

## PENILAIAN RISIKO DAN STRATEGI MITIGASI PADA RANTAI PASOK INDUSTRI BATIK TULIS ORGANIK : Studi Kasus

Manik Ayu Titisari<sup>1</sup>, Yanatra Budi Pramana<sup>2</sup>, Muhammad Rizky Nafiuddin<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

E-mail: [manikayu@unipasby.ac.id](mailto:manikayu@unipasby.ac.id)<sup>1</sup>, [p.yanatra@unipasby.ac.id](mailto:p.yanatra@unipasby.ac.id)<sup>2</sup>, [rizky.muhammad0699@gmail.com](mailto:rizky.muhammad0699@gmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Produk batik tulis organik merupakan tantangan baru di industri batik karena menggunakan pewarna alami sesuai misinya untuk tidak merusak lingkungan. Penilaian risiko & strategi mitigasi pada rantai pasoknya penting diterapkan supaya perusahaan menyadari risiko dan dapat mengantisipasi dampak dari risiko tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kegiatan-kegiatan yang berpotensi menimbulkan risiko di sepanjang jalur rantai pasok industri batik tulis organik, menetapkan prioritas risiko, dan merumuskan strategi mitigasi menggunakan Failure Mode Effect Analysis (FMEA). Hasil penelitian akan menunjukkan apa saja aktivitas-aktivitas berisiko dalam rantai pasok yang melibatkan pihak pemerintah, penyuplai, perusahaan, dan penyalur. Selanjutnya akan diketahui aktivitas dengan risiko tertinggi dan menyusun strategi mitigasi yang mengutamakan pada bahan baku, modifikasi teknologi, sumber daya, dan prasarana. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 20 aktivitas berisiko dalam alur rantai pasok batik tulis organik, terdiri dari 6 risiko dari pemasok, 7 risiko dari proses, dan 7 risiko dari distributor. Risiko tertinggi terdapat pada proses yaitu risiko dampak limbah pewarna alami pada lingkungan air dan pada distributor yaitu risiko kemasan yang rusak. Perumusan strategi mitigasi akan difokuskan pada aspek teknologi, sumber daya manusia, dan infrastruktur.

Kata kunci: FMEA; mitigasi; organik

### ABSTRACT

The organic *batik tulis* (hand-written batik) product is a new challenge in the batik industry since it uses natural dyes, which aligns with their mission not to damage the environment. It is vital to assess risks and mitigation strategies in the supply chain so that companies are aware and can anticipate the impact of these risks. This research aimed to identify and evaluate activities that could cause risks along the supply chain route of the organic *batik tulis* industry, determine risk priorities, and formulate mitigation strategies using the Failure Mode Effect Analysis (FMEA). The research results would show risky supply chain activities involving the government, suppliers, companies, and distributors. Furthermore, activities with the highest risk would be determined, as well as developing a mitigation strategy prioritizing raw materials, technological modifications, resources, and infrastructure. The research results show 20 risk activities in the organic *batik tulis* supply chain, comprising six risks from suppliers, seven from processes, and seven from distributors. The highest risk was in the (1) process, which was the risk of the impact of natural dye waste on the water environment, and in the (2) distributors, which was the risk of damaged packaging. The mitigation strategy will focus on technology, human resources, and infrastructure.

Keywords: FMEA; mitigation; organic

## PENDAHULUAN

Menghadapi persaingan global, perusahaan dituntut mampu mengintegrasikan berbagai informasi di semua elemen perusahaan ke dalam suatu rantai pasok (Lotfi et al., 2013). Pengelolaan rantai pasok yang baik akan meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional perusahaan sehingga dapat meningkatkan *value* perusahaan (Wahyuni et al., 2021).

