



## EDUKASI PENCEGAHAN DAMPAK EKOTOKSIKOLOGI & TOKSIKOLOGI TIMBAL PADA PENGRAJIN BATIK LAWEYAN

Margaretha Novian Cahyani<sup>1</sup>, Dewi Kurnianingsih Arum Kusumahastuti<sup>1</sup>, Sri Hartini<sup>1</sup>, Indah Tri Susilowati<sup>2</sup>,  
Noviana Dewi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Sains Matematika, Univeristas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro No.52-60, Salatiga, Sidorejo, Salatiga,  
Jawa Tengah 50711, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medis, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, Jl. Raya Solo - Baki,  
Bangorwo, Kwarasan, Sukoharjo, Jawa Tengah 57552, Indonesia

\*[viana072@gmail.com](mailto:viana072@gmail.com)

### ABSTRAK

Kampung batik Laweyan merupakan salah satu desa cenral batik yang ada di wilayah Surakarta, dalam industry batik tidak jauh dari limbah warna yang digunakan. Pengetahuan mengenai dampak bahaya logam berat dari pewarna batik kurang dipahami dan motivasi hidup sehat dengan menerapkan PHBS dan menjaga lingkungan belum ditingkatkan. Pengabdian ini memotivasi dengan memberikan edukasi bahaya limbah warna bagi Kesehatan dan bagaimana penaggulangannya, serta penggunaan alat kuas batik untuk mengurangi kontak warna dan pencemaran warna ke lingkungan kepada indutri batik dan pekerja batik yang masuk dalam forum batik Laweyan. Sebelum pengabdian responden dilakukan pemeriksaan kolestrol untuk melihat dampak dari stress oksidatif dari paparan logam berat yang masuk dalam tubuh dalam waktu yang lama. Hasil kuesioner untuk alregi responden menunjukkan 32% responden merasakan adanya alergi, dan 25% hasil pemeriksaan kolesterol lebih dari standar. Responden yang hadir mendapatkan kuas batik dan mencobanya secara langsung, dan dengan melihat respon dan kertarikan terhadap produk dengan memberikan masukan dan saran pengembangan kuas tersebut.

Kata kunci: batik; kuas batik; logam berat; stres oksidatif

### **EDUCATION TO PREVENT THE ECOTOXICOLOGICAL & TOXICOLOGICAL IMPACT OF LEAD ON LAWEYAN BATIK CRAFTSMAN**

#### ABSTRACT

*Laweyan batik village is one of the batik cenral villages in the Surakarta area, in the batik industry it is not far from the colour waste used. Knowledge about the harmful effects of heavy metals from batik dyes is poorly understood and the motivation to live a healthy life by implementing PHBS and protecting the environment has not been improved. This service motivates by providing education on the dangers of colour waste for health and how to deal with it, as well as the use of batik brush tools to reduce colour contact and colour pollution to the environment to the batik industry and batik workers who are included in the Laweyan batik forum. Before the service, the respondents were checked for cholesterol to see the impact of oxidative stress from exposure to heavy metals that enter the body for a long time. The results of the questionnaire for respondents' allergies showed that 32% of respondents felt allergies, and 25% of the cholesterol test results were more than the standard. Respondents who attended received batik brushes and tried them directly, and by seeing the response and interest in the product by providing input and suggestions for the development of these brushes.*

