



Kajian Literatur tentang Prinsip Optik Pewarna Alami dan Kontribusinya terhadap Kesejahteraan Sosial Ekonomi

Indica Yona Okyranida^{1*}, Qisthi Maghfiroh², Westri Andayanti³, Cicilia Emita⁴, Suyuti⁵

^{1,2,3} Universitas Indraprasta PGRI

^{4,5} Universitas Negeri Jakarta

* E-mail: indicayona@gmail.com

Abstract

This literature review analyzes the optical principles of natural dyes and their implications for socio-economic well-being, driven by the urgent transition of industries toward sustainability. Optically, color is produced by chromophore group, but natural dyes face critical stability challenges, including photodegradation, pH changes, and fastness issues against washing and rubbing. To overcome inconsistency and logistical problems limiting Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), chemical engineering innovation is crucial. Solutions include using mordants (e.g., sodium acetate) to enhance color affinity, as well as applying advanced techniques such as Zinc Oxide (ZnO) nanoparticles as photochemical protectors and spray drying to convert liquid pigments into stable and consistent powders. The socio-economic contribution is multidimensional. Natural dyes support community empowerment, increase supplementary income, and integrate local agricultural sectors into the industrial value chain, contributing significantly to regional GRDP (PDRB). Furthermore, their use in the food, pharmaceutical, and children's toy industries ensures safety and supports cognitive development. Although the organic dye market is growing steadily, mass adoption is hindered by high costs, supply scarcity, and a visual gap (lack of brightness) compared to synthetic dyes. Therefore, investment in R&D for technical consistency is a prerequisite for realizing the potential for sustainability and community economic resilience.

Keywords: Natural Dyes, Optical Stability, Socio Economic Well being.

Abstrak

Kajian literatur ini menganalisis prinsip optik pewarna alami dan implikasinya terhadap kesejahteraan sosial ekonomi, didorong oleh urgensi transisi industri menuju keberlanjutan. Secara optik, warna dihasilkan oleh gugus kromofor, Namun pewarna alami menghadapi tantangan stabilitas kritis, termasuk fotodegradasi, perubahan pH, dan ketahanan luntur terhadap pencucian dan gosokan. Untuk mengatasi inkonsistensi dan masalah logistik yang membatasi UMKM, inovasi rekayasa kimia menjadi krusial. Solusi mencakup penggunaan mordan (misalnya, natrium asetat) untuk meningkatkan afinitas warna, serta penerapan teknik canggih seperti nanopartikel Seng Oksida (ZnO) sebagai pelindung fotokimia dan *spray drying* untuk mengubah pigmen cair menjadi serbuk yang stabil dan konsisten. Kontribusi sosial ekonomi bersifat multidimensi. Pewarna alami mendukung pemberdayaan masyarakat, meningkatkan pendapatan tambahan, dan mengintegrasikan sektor pertanian lokal ke rantai nilai industri, berkontribusi signifikan terhadap PDRB regional. Selain itu, penggunaannya dalam industri pangan, farmasi, dan mainan anak menjamin keamanan dan mendukung perkembangan kognitif. Meskipun pasar pewarna organik tumbuh stabil, adopsi massal terhambat oleh biaya yang tinggi, kelangkaan pasokan, dan kesenjangan visual (kurangnya kecerahan) dibandingkan pewarna sintetis. Oleh karena itu, investasi dalam R&D konsistensi teknis adalah prasyarat untuk mewujudkan potensi keberlanjutan dan ketahanan ekonomi komunitas.

Kata kunci: Pewarna Alami, Stabilitas Optik, Kesejahteraan Sosial Ekonomi.

PENDAHULUAN

Transisi global menuju paradigma industri yang berkelanjutan telah memicu minat besar terhadap penggunaan material berbasis alam, terutama dalam sektor pewarnaan (Okyranida, dkk., 2024). Pewarna alami, yang didefinisikan sebagai zat warna yang diperoleh dari organisme hidup seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, menawarkan alternatif ramah lingkungan bagi pewarna sintetis yang seringkali bersifat karsinogenik dan sulit terurai secara hayati (Yuniati, dkk., 2024) (Lestari & Permatasari, 2023). Di Indonesia, sejarah penggunaan pewarna alami berakar kuat dalam tradisi wastra nusantara, mulai dari penggunaan tarum untuk warna biru hingga kayu secang untuk warna merah. Namun, dominasi pewarna sintetis sejak revolusi industri telah menggeser posisi pewarna alami ke pasar ceruk, terutama karena keterbatasan teknis dalam hal intensitas warna dan ketahanan luntur.