Salah satu komoditas ekspor unggulan yang memberikan potensi ekonomi yang besar adalah Batik (Titisari et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa eksistensi batik sebagai warisan nenek moyang telah diakui dunia internasional. Di sisi lain, proses produksi batik menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan (Budiyanto et al., 2018). Proses pembuatan batik terdiri dari beberapa fase penting: membuat pola, melapisi dengan lilin, mewarnai, membersihkan lilin, mencuci, dan mengeringkan. Pada banyak proses pewarnaan, biasanya menggunakan pewarna sintetis yang menghasilkan limbah (*dyestuff waste*) dan menjadi sumber pencemaran lingkungan (Apriyani, 2018). Limbah yang terbuang tidak bisa terurai secara alami. Pewarna sintetis juga umumnya mengandung berbagai logam berat seperti Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, dan Pb yang berperan untuk mengikat pewarna dengan tekstil. Dari semua pewarna sintetis yang lazim digunakan, hanya 5% yang dapat menempel pada kain (Suprihatin, 2014). Artinya sebanyak 95% pewarna sintetis terbuang ke lingkungan beserta kandungan logam beratnya. Penelitian tentang limbah batik yang dilakukan oleh Budiyanto tersebut diperoleh hasil bahwa konsentrasi logam berat akibat limbah batik ini menyebabkan dampak negatif pada air tanah. Pada kedalaman sumur 15 meter, kandungan logam berat masih ditemukan dengan kadar tinggi melebihi ketentuan yang diperbolehkan. Sedangkan kadar logam berat yang tinggi berbahaya bagi kesehatan terutama yang berhubungan dengan sistem saraf pusat dan organ dalam (Emmanuel et al., 2022). Dengan adanya permasalahan limbah batik ini, beberapa industri batik mulai mengganti pewarna sintetis dengan pewarna alami, diantaranya dengan membuat zat warna alami dalam bentuk serbuk untuk memudahkan pemakaian (Purwanto & Kwartiningsih dan Endang Mastuti, 2012).

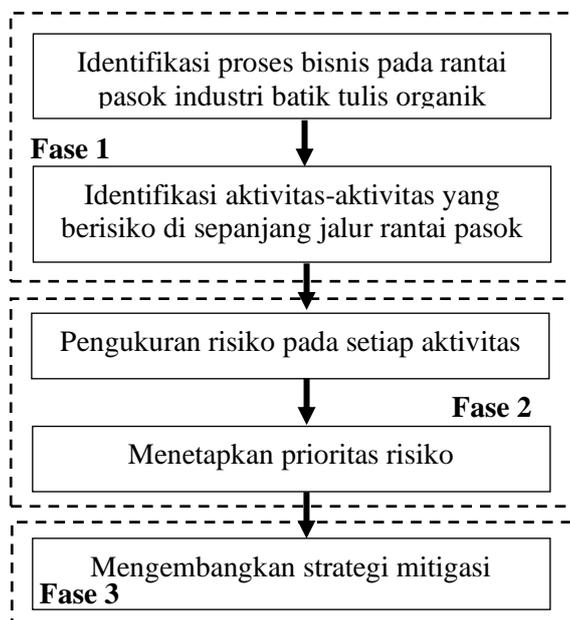
Ternyata penggunaan pewarna alami bukan satu-satunya solusi untuk mengatasi limbah batik (Harsana, 2019). Ada efek samping dari penggunaan tanaman-tanaman tertentu seperti indigotin (dari tanaman indigo; *I. tinctoria*), quercetin (dari kayu mahogani; *S. macrophylla*), dan ellagic acid (dari tanaman terminalia; *T. chebula*), yaitu mengakibatkan pertumbuhan alga dan tanaman air liar lainnya yang tidak terkontrol (Handayani et al., 2018). Apalagi untuk industri berskala besar, maka akumulasi senyawa organik dari limbah pewarna alami ini juga makin besar dampaknya pada lingkungan air. Sehingga untuk mengatasi masalah tersebut, penggunaan pewarna alami juga harus disertai dengan penggunaan teknologi pemrosesan limbah batik cair.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kegiatan-kegiatan yang berpotensi menimbulkan risiko terhadap eksistensi batik organik di sepanjang jalur rantai pasok industri batik tulis organik, menetapkan prioritas risiko, dan merumuskan strategi mitigasi menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Dalam implementasinya, perusahaan harus mempertimbangkan berbagai risiko yang menghambat operasional pada rantai pasok (Iryaning, 2013). Oleh karena itu metode ini dipilih karena merupakan analisis sistematis dan terstruktur, yang dimulai dari penilaian tingkat keparahan risiko hingga perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk masing-masing penyebab risiko. Manajemen risiko dengan FMEA dapat meminimalisir hambatan dan gangguan pada performansi rantai pasok industri batik tulis organik.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Sentra Batik Organik Pasuruan yang berlokasi di Desa Kalirejo, Bangil Pasuruan. Data yang dikumpulkan berupa hasil kuesioner, wawancara, dan pengamatan pada objek riset. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). FMEA akan mengidentifikasi dan mengevaluasi kegiatan-kegiatan yang berpotensi menimbulkan risiko di sepanjang jalur rantai pasok industri batik tulis organik, mengukur nilai risiko untuk menetapkan prioritas risiko, dan merumuskan strategi mitigasi.