*Keywords: batik; batik brushes; heavy metals; oxidative stress*

## **PENDAHULUAN**

Batik merupakan salah satu warisan budaya bangsa Indonesia. Penamaan batik yang ada di Indonesia sangat beragam berdasarkan asal pembuatan, bahan, dan cara pembuatannya (Putro et al., 2023). Batik adalah sebuah kerajinan berbahan dasar kain yang diberi hiasan berupa motif, warna, ornamen yang dibuat dengan cara ditulis atau di cap (Valenta & Adriani, 2022). Pengusaha batik saat ini berkembang pesat karena mempunyai ciri khas motif yang berbeda-beda tiap daerah sehingga menggambarkan keanekaragaman Indonesia. Namun batik juga mempunyai dampak negatif yaitu limbah yang menyebabkan pencemaran lingkungan disekitarnya (Pratiwi & Pravasanti, 2018). Penggunaan logam berat dalam industry batik berperan sebagai pengikat warna agar terserap ke dalam kain atau hadir sebagai pengotor pewarnaan (Birgani et al., 2016; Juliani, 2021). Analisis sebelumnya terdeteksi logam berat jenis Cd, Pb, Fe, Cu, Zn, Al, Mn, Mg, Ca, Cr dan Si dalam sampel limbah batik diwilayah Malaysia maupun Indonesia (Juliani, 2021; Sungur & Gülmez, 2015). Konsentrasi untuk setiap elemen logam berat bervariasi sesuai dengan tahap produksi.

Laweyan adalah desa central industry batik yang berada di Surakarta. Seiring dengan meningkatnya permintaan batik dari kota dan produksi batik dalam skala kecil dan menengah yang masuk dalam kategori industry rumah tangga, dengan kapasitas terbatas termasuk manajemen keselamatan kerja dan lingkungan. Pekerja batik akan beresiko terpapar bahan kimia yang digunakan dalam produksi dikarenakan penggunaan APD yang minimum dan didukung kebiasaan dari pekerja yang merasa jika menggunakan APD akan memperlambat dalam bekerja. Di sisi lain beberapa industry batik di Laweyan belum terfasilitasi IPAL maka akan membuang secara langsung limbah pabrik ke lingkungan, Sementara banyak pabrik batik terletak di sekitar daerah perumahan, penanganan air limbah yang tidak tepat ini dapat melepaskan polutan ke tanah dan air tanah (Juliani, 2021). Hal ini akan menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia dari penggunaan langsung dan paparan tanah yang terkontaminasi, badan air dan air tanah. Logam berat masuk kedalam tubuh dengan berbagai cara, seperti makanan yang terkontaminasi, air, kulit, dan inhalasi. Logam-logam ini diserap melalui usus terutama larut dalam air dan ditransmisikan ke beberapa organ melalui sistem peredaran darah. Namun, pada konsentrasi rendah, logam berat mempengaruhi saluran pernapasan dan banyak sel seperti endotel, epitel, dan lain sebagainya (Kiran et al., 2022). Efek toksik oleh induksi logam berat dalam berbagai organ terjadi Sebagian besar disebabkan oleh stress oksidatif yang diinduksi dalam sel oleh generasi reactive oxygen species (ROS) (Renu et al., 2021; Sani et al., 2023). Stress oksidatif terjadi dikarenakan tidak adanya keseimbangan antara sumber reaktif yaitu radikal oksigen (ROS) atau Nitrogen reaktif (RNS) terhadap senyawa yang dapat menangkal atau yang disebut dengan antioksidan (Persson et al., 2014). Salah satu dampak dari stress oksidatif adalah cedera sel yang disebabkan oleh kerusakan oksidatif. Target kerusakan oksidatif adalah DNA, lipid, dan protein (adenin dan guanin), dan pirimidin (sitosin dan timin) yang bereaksi dengan radikal hidroksil menjadi bentuk produk tertentu (Halliwell & Gutteridge, 2015)

ROS akan mempromosikan perubahan struktural jaringan dan organ karena interaksi dengan protein dan fosfolipid. Konstelasi faktor risiko kardiovaskular biasanya akan berkembang pada subjek dengan kecenderungan gangguan jantung. Stress oksidatif biasanya berhubungan dengan hipertensi, diabetes mellitus, obesitas dan penyakit kardiovaskular seperti penyakit arteri koroner, kardiomiopati atau gagal jantung (Rotariu et al., 2022). Berdasarkan latar belakang dan melihat dampak bahaya logam berat dari warna terhadap lingkungan dan kesehatan maka dilakukan pengabdian ke pada UKM industry batik dan pekerja batik di Laweyan dengan memberikan edukasi pencegahan awal dari paparan logam berat bagi pekerja batik dan menumbuhkan cinta