Permasalahan utama yang dihadapi oleh industri pewarna alami terletak pada kompleksitas struktur kimianya yang sangat sensitif terhadap faktor lingkungan. Secara optik, fenomena warna pada zat alami dihasilkan oleh interaksi cahaya dengan gugus kromofor. Tantangan stabilitas muncul ketika faktor-faktor seperti radiasi ultraviolet (UV), fluktuasi derajat keasaman (pH), dan paparan suhu tinggi memicu degradasi fotokimia dan oksidatif pada molekul pigmen (Okyranida & Maghfiroh, 2024). Hal ini mengakibatkan terjadinya pemucatan warna atau perubahan rona (*hue shift*) yang tidak diinginkan, yang seringkali menjadi penghalang bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) untuk memasok kebutuhan industri skala besar yang mensyaratkan konsistensi produk yang ketat.

Dalam konteks rekayasa kimia, wawasan mengenai mekanisme pengikatan warna melalui proses *mordanting* menjadi sangat relevan. Penggunaan bahan seperti natrium asetat bukan sekadar sebagai mordan, melainkan juga sebagai sistem penyangga (*buffer*) yang menstabilkan pH selama proses pencelupan berlangsung. Selain itu, teknologi terkini seperti integrasi nanopartikel Seng Oksida (ZnO) sebagai filter UV fungsional dan teknik *spray drying* untuk enkapsulasi pigmen menawarkan potensi besar untuk mengatasi inkonsistensi fisik dan kimiawi pewarna alami.

Secara sosiologis dan ekonomis, revitalisasi pewarna alami membawa dampak signifikan terhadap kesejahteraan masyarakat (Ende, dkk., 2025). Sektor ini tidak hanya mendukung pelestarian warisan budaya, tetapi juga mengintegrasikan sektor pertanian lokal ke dalam rantai nilai industri kreatif, yang pada gilirannya berkontribusi pada Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) (Arumsari, dkk., 2018). Keamanan pewarna alami bagi kesehatan konsumen, khususnya dalam industri pangan, farmasi, dan mainan anak, menjadi keunggulan kompetitif utama yang mendasari pertumbuhan pasar organik di masa depan (Nugraheni, 2012). Artikel ini bertujuan untuk merangkum kajian teoritik mengenai prinsip optik pewarna alami, menganalisis solusi inovasi rekayasa kimia untuk stabilitas teknis, serta mengevaluasi kontribusi multidimensionalnya terhadap ketahanan ekonomi nasional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode kajian literatur sistematis (*systematic literature review*). Fokus utama adalah pada pengumpulan, evaluasi, dan sintesis data dari berbagai artikel penelitian ilmiah yang relevan dengan topik prinsip optik pewarna alami, inovasi stabilitas teknis, dan dampak sosial ekonomi. Penelusuran data dilakukan melalui pangkalan data jurnal ilmiah terakreditasi seperti Sinta, *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan MDPI.

Kriteria inklusi dalam pemilihan literatur meliputi: (1) artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir untuk menjaga kemutakhiran data; (2) fokus pada mekanisme kimiawi pigmen alami seperti antosianin, betalain, dan karotenoid; (3) membahas penggunaan nanopartikel ZnO dan teknologi *spray drying* dalam aplikasi pewarna; serta (4) mengandung data statistik atau analisis mengenai kontribusi ekonomi kreatif terhadap PDRB regional. Proses ekstraksi data dilakukan dengan teknik baca dan catat, di mana informasi kunci dari setiap artikel dikategorikan ke dalam tabel instrumen data untuk mempermudah analisis lintas tema.

Analisis data dilakukan secara naratif dengan membandingkan temuan dari berbagai studi untuk mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*) dan pola konsistensi hasil. Sebagai contoh, efektivitas

mordan natrium asetat dibandingkan dengan mordan logam lainnya dianalisis melalui parameter ketahanan luntur dan stabilitas pH yang dilaporkan dalam berbagai eksperimen terkontrol. Validasi hasil dilakukan melalui triangulasi sumber, di mana data sekunder dari laporan Badan Pusat Statistik (BPS) digunakan untuk memperkuat analisis dampak ekonomi yang ditemukan dalam literatur akademis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fenomena warna pada bahan alam merupakan manifestasi dari interaksi cahaya tampak dengan molekul pigmen yang memiliki struktur kimia spesifik. Inti dari fenomena ini adalah keberadaan gugus kromofor, yaitu sistem atom yang mengandung elektron π yang terdelokalisasi melalui ikatan rangkap terkonjugasi. Ketika radiasi elektromagnetik mengenai molekul tersebut, elektron pada orbital tertinggi yang terisi (HOMO) menyerap energi foton untuk berpindah ke orbital terendah yang tidak terisi (LUMO). Besarnya celah energi (*band gap*) ini menentukan panjang gelombang cahaya yang diserap; cahaya yang tidak diserap akan dipantulkan atau diteruskan, yang kemudian ditangkap oleh mata sebagai warna tertentu (Pratiwi, 2022).