Secara umum, alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 3 Fase. Fase 1 adalah identifikasi proses bisnis dan aktivitas-aktivitas yang berisiko di sepanjang jalur rantai pasok industri. Identifikasi meliputi para pihak yang terlibat (*actor*), semua aktivitas berisiko dan dampak dari risiko tersebut.

Fase 2 adalah pengukuran risiko dengan FMEA. Pada tahap ini, langkah-langkah FMEA yang digunakan diadopsi dari formula yang dikembangkan oleh (Fattahi & Khalilzadeh, 2018):

$$\mathbf{RPN = Severity \times Occurrence \times Detection}$$

Kejadian (O) menunjukkan probabilitas kegagalan, keparahan (S) menunjukkan tingkat keparahan sebagai hasil kegagalan, dan deteksi (D) adalah prediksi probabilitas deteksi kegagalan sebelum kegagalan terjadi. Peringkat O, D, dan S dapat menggunakan skala 1 untuk kasus terbaik dan 10 untuk yang terburuk.

Nilai RPN (*Risk Priority Number*) adalah angka yang menunjukkan nilai risiko. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin tinggi risiko yang dihadapi oleh suatu kegiatan. Selanjutnya, prioritas risiko akan disusun berdasarkan pada nilai RPN.

Fase 3 adalah tahap untuk menyusun strategi mitigasi berdasarkan prioritas risiko yang diidentifikasi dalam fase 2. Strategi mitigasi diperlukan untuk menghindari dampak negatif dari risiko, dan dikembangkan melalui analisa SWOT untuk menemukan formula strategi (Titisari et al., 2021). Selain itu, implementasi strategi

mitigasi memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya risiko dan biaya operasional perusahaan (Evi Yuliawati, 2020).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Pada fase 1, proses penelitian diawali dengan mengidentifikasi proses bisnis dan risiko pada rantai pasok batik tulis organik. Tujuan identifikasi adalah untuk memetakan semua pihak yang terlibat, aktivitas-aktivitas yang dilakukan, hubungan antar pihak-pihak yang berkepentingan, dan berbagai risiko yang disinyalir memberikan dampak dalam tiap aktivitas pada rantai pasok.

Identifikasi dilakukan melalui pengamatan dan wawancara dengan bagian yang menangani proses produksi. Setiap pihak dalam rantai pasok memiliki peran dan skala risiko yang berbeda. Hasil dari identifikasi aktivitas berisiko pada rantai pasok batik tulis organik ditunjukkan pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa ada 20 aktivitas berisiko dalam sistem rantai pasok batik tulis organik. Ada 6 aktivitas berisiko yang melekat pada pemasok bahan baku, 7 kegiatan berisiko di proses pembuatan, dan 7 aktivitas berisiko dalam sistem distribusi / ritel.