lingkungan dengan cara tidak membuang limbah warna batik kesembarang tempat. Selain itu, penggunaan teknologi tepat guna untuk mengurangi resiko paparan logam berat secara langsung pada pekerja dan mengurangi resiko tumpahan warna ke lingkungan guna mendukung green batik ramah lingkungan salah satunya berisi produksi batik bebas dari limbah dan polusi yang merusak manusia dan lingkungan. Tujuan dari hasil edukasi dan penggunaan teknologi tepat guna akan meningkatkan Kesehatan pagi pekerja batik dan lingkungan dari paparan warna yang digunakan.

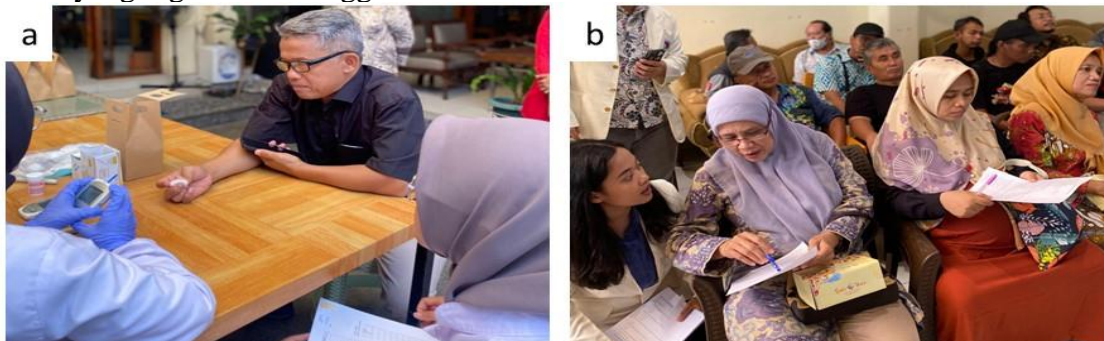
## METODE

Metode pelaksanaan pada kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui serangkaian tahapan seperti disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian pengabdian masyarakat

Kegiatan diawali dengan survey kondisi lingkungan dan koordinasi dengan forum batik Laweyan dalam mendukung pengembangan batik Laweyan kearah green batik yang ramah lingkungan. Selanjutnya form batik mengadakan rapat resmi dengan UKM industri batik dalam menentukan waktu dengan tempat pengabdian serta pembagian undangan untuk kegiatan pengabdian. Tahap kedua pemeriksaan Kesehatan yang ditujukan untuk mengidentifikasi faktor risiko kesehatan di kalangan pekerja batik. Pemeriksaan ini mencakup pengukuran kadar hemoglobin menggunakan Point of Care Testing (POCT) untuk mendeteksi kadar kolesterol. Selain itu, dilakukan identifikasi riwayat dermatitis yang dirasakan pekerja batik selama kontak dengan logam berat dari warna yang digunakan menggunakan kuesioner.



Gambar 2. Kegiatan pengabdian: a. Pemeriksaan Kesehatan; b. Pengisian kuesioner gejala dermatitis.

Tahap ketiga adalah kegiatan edukasi untuk meningkatkan kesadaran bahaya logam berat dari warna yang digunakan dalam industry batik terhadap ekosistem sekitar dan terhadap Kesehatan masyarakat terutama pekerja batik yang kontak langsung dengan warna. Tahap ini juga diberikan edukasi bagaimana pencegahan awal dengan membiasakan penggunaan alat perlindungan diri (APD) serta membiasakan penerapan pola hidup bersih dan sehat (PHBS) dengan mencuci tangan dan mandi menggunakan sabun setelah kontak langsung dengan warna. bagi UKM industry batik untuk tidak membuang limbah warna ke lingkungan sebelum diproses IPAL.



