kW/h
Daya alat (dalam 1 bulan)	124,8 kW/h
Biaya Listrik 2022 beban 900 W	Rp. 1.352
Biaya listrik pemakaian alat (dalam 1 hari kerja)	Rp. 6.489,6
Biaya listrik pemakaian alat (dalam 1 bulan)	Rp. 194.688

Perbandingan biaya produksi mitra sebelum dan sesudah menggunakan mesin, ditampilkan pada tabel 12.

Tabel 12. Perbandingan Biaya Produksi Sebelum dan Sesudah Menggunakan Mesin

Jenis Biaya	Tanpa Mesin (Rp)	Dengan Mesin (Rp)
Biaya Tetap	839.500	839.500
Biaya Operasional	4.589.500	4.867.500
Biaya Listrik	-	194.688
Jumlah	5.429.000	5.901.000

Peningkatan biaya produksi terjadi dikarenakan terjadi perubahan biaya penyusunnya. Hal ini dapat diwajarkan, karena penggunaan mesin yang membutuhkan biaya listrik, serta penambahan biaya operasional yang disebabkan oleh meningkatnya jumlah produksi batik. Peningkatan biaya produksi, tak lantas menyebabkan BCS mengalami kerugian, sebaran keuntungan ditampilkan pada tabel 13, dengan membandingkan keuntungan yang didapatkan sebelum penggunaan mesin dan setelah diterapkan penggunaan teknologi mesin pada Agustus 2022.

Tabel 13. Perbandingan Keuntungan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Mesin

Elemen Penyusun	Tanpa Mesin	Dengan Mesin
Jumlah Produksi Kain	30 Kain Batik	46 Kain Batik
Biaya Produksi	Rp. 5.429.000	Rp. 5.901.000
Pendapatan Kotor	Rp. 12.500.000	Rp. 19.500.000
Keuntungan	Rp. 7.071.000	Rp. 13.598.312

Keuntungan yang didapatkan mitra terbukti mengalami kenaikan hingga 2 kali lipat, dengan tambahan biaya penyusun setelah penggunaan mesin.

Tabel 1. Peningkatan Produktivitas Masyarakat.

No	Kegiatan	Sebelum Kegiatan Pengabdian	Sesudah kegiatan Pengabdian
1	Proses produksi Pengeringan kain batik	Proses pengeringan dilakukan secara manual yang membutuhkan waktu yang lama dan tenaga yang cukup besar.	Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan teknologi mesin batik sehingga proses produksi dapat dilakukan secara cepat dan maksimal. Dimana yang semula dilakukan secara konvensional memerlukan waktu 4 jam setiap produksi, bisa dipercepat dengan waktu 1,5 jam.
2	Penggunaan teknologi dalam masyarakat	Masyarakat melakukan proses produksi secara manual menggunakan sinar matahari	Masyarakat melakukan produksi dengan menggunakan teknologi terbaru dengan percepatan waktu proses produksi
3	Hasil produksi	Proses pengeringan yang lama, menghambat proses produksi dengan semakin banyaknya permintaan masyarakat	Hasil produksi meningkat, dengan di sertai tercukupinya kebutuhan dan permintaan masyarakat berkaitan dengan kain batik

IV. KESIMPULAN

Teknologi mesin pengolahan batik terintegrasi sinar UV-C merupakan alat bantu permasalahan industri Batik Cantik Suropati dalam pengolahan batik mereka, utamanya pada bagian pengeringan dan penyaringan limbah cair batik. Dilengkapi dengan 3 elemen dalam 1 mesin, mesin ini diharapkan dapat menjadi alat bantu dalam memecahkan masalah yang dihadapi mitra. Dengan mempercepat durasi pengeringan hingga 4 kali lipat, dengan rata-rata durasi pengeringan selama 1 jam, pengurangan kandungan berbahaya limbah cair batik hingga 86,4%, serta potensi peningkatan keuntungan sebesar 2 kali lipat. Penerapan mesin ini menjadikan UMKM Batik Cantik Suropati tidak lagi mengalami hambatan produksi karena masalah pengeringan konvensional, sehingga bisa lebih leluasa dalam memproduksi permintaan pasar, yang berakibat pada peningkatan keuntungan BCS. Pengurangan kandungan berbahaya limbah juga meminimalkan dampak limbah cair batik terhadap lingkungan.

V. UCAPATAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Negeri Malang yang telah menyelenggarakan Program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, serta memberikan bantuan pendanaan sebagai penyaluran konsep implementasi kepada mitra usaha. Terima kasih juga kepada kampus Universitas Negeri Malang yang telah memberikan kesempatan pemenang PIMNAS 2022 untuk menyempurnakan program pengabdian. Tidak lupa diucapkan terima kasih kepada UMKM Batik Cantik Suropati yang telah bersedia menjadi mitra usaha dalam program implementasi IPTEK dari tim PKM-PI Universitas Negeri Malang.

VI. DAFTAR RUJUKAN

- Aryanto, F., Mara, M. dan Nuarsa, M. (2013) "Pengaruh Kecepatan Angin dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal," *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, 3(1).
- Azizid Daroini, T. dan Apri Arisandi (2020) "Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu Bngakalan I," *Juvenil*, 1, No 4(4), hal. 558–566. Tersedia pada: <http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.9037ABSTRAK>.
- Budijono, A. P. dan Kurniawan, W. D. (2017) "Efisiensi Proses Produksi Batik Melalui Penerapan Mesin Pengering Batik Dan Kompor Pemanas Lilin Batik Semi Otomatis," *Otopro*, 13(1), hal. 30. doi: 10.26740/otopro.v13n1.p30-34.
- Fauzi, N. et al. (2019) "Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik," *Issn 2085-4218*, 5(100), hal. 213–218.
- Irvan, M. et al. (2020) "Pembuatan Batik Shibori Untuk Meningkatkan Kreativitas Masyarakat Pada Masa Pandemi," *Jurnal Graha Pengabdian*, 2(3), hal. 223–232.
- Kemenperin.go.id (2019) Diminati Pasar Global, Ekspor Batik Dibidik Naik 8 Persen. Tersedia pada: <https://www.kemenperin.go.id/artikel/20650/Diminati-Pasar-Global,-Ekspor-Batik-Dibidik-Naik-8-Persen>.
- Kudiya, K., Hendriyana, H. dan Budi, E. M. (2021) "Akselerasi Produksi Kain Batik di Musim Penghujan dengan Menggunakan Mesin Fotonik," *Panggung*, 31(2), hal. 163–176. doi: 10.26742/panggung.v31i2.1575.

- Mardiawan, A. R. (2020) Pengaruh Temperatur Inlet Udara Dan TEKANAN UDARA NOZZLE TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR DAN EFISIENSI TERMAL SPRAY DRYER. Universitas Negeri Semarang.
- Nugroho, S. Y., Sumiyati, S. dan Hadiwidodo, M. (2014) “Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik dan Tembikar dengan Susunan Random.”
- Nurhidayah, N. et al. (2020) “Pengaruh Variasi Jarak Elektroda Dan Waktu Terhadap Ph Dan Tds Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi,” *Journal Online of Physics*.
- Saraswati, B. D. (2021) Menparekraf: Industri Batik Serap 200.000-an Tenaga Kerja. Tersedia pada: <https://news.harianjogja.com/read/2021/10/03/500/1084551/>.
- Wardana, C. et al. (2022) “Penerapan Alat Pengering Batik dengan Memanfaatkan Kalor Tungku Pelorotan guna Meningkatkan Efisiensi Produksi sebagai Antisipasi Cuaca yang Tidak Menentu,” (April).
- Wibowo, N. M. et al. (2020) “Penciptaan Keunggulan Bersaing Ukm Batik Melalui Penerapan Teknologi Pengering Batik Dan Digital Marketing,” *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 3, hal. 970–975. doi: 10.37695/pkmcsr.v3i0.759.