Tabel 1. Kegiatan berisiko rantai pasok batik tulis organik

Actor	Risk Event	Code
Supplier (S)	Risiko kualitas bahan baku tidak sesuai pesanan	S1
	Risiko jumlah bahan baku tidak sesuai pesanan	S2
	Risiko tenaga kerja bagi pemasok yang tidak memahami kriteria bahan baku organik	S3
	Risiko pemasok yang tidak mampu memenuhi persediaan sesuai kemampuan penjualan	S4
	Risiko minimnya sumber daya pemasok yang sesuai kriteria	S5
	Risiko penawaran harga yang kurang sesuai dengan kualitas bahan baku	S6
Process (P)	Risiko motif batik tidak muncul/sesuai	P1
	Risiko warna batik tidak muncul/sesuai	P2
	Risiko proses pembuatan terkontaminasi bahan kimia	P3
	Risiko dampak limbah pewarna alami pada lingkungan air	P4
	Risiko ampas pewarna tumbuhan dan sisa lilin pada kain batik	P5
	Risiko keterbatasan jumlah dan keahlian pekerja produksi	P6
	Risiko terjadi perubahan rencana produksi	P7
Distributor/Retail (D)	Risiko efek lembab pada produk dan kemasan di gudang distributor	D1
	Risiko kemasan yang rusak	D2
	Risiko jumlah produk tidak sesuai pesanan	D3
	Risiko jenis produk tidak sesuai pesanan	D4
	Risiko retail menyalahi kontrak bisnis	D5
	Risiko keterlambatan pengiriman	D6
	Risiko kerusakan akibat pengiriman	D7

Pada fase 2, pengukuran risiko dilakukan oleh penanggung jawab kegiatan untuk masing-masing aktor dalam rantai pasok. Pengukurannya dengan melalui penilaian S, O, dan D untuk masing-masing kegiatan menggunakan skala 1-10 (Widianti, 2016).

Hasil pengukuran risiko digunakan untuk menentukan peringkat kelompok risiko seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Pengaturan peringkat ini berfungsi untuk menentukan prioritas risiko dalam menentukan strategi mitigasi. Peringkat berdasarkan skor risiko

ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Sedangkan Tabel 3 menunjukkan nilai skor risiko untuk tiap kegiatan dalam rantai pasok.

Tabel 2. Interpretasi skor risiko (Berezutskyi et al., 2015)

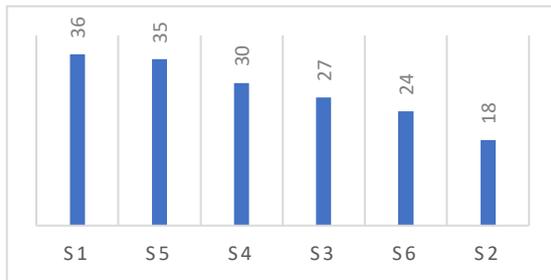
Skor Risiko	Deskripsi
>400	Risiko sangat tinggi: Pertimbangkan untuk menghentikan proses operasi
201-400	Risiko tinggi: Tindakan korektif segera diperlukan
71-200	Risiko substansial: Perlu perbaikan
20-70	Kemungkinan risiko: Perlu perhatian khusus
<20	Risiko kecil: Ada kemungkinan masih bisa diterima