Gambar 3. Edukasi logam berat warna

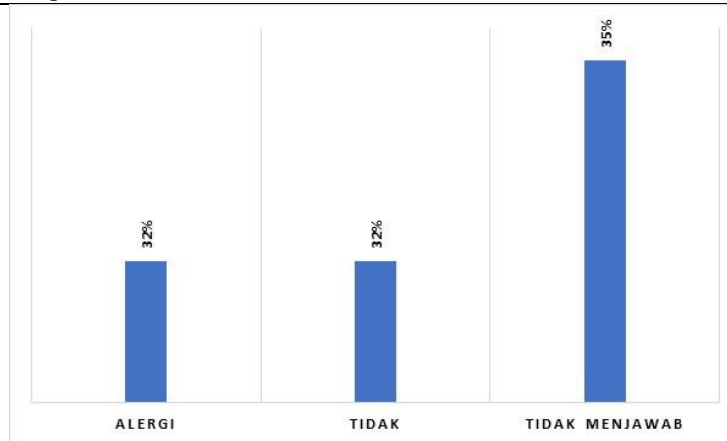
Tahap ke empat adalah pengenalan kuas batik untuk mengurangi kontak langsung pekerja dengan warna yang digunakan serta mengurangi tetesan warna saat melakukan pewarnaan batik ke lingkungan. pada tahap ini dilakukan demonstrasi dan pembagian kuas batik ke peserta untuk di coba. Hasil penggunaan kuas batik dievaluasi untuk perbaikan.



Gambar 4. Demonstrasi penggunaan kuas batik

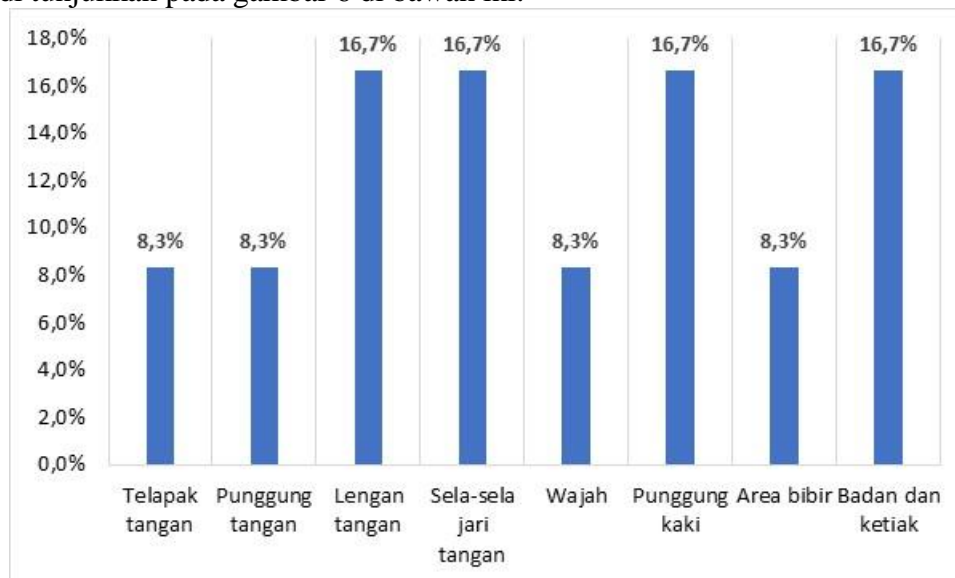
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengabdian ini dihari oleh 31 peserta yang mewakili UKM industry batik dan pekerja batik yang kontak langsung dengan warna, pelaksanaan dilakukan pada salah satu rumah warga yang tergabung dalam forum batik Laweyan. Peserta yang hadir diberikan kuesioner dermatitis kontak alergi yang dirasakan pada saat bekerja dengan menggunakan warna. Hasil kuesioner pada gambar 5 menunjukkan bahwa 32% responden menjawab pernah mengalami kejadian alergi, 32% menjawab tidak pernah mengalami kejadian alergi sedangkan 35% responden tidak menjawab dan tidak bersedia mengisi kuesioner.