Dalam kimia organik pewarna, struktur kromofor seringkali berhubungan dengan cincin aromatik dan gugus fungsional seperti hidroksil (-OH) atau metil (-CH₃) yang bertindak sebagai auksokrom, yaitu gugus yang dapat menggeser panjang gelombang serapan dan meningkatkan intensitas warna. Misalnya, pada kelompok pigmen antosianin, rona warna sangat dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil pada cincin B; penambahan hidroksil akan menggeser warna ke arah biru (batokromik), sementara metilasi akan menggesernya kembali ke arah merah.

Tabel 1. Karakteristik Gugus Kromofor pada Pewarna Alami

Kelompok Pigmen	Struktur Kimia Utama	Panjang Gelombang Serapan (λ_{max})	Warna Dominan
Antosianin	Flavylium cation	510 - 550 nm	Merah - Ungu
Betalain	Betalamic acid derivative	532 - 554 nm	Merah - Kuning
Karotenoid	Polyene chain	400 - 500 nm	Kuning-Oranye
Klorofil	Porphyrin ring	430 & 660 nm	Hijau

Analisis optik juga melibatkan pemahaman mengenai energi celah pita pada material pelindung seperti ZnO. Persamaan energi foton menunjukkan hubungan terbalik antara energi dan panjang gelombang. Pewarna alami dikenal karena sensitivitasnya yang ekstrem terhadap perubahan lingkungan, yang secara langsung berdampak pada stabilitas kromofornya. Masalah paling kritis adalah fotodegradasi, di mana paparan sinar UV atau lampu menyebabkan pemutusan ikatan kimia dalam sistem konjugasi. Proses ini seringkali diawali dengan pembentukan radikal bebas yang menyerang gugus reaktif pada pewarna, mengakibatkan penurunan nilai absorbansi yang terukur melalui spektrofotometri.

Stabilitas terhadap pH merupakan faktor penentu utama dalam aplikasi praktis, terutama bagi pigmen seperti antosianin yang bersifat amfoter. Pada kondisi sangat asam (pH 1-3), antosianin berada dalam bentuk kation flavilium yang paling stabil dan berwarna merah cerah. Seiring meningkatnya pH menuju netral atau basa, terjadi transformasi struktural menjadi basa karbinol yang tidak berwarna, kemudian menjadi kalkon, dan akhirnya menjadi produk degradasi berwarna kecoklatan.

Tantangan termal juga tidak kalah signifikan, pemanasan di atas suhu optimal memicu reaksi hidrolisis pada ikatan glikosidik, yang memisahkan bagian gula dari aglikon. Pada betalain, pemanasan yang terlalu lama menyebabkan perubahan warna dari merah menjadi kuning karena pembentukan asam betalamic yang tidak tahan panas (Fatjria, dkk., 2023). Pigmen Betalain sebagai Sumber Pewarna Alami dan Stabilitasnya terhadap Pengaruh Lingkungan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 13(1), 1-7.. Hal ini menunjukkan perlunya kontrol suhu yang ketat dalam proses ekstraksi dan aplikasi industri.

Dalam industri tekstil, pewarna alami seringkali memiliki afinitas yang rendah terhadap serat selulosa seperti katun karena kurangnya gugus reaktif untuk berikatan secara kovalen (Riani, dkk., 2023). Di sinilah peran mordan menjadi krusial sebagai agen pengikat atau jembatan kimia. Natrium

asetat (CH_3COONa) telah muncul sebagai komponen inovatif dalam formulasi mordan karena kemampuannya bertindak sebagai garam penyangga (*buffer*) sekaligus agen perata (*leveling agent*).

Mekanisme penyangga natrium asetat memungkinkan larutan pewarna mempertahankan pH pada rentang asam lemah (sekitar 4,5 - 5,6), yang merupakan kondisi ideal untuk menjaga stabilitas banyak pigmen organik tanpa merusak struktur mekanis serat kain. Selain itu, dalam pembuatan aluminium asetat (mordan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan aluminium sulfat), natrium asetat digunakan untuk bereaksi dengan tawas, menghasilkan mordan yang memberikan hasil warna lebih stabil dan merata pada kain.

Eksperimen pada teknik *ecoprint* menunjukkan bahwa penggunaan natrium asetat memberikan stabilitas warna yang lebih baik dibandingkan penggunaan tawas tunggal, meskipun ketajaman warnanya mungkin sedikit lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh sifat natrium asetat yang meningkatkan dispersi pewarna ke dalam serat secara perlahan, mencegah terjadinya penumpukan pigmen yang tidak merata atau "bercak" pada kain.