Tabel 3. Penilaian risiko setiap aktivitas dalam rantai pasok batik organik

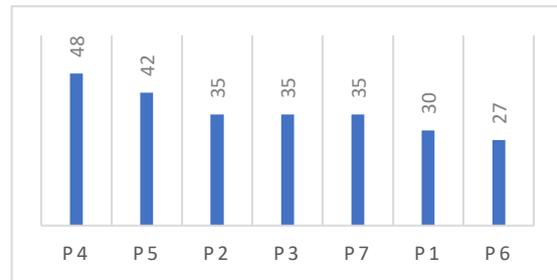
Kode	S	O	D	Skor Risiko	Klasifikasi Risiko	Dampak
S1	9	1	4	36	mungkin berisiko	produk dibuang
S2	6	1	3	18	risiko kecil	produk bisa diterima
S3	3	1	9	27	mungkin berisiko	produk dibuang
S4	5	1	6	30	mungkin berisiko	produk dibuang
S5	7	1	5	35	mungkin berisiko	produk dibuang
S6	4	1	6	24	mungkin berisiko	produk dibuang
P1	6	1	5	30	mungkin berisiko	produk dibuang
P2	5	1	7	35	mungkin berisiko	produk dibuang
P3	7	1	5	35	mungkin berisiko	produk dibuang
P4	8	1	6	48	mungkin berisiko	produk dibuang
P5	6	1	7	42	mungkin berisiko	produk dibuang
P6	9	1	2	18	risiko kecil	produk bisa diterima
P7	9	1	2	18	risiko kecil	produk bisa diterima
D1	7	1	4	28	mungkin berisiko	produk dibuang
D2	6	1	8	48	mungkin berisiko	produk dibuang
D3	8	1	4	32	mungkin berisiko	produk diretur
D4	6	1	7	42	mungkin berisiko	produk diretur
D5	7	1	6	42	mungkin berisiko	perlu perhatian khusus
D6	9	1	5	45	mungkin berisiko	perlu perhatian khusus
D7	9	1	3	27	mungkin berisiko	produk dibuang

Tabel 4. Prioritas risiko dalam rantai pasok batik tulis organik

Risk Priority	Risk Code	Risk Priority	Risk Code
1	P4	11	P7
2	D2	12	D3
3	D6	13	S4
4	P5	14	P1
5	D4	15	D1
6	D5	16	S3
7	S1	17	P6
8	S5	18	D7
9	P2	19	S6
10	P3	20	S2



Gambar 2. Prioritas Risiko Supplier



Gambar 3. Prioritas Risiko Pemasok



Gambar 4. Prioritas Risiko Distributor

### Pembahasan

Berdasarkan hasil ini, diketahui bahwa semua kegiatan memiliki potensi risiko yang mungkin. Dalam rantai pasok batik organik juga memiliki peluang untuk mengubah menjadi batik non organik dengan menambahkan bahan tambahan kimia. Oleh karena itu, jika terjadi perubahan demikian, maka produk harus dibuang dan tidak dapat diproses ulang.

Pada fase 3, bertujuan untuk mengembangkan mitigasi strategi berdasarkan prioritas risiko yang diidentifikasi dalam Tahap 2. Strategi mitigasi diperlukan untuk menghindari dampak negatif dari risiko dan peningkatan kepercayaan konsumen (Mendonça Silva et al., 2016). Selain itu, implementasi strategi mitigasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap terjadinya risiko dan biaya operasional Perusahaan (Hu et al., 2011). Untuk mengurangi risiko mengubah dari batik organik menjadi non organik dalam rantai pasok batik, maka perlu melibatkan koordinasi berbagai pihak antara pemerintah, pemasok, dan manajemen perusahaan.

Selain itu, untuk efisiensi dan efektivitas pelaksanaan strategi mitigasi, beberapa penguatan diperlukan dalam teknologi, sumber daya manusia, infrastruktur, dan kebijakan.

Strategi berdasarkan identifikasi kegiatan dan prioritas risiko ditunjukkan pada Tabel 5. Kegiatan mitigasi membutuhkan sumber daya dan investasi dari semua pihak yang terlibat. Sehingga kegiatan mitigasi harus sesuai dengan jenis produk, area pasokan, sistem distribusi, dll.

Tabel 5. Strategi mitigasi risiko

Aspek	Pihak yang terlibat	Kegiatan mitigasi
Technology	Government	Merumuskan kebijakan penggunaan teknologi pemrosesan limbah batik cair untuk mengatasi dampak pada lingkungan air dan koordinasi dengan pihak-pihak yang terlibat dalam rantai pasokan.
		Mengadakan penelitian dan pengembangan di bidang