Gambar 5. Diagram kejadian alergi pada kulit responden

Alergi yang dirasakan oleh responden di bagian tubuh seperti telapak tangan, punggung tangan, lengan tangan, sela-sela jari tangan, wajah, punggung kaki, area bibir, badan dan ketiak dengan presentasi di tunjukkan pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Bagia tubuh yang merasakan alergi

Alergi ini dirasakan oleh responden pada saat kontak dengan zat pewarna. Dermatitis kontak adalah reaksi peradangan kulit yang disebabkan oleh zat yang menyebabkan iritasi atau alergen yang ditemukan di lingkungan. Terdapat dua jenis dermatitis kontak, yaitu dermatitis kontak iritan (DKI) dan dermatitis kontak alergi (DKA). Dermatitis kontak iritan (DKI) terjadi melalui mekanisme non-imunologis, sedangkan dermatitis kontak alergi (DKA) terjadi melalui mekanisme imunologis, yaitu melalui hipersensitivitas tipe IV (Saroh et al., 2022). Penyerapan logam berat melalui kulit dapat terjadi ketika pekerja menangani alat atau peralatan yang terkontaminasi tanpa menggunakan perlengkapan pelindung yang sesuai (Utembe et al., 2015). Selain itu, pakaian yang terkontaminasi dapat menjadi reservoir timbal dan berkontribusi pada paparan lebih lanjut saat pekerja kembali ke rumah, sehingga risiko paparan juga berdampak pada keluarga mereka (Taylor et al., 2014).

Pengabdian ini memberikan motivasi untuk meningkatkan kesadaran diri pentingnya penggunaan Alat Perlindungan Diri (APD) dalam bekerja, seperti dalam bekerja peracikan warna mereka

menggunakan handscoon maupun masker. Produk alat inovasi dibagikan kepada responden berupa kuas batik untuk mengurangi resiko kontak warna dengan kulit. Kuas batik yang dibagikan dicoba langsung oleh responden yang hadir, masukan dari responden antara lain: 1) kuas ini memiliki kekurangan volume warna terlalu sedikit sehingga harus sering dilakukan pengusian ulang; 2) bulu kuas kuas terlalu lentur dan kurang sedikit kaku; 3) kuas akan di coba untuk jenis bahan selain kain yaitu kulit, hal ini dikarekan ada responden yang juga menghasilkan batik souvenir seperti dompet berbahan dasar kulit. Melihat respon dan ketrarikan responden yang hadir, serta masukan yang diberikan menunjukkan bahwa kuas batik bisa membantu kebutuhan mereka dan kesadaran mereka untuk mencoba dan mengurangi dampak negatif dari limbah warna di lingkungan kerja.



Gambar 7. Kuas batik

Hasil pemeriksaan kolesterol diperoleh nilai kolesterol diatas normal ( $\geq 200$  mg/dL) sebanyak 25%, sedangkan kadar kolesterol masih dalam ambang batas normal sebanyak 75%. Peningkatan kadar kolesterol darah pekerja yang terpapar logam berat disebabkan logam-logam ini telah terlibat dalam pembentukan radikal bebas in vivo dan sel-sel sarat lipid yang diturunkan dari makrofag, yang mendorong oksidasi LDL dengan aterosklerosis dan gejala sisa aterosklerosis (Buhari et al., 2020). Logam berat mengganggu metabolisme kolesterol serta menurunkan aktivitas lipase (Barański et al., 1983; Kojima et al., 2002) Pentingnya Medical Check-Up harus disosialisasikan secara intensif kepada masyarakat Desa Laweyan. Edukasi mengenai manfaat pemeriksaan kesehatan rutin perlu disampaikan dengan jelas agar masyarakat memahami dampak negatif dari penyakit yang tidak terdeteksi. Penyuluhan kesehatan yang dilakukan selama program ini menunjukkan bahwa dengan pendekatan yang tepat, kesadaran masyarakat tentang kesehatan dapat meningkat. Presentasi menggunakan power point dan sesi tanya jawab yang interaktif terbukti efektif dalam menarik perhatian dan memotivasi bagi pekerja batik untuk menjaga lingkungan agar bersih dan Kesehatan pekerja dari paparan langsung logam berat warna yang digunakan.