		teknologi dengan memfasilitasi dana, peralatan, dan infrastruktur lainnya.
		Menyusun standardisasi pembuatan batik tulis organik yang ramah lingkungan.
	Supplier	Menyiapkan teknologi sebagai sarana komunikasi dan koordinasi antara pemasok, perusahaan, dan distributor/retail.
	Company	Menyiapkan sumber daya yang siap menerima perubahan teknologi
	Distributor/ retail	
Human Resources	Government	Merumuskan kebijakan standardisasi sumber daya manusia kompetensi yang terlibat dalam sistem rantai pasok batik tulis organik.
		Mengakomodir semua pihak yang terlibat dalam rantai pasok batik tulis organik dengan meningkatkan kompetensi melalui pelatihan, lokakarya, dll.
	Supplier	Memberi pelatihan, lokakarya dll untuk meningkatkan keahlian & kompetensi karyawan.
		Merumuskan kebijakan evaluasi kinerja berdasarkan penilaian risiko dan melibatkan karyawan
	Company	Menyiapkan sumber daya manusia yang siap menerima perubahan teknologi
	Distributor/ retail	
Infrastructure	Government	Membuat standar infrastruktur yang digunakan dalam rantai pasok batik organik.
		Menyediakan infrastruktur yang dapat digunakan oleh semua UMKM batik tulis organik untuk menciptakan produk batik yang ramah lingkungan
	Supplier	Membangun sarana dan prasarana yang digunakan dalam rantai pasok batik tulis organik sesuai dengan peraturan pemerintah.
	Company	
	Distributor/ retail	

## KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa ada kegiatan yang berisiko mengubah produk (batik organik) menjadi non organik. Perubahan ini dapat terjadi sepanjang rantai pasok batik organik. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa ada tiga aktor yang berperan dalam proses, yaitu pemasok, proses, dan distributor/pengecer. Setiap aktor memiliki risiko mengubah batik organik menjadi non organik. Untuk pemasok, ada adalah 6 risiko, 7 risiko terhadap proses, dan 6 risiko terhadap distributor. Total ada 20 kegiatan berisiko dalam rantai pasok batik organik. Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa semua kegiatan termasuk dalam kategori kemungkinan risiko.

Prioritas risiko yang perlu dikurangi pada pemasok dan proses adalah karyawan yang belum pernah mengikuti pelatihan. Sementara untuk pelaku distributor, preferensi untuk mitigasi risiko adalah mengirimkan produk ke distributor dengan sarana dan prasarana yang memadai untuk meminimalisir kerusakan kemasan yang berakibat pada kerusakan produk. Strategi mitigasi ditentukan berdasarkan prioritas risiko dengan mengikutsertakan beberapa pihak: pemerintah, pemasok, perusahaan, dan distributor/retail. Strategi mitigasi akan dilakukan dari aspek teknologi, manusia sumber daya, dan infrastruktur yang digunakan dalam rantai pasokan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas PGRI Adi Buana Surabaya untuk memfasilitasi pendanaan dan fasilitas penelitian lainnya melalui Hibah Penelitian Adi Buana Tahun 2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N. (2018). Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–29. <https://doi.org/10.33084/mitl.v3i1.640>
- Budiyanto, S., Anies, Purnaweni, H., & Sunoko, H. R. (2018). Environmental Analysis of the Impacts of Batik Waste Water Pollution on the Quality of Dug Well Water in the Batik Industrial Center of Jenggot Pekalongan City. *E3S Web of Conferences*, 31. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183109008>
- Emmanuel, U. C., Chukwudi, M. I., Monday, S. S., & Anthony, A. I. (2022). Human health risk assessment of heavy metals in drinking water sources in three senatorial districts of Anambra State, Nigeria. *Toxicology Reports*, 9(August 2021), 869–875. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.04.011>
- Evi Yuliawati, I. K. (2020). PERANCANGAN TINDAKAN MITIGASI RISIKO BERDASARKAN PROSES BISNIS DALAM RANTAI PASOK INDUSTRI BATIK: STUDI KASUS. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 39(1), 37–50. <https://doi.org/10.22322/dkb.V36i1.4149>
- Fattahi, R., & Khalilzadeh, M. (2018). Risk evaluation using a novel hybrid method based on FMEA, extended MULTIMOORA, and AHP methods under fuzzy environment. *Safety Science*, 102(November 2016), 290–300. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.018>
- Handayani, W., Kristijanto, A. I., & Hunga, A. I. R. (2018). Are natural dyes eco-friendly? A case study on water usage and wastewater characteristics of batik production by natural dyes application. *Sustainable Water Resources Management*, 4(4), 1011–1021. <https://doi.org/10.1007/s40899-018-0217-9>
- Harsana, G. K. I. (2019). Penggunaan Pewarna Alami Pada Proses Pembuatan Batik Yang Berbasis Konsep Tri Hita Karana. *Penggunaan Pewarna Alami Pada Proses Pembuatan Batik Yang Berbasis Konsep Tri Hita Karana*, 1, 1–11. <https://erepo.unud.ac.id/id/eprint/27798/1/6174055fe79a6a0968baa7afedc0961d.pdf>
- Hu, J., Homem-De-Mello, T., & Mehrotra, S. (2011). Risk-adjusted budget allocation models with application in homeland security. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 43(12), 819–839. <https://doi.org/10.1080/0740817X.2011.578610>
- Iryaning, H. D. (2013). Identifikasi Risiko Rantai Pasok Berbasis Sistem Traceability Pada Minuman Sari Apel. *Spektrum Industri*, 11(2), 117–242. <http://journal.uad.ac.id/index.php/Spektrum/article/view/1655/1153>
- Lotfi, Z., Sahran, S., Mukhtar, M., & Zadeh, A. T. (2013). The Relationships between Supply Chain Integration and Product Quality. *Procedia Technology*, 11(Iceei), 450–466. <https://doi.org/10.1016/j.protecy.2013.12.217>
- Mendonça Silva, M., Poletto, T., Silva, L. C. E., Henriques De Gusmao, A. P., & Cabral Seixas Costa, A. P. (2016). A grey theory based approach to big data risk management using FMEA. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9175418>
- Purwanto, A., & Kwartiningsih dan Endang Mastuti, E. (2012). Pembuatan Zat Warna