Pengabdian ini juga membagikan kepada responden the daun kelor yang tinggi kandungan antioksidan untuk menanggulangi stress oksidatif yang disebabkan dari paparan logam berat, sehingga mengurangi dampak gangguan Kesehatan yang disebabkan oleh adanya peningkatan stress oksidatif. Antioksidan yang tinggi dalam sayuran atau buah akan dapat menangkal ROS yang dipicu dari akumulasi logam berat dalam tubuh (Genestra, 2007). Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung flavonoid, polifenol, likopen, dan  $\beta$ -karoten. Flavonoid utama yang terdapat pada *Moringa oleifera* yaitu kuersetin (Aekthammarat et al., 2019). Kuersetin merupakan senyawa antioksidan kuat yang terdapat pada daun kelor, dimana kekuatannya 4-5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan vitamin C dan vitamin E (Jusnita & Tridharma, 2019). Tanaman kelor dimanfaatkan sebagai obat tradisional di Indonesia. Di bali, masyarakat sering membudidayakan kelor di pekarangan rumah ataupun lahan kosong dan dimanfaatkan sebagai

bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi maupun obat-obatan. Selain pemanfaatan makanan yang tinggi antioksidan kesadaran masyarakat untuk berolah raga secara rutin. Olahraga dapat menangkal perkembangan gangguan degeneratif yang mempengaruhi sistem saraf, mencegah penurunan kognitif dan fisik khas penyakit yang berkaitan dengan usia dengan mengurangi akumulasi agregat amiloid neurotoksik dan mengurangi stres oksidatif, peradangan saraf, dan kematian neuronal (Bonanni et al., 2022). olahraga adalah modulator metabolisme yang kuat dan agen pelindung yang kuat terhadap penyakit metabolik (Thyfault & Bergouignan, 2020).

Kolaborasi dengan berbagai pihak, termasuk lembaga kesehatan, universitas, dan organisasi non-pemerintah, sangat penting untuk mendapatkan dukungan dalam bentuk pelatihan, pendanaan, penyediaan alat Kesehatan, dan pengembangan alat inovasi. Perguruan tinggi, khususnya, dapat memainkan peran penting dengan mengirim mahasiswa untuk melakukan penelitian lebih lanjut dan program pengabdian masyarakat di Desa Laweyan. Hal ini akan memastikan adanya keseimbangan dalam upaya peningkatan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat, serta memberikan manfaat nyata bagi kedua belah pihak. Pengabdian ini menekankan perlu pembiasaan terkait pemakaian alat pelindung diri untuk meminimalkan resiko dalam bekerja termasuk resiko akumulasi paparan logam berat. Hal ini tentunya memerlukan peran dari pengusaha terutama terkait ketersediaan alat pelindung diri bagi pengrajin khususnya di bagian pewarnaan. Tidak kalah penting adalah motivasi besar bagi pekerja batik adalah perilaku hidup bersih dan sehat, baik bagi diri sendiri dengan rajin mencuci tangan dengan menggunakan sabun, air bekas pewarnaan batik yang menggunakan indigosol mengandung senyawa berbahaya dapat menimbulkan iritasi pada kulit hingga menyebabkan kanker kulit jika dalam mencuci tangan tidak benar-benar bersih dan rentang terpaparnya zat kimia tersebut dalam kurun waktu yang lama (Nugroho et al., 2013). Pengrajin batik memiliki risiko besar melakukan kontak langsung dengan zat kimia yang digunakan untuk proses pembuatan batik, khususnya pengrajin batik bagian pewarnaan. Mencuci tangan hanya menggunakan air tanpa sabun memungkinkan zat kimia yang, jika hal ini dibiarkan terus-menerus kulit akan mengalami iritasi berupa kulit kering, pecah-pecah, dan terasa gatal pada kulit, hingga dapat menyebabkan kanker kuli (Warseno & Suwarno, 2018). Selain mencuci tangan berolahraga teratur, membersihkan diri dengan sabun setelah bekerja dengan warna sebelum melakukan aktifitas yang lain, mengkonsumsi makanan yang sehat seperti sayuran dan buah yang tinggi antioksidan serta menjaga lingkungan tetap bersih dengan tidak mengotori Sungai dengan sampah dan limbah.