- Alami dalam Bentuk Serbuk untuk Mendukung Industri Batik di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Proses*, 6(1), 26. <https://jurnal.ugm.ac.id/jrekpros/article/view/2454/2201>
- Suprihatin, H. (2014). Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo Dan Alternatif Pengolahannya [Organic Content of Liquid Waste in the Batik Jetis Industry in Sidoarjo and its Alternative Processing]. *Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*, 2(2), 130–138. <https://jkl.ejournal.unri.ac.id/index.php/JKL/article/view/2430/2390>
- Titisari, M. A., Hadi, S., & Nafiuddin, M. R. (2023). Tibuana Journal of applied Industrial Engineering-University of PGRI Adi Buana p- ISSN 2622-2027 e- ISSN 2622-2035 The Usage of Monte Carlo Simulation to Predict The Sales of Sustainable Batik Products in Small Medium Enterprise. *Tibuana Journal of Applied Industrial Engineering-University of PGRI Adi Buana*, 06(1), 65–70. <https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/tibuana/article/view/6315/4588>
- Titisari, M. A., Karya, D. F., & Hadi, S. (2021). SWOT Analysis and ANP for Organic Tempeh SME Business Development Strategy. *IJEBD (International Journal of Entrepreneurship and Business Development)*, 4(6), 913–923. <https://doi.org/10.29138/ijebd.v4i6.1540>
- Wahyuni, H. C., Putra, B. I., Handayani, P., & Maulidah, W. U. (2021). Risk Assessment and Mitigation Strategy in The Halal Food Supply Chain in The Covid-19 Pandemic. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 20(1), 1–8. <https://doi.org/10.23917/jiti.v20i1.12973>
- Widianti, T. (2016). 10th Annual Meeting On Testing And Quality 2015. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, January. [https://www.researchgate.net/publication/290899548\\_Failure\\_Mode\\_and\\_Effect\\_Analysis\\_FMEA\\_sebagai\\_Tindakan\\_Pencegahan\\_pada\\_Kegagalan\\_Pengujian#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/290899548_Failure_Mode_and_Effect_Analysis_FMEA_sebagai_Tindakan_Pencegahan_pada_Kegagalan_Pengujian#fullTextFileContent)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)