## **SIMPULAN**

Pengabdian ini menunjukkan 32% responden yang mengisi kuesioner yang dibagikan mengalami alergi, dan ini menjadi sesuai hal yang perlu diperhatikan. Dari hasil pemeriksaan Kesehatan menunjukkan 25% responden yang diperiksa memiliki kadar kolesterol diatas nilai standar. Logam berat pada warna yang digunakan oleh pekerja batik jika terpapar terus menerus dalam tubuh akan menyebabkan stress oksidatif yang akan mengganggu Kesehatan pekerja. Pengabdian ini memotivasi pengusaha dan pekerja batik yang terpapar warna langsung dalam peberapan Pola Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) dan pengenalan alat inovasi berupa kuas batik dalam mengurangi kontak langsung kulit pekerja dengan warna yang digunakan serta mengurangi pencemaran lingkungan dari warna yang tercecer. Hasil pengabdian ini didapatkan respon positif bagi pengusaha dan pekerja batik terutama dalam pemanfaatan produk inovasi dan pemeriksaan Kesehatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aekthammarat, D., Pannangpetch, P., & Tangsucharit, P. (2019). Moringa oleifera leaf extract lowers high blood pressure by alleviating vascular dysfunction and decreasing oxidative stress in L-NAME hypertensive rats. *Phytomedicine*, 54, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.10.023>
- Barański, Bogusz. x;l;law, Opacka, J., Wrońska-Nofer, T., Trzcinka-Ochocka, M., & Sitarek, K. (1983). Effect of cadmium on arterial blood pressure and lipid metabolism in rats. *Toxicology Letters*, 18(3), 245–250. [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(83\)90101-7](https://doi.org/10.1016/0378-4274(83)90101-7)
- Birgani, P. M., Ranjbar, N., Abdullah, R. C., Wong, K. T., Lee, G., Ibrahim, S., Park, C., Yoon, Y., & Jang, M. (2016). An efficient and economical treatment for batik textile wastewater containing high levels of silicate and organic pollutants using a sequential process of acidification, magnesium oxide, and palm shell-based activated carbon application. *Journal of Environmental Management*, 184, 229–239. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.066>
- Bonanni, R., Cariati, I., Tarantino, U., D’Arcangelo, G., & Tancredi, V. (2022). Physical Exercise and Health: A Focus on Its Protective Role in Neurodegenerative Diseases. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 7(2), 38. <https://doi.org/10.3390/jfmk7020038>
- Buhari, O., Dayyab, F., Igbinoba, O., Atanda, A., Medhane, F., & Faillace, R. (2020). The association between heavy metal and serum cholesterol levels in the US population: National Health and Nutrition Examination Survey 2009–2012. *Human & Experimental Toxicology*, 39(3), 355–364. <https://doi.org/10.1177/0960327119889654>
- Genestra, M. (2007). Oxyl radicals, redox-sensitive signalling cascades and antioxidants. *Cellular Signalling*, 19(9), 1807–1819. <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2007.04.009>
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine (Fifth)*. Oxford university press.
- Juliani, A. (2021). Heavy Metal Characteristics Of Wastewater From Batik Industry in Yogyakarta Area, Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 20(80). <https://doi.org/10.21660/2021.80.6271>
- Jusnita, N., & Tridharma, W. S. (2019). Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.25077/jsfk.6.1.16-24.2019>
- Kiran, Bharti, R., & Sharma, R. (2022). Effect of heavy metals: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 51, 880–885. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.278>
- Kojima, M., Nemoto, K., Murai, U., Yoshimura, N., Ayabe, Y., & Degawa, M. (2002). Altered gene expression of hepatic lanosterol 14 $\alpha$ -demethylase (CYP51) in lead nitrate-treated rats. *Archives of Toxicology*, 76(7), 398–403. <https://doi.org/10.1007/s00204-002-0365-3>
- Nugroho, S., Prasetya, A. T., & Wahyuni. Sri. (2013). Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow Irk Dalam Limbah Batik Dengan Elektroda Grafit. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(3).



- Persson, T., Popescu, B. O., & Cedazo-Minguez, A. (2014). Oxidative Stress in Alzheimer's Disease: Why Did Antioxidant Therapy Fail? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2014, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2014/427318>
- Pratiwi, D. N., & Pravasanti, Y. A. (2018). Analisis Penerapan Green Accounting Pada Industri Batik Laweyan. *Accountthink: Journal of Accounting and Finance*, 3(02). <https://doi.org/10.35706/acc.v3i02.1478>
- Putro, D. B. W., Dewikartika, A., Nurdin, F. H., Farika, N. S., Pratiwi, S., Dewi, A. U., Widowati, W., & Rufaidah, D. (2023). Pelatihan Batik Jumpitan Bagi Siswa SD NU Pemanahan Dalam Program Kampus mengajar Angkatan 5. *EJOIN: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(6), 500–505. <https://doi.org/10.55681/ejoin.v1i6.951>
- Renu, K., Chakraborty, R., Myakala, H., Koti, R., Famurewa, A. C., Madhyastha, H., Vellingiri, B., George, A., & Valsala Gopalakrishnan, A. (2021). Molecular mechanism of heavy metals (Lead, Chromium, Arsenic, Mercury, Nickel and Cadmium) - induced hepatotoxicity – A review. *Chemosphere*, 271, 129735. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129735>
- Rotariu, D., Babes, E. E., Tit, D. M., Moisi, M., Bustea, C., Stoicescu, M., Radu, A.-F., Vesa, C. M., Behl, T., Bungau, A. F., & Bungau, S. G. (2022). Oxidative stress – Complex pathological issues concerning the hallmark of cardiovascular and metabolic disorders. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 152, 113238. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113238>
- Sani, A., Darma, A. I., Abdullahi, I. L., Musa, B. U., & Imam, F. A. (2023). Heavy metals mixture affects the blood and antioxidant defense system of mice. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 11, 100340. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100340>
- Saroh, D., Purwati, P., & Harningsih, T. (2022). Description of the Event of Irritant Contact Dermatitis in Employees of the Home Industry Batik. *Indonesian Journal of Global Health Research*, 4(3), 535–542. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.37287/ijghr.v4i3.1200](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.37287/ijghr.v4i3.1200)
- Sungur, Ş., & Gülmez, F. (2015). Determination of Metal Contents of Various Fibers Used in Textile Industry by MP-AES. *Journal of Spectroscopy*, 2015, 1–5. <https://doi.org/10.1155/2015/640271>
- Taylor, M. P., Mould, S. A., Kristensen, L. J., & Rouillon, M. (2014). Environmental arsenic, cadmium and lead dust emissions from metal mine operations: Implications for environmental management, monitoring and human health. *Environmental Research*, 135, 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.08.036>
- Thyfaut, J. P., & Bergouignan, A. (2020). Exercise and metabolic health: beyond skeletal muscle. *Diabetologia*, 63(8), 1464–1474. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05177-6>
- Utembe, W., Faustman, E., Matatiele, P., & Gulumian, M. (2015). Hazards identified and the need for health risk assessment in the South African mining industry. *Human & Experimental Toxicology*, 34(12), 1212–1221. <https://doi.org/10.1177/0960327115600370>

Valenta, N. S., & Adriani, A. (2022). Studi Tentang Batik Batam (Studi Kasus di Indra Batik Batam di Kota Batam). *Gorga : Jurnal Seni Rupa*, 11(1), 89. <https://doi.org/10.24114/gr.v11i1.29696>

Warseno, A., & Suwarno. (2018). Pendidikan Kesehatan Dapat Memperbaiki Perilaku Cuci Tangan Pengrajin Batik Di Bantul. *Jurnal Kesehatan Madani Medika*, 9(2), 1–5. <https://doi.org/10.36569/jmm.v9i2.4>