Tabel 2. Perbedaan Stabilitas Warna

Parameter Pengujian	Tawas (Aluminium Sulfat)	Natrium Asetat	Tunjung (Fero Sulfat)
Ketahanan Luntur (Pencucian)	Baik (Skala 4-5)	Cukup (Skala 3-4)	Sangat Baik (Skala 5)
Stabilitas pH	Tidak Stabil (Cenderung Asam)	Sangat Stabil (Buffer)	Tidak Stabil
Efek Warna	Terang / Asli	Lembut / Stabil	Gelap / Earthy
Dampak Lingkungan	Rendah	Sangat Rendah	Sedang

Lompatan teknologi dalam preservasi pewarna alami dicapai melalui integrasi nanoteknologi, khususnya penggunaan nanopartikel Seng Oksida (ZnO). ZnO merupakan material semikonduktor dengan sifat elektrooptik yang unik; ia memiliki kemampuan untuk menyerap radiasi UV secara efisien melalui mekanisme eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Dalam aplikasi tekstil, nanopartikel ZnO bertindak sebagai "tabir surya" bagi serat dan pewarna, mengubah energi UV yang merusak menjadi energi panas yang tidak berbahaya melalui proses fisikokimia.

Penelitian menunjukkan bahwa pelapisan kain katun yang telah diwarnai dengan indigo alami menggunakan dispersi nanopartikel ZnO pada konsentrasi 500 ppm dapat secara drastis menurunkan laju kepudaran warna (*photofading*) setelah paparan UV selama 200 jam. Ukuran partikel yang berada dalam skala nano memungkinkan distribusi yang sangat merata pada permukaan serat, menciptakan lapisan pelindung transparan yang tidak mengganggu kecerahan visual warna asli. Selain perlindungan UV, ZnO juga memberikan fungsi tambahan berupa sifat antibakteri dan *self-cleaning*, yang menambah nilai jual produk tekstil alami di pasar global.

Sintesis ZnO melalui metode *sol-gel* atau *green synthesis* menggunakan ekstrak tumbuhan (seperti daun mimba atau kulit delima) menawarkan rute produksi yang lebih aman dan berkelanjutan. Metode ini tidak hanya menghasilkan partikel dengan stabilitas tinggi, tetapi juga mengurangi risiko toksisitas yang sering dikaitkan dengan sintesis kimia konvensional, sehingga produk akhir tetap aman untuk kontak kulit manusia.

Salah satu kendala terbesar bagi UMKM pewarna alami adalah masalah logistik dan inkonsistensi produk dalam bentuk ekstrak cair yang mudah rusak. Teknologi *spray drying* (pengeringan semprot) menjadi solusi rekayasa yang vital untuk mentransformasi cairan pigmen menjadi bubuk yang stabil.¹ Prinsip kerja metode ini melibatkan atomisasi cairan pewarna bersama dengan bahan pengisi (*filler*) atau bahan dinding (*wall material*) ke dalam aliran udara panas secara kilat. Maltodekstrin dan gum arab adalah bahan dinding yang paling sering digunakan karena kemampuannya membentuk matriks pelindung yang menjebak molekul pewarna di dalamnya (enkapsulasi).⁶ Proses ini secara efektif melindungi pigmen dari oksidasi dan kelembapan lingkungan. Sebagai contoh, enkapsulasi antosianin ubi ungu dan maltodekstrin 5% menghasilkan serbuk dengan retensi antosianin mencapai 968 mg/kg dan kadar air yang sangat rendah, memungkinkannya untuk disimpan dalam waktu lama tanpa degradasi warna yang berarti. Penerapan *spray drying* memberikan tiga keuntungan utama bagi industri: (1) Standarisasi intensitas warna per unit berat, yang memudahkan formulasi produk akhir; (2) Pengurangan biaya logistik karena berat dan volume yang lebih rendah;

serta (3) Peningkatan umur simpan (*shelf life*) produk dari hitungan hari menjadi tahunan. Teknologi ini merupakan prasyarat bagi pewarna alami untuk dapat bersaing dalam rantai pasok industri pangan dan farmasi yang membutuhkan ketelitian dosis tinggi.

Revitalisasi pewarna alami tidak hanya berdampak pada teknis industri, tetapi juga menjadi motor penggerak kesejahteraan sosial ekonomi yang signifikan (Irbah & Nasikhah, 2025). Pemanfaatan sumber daya lokal untuk pewarna mendorong pemberdayaan masyarakat, terutama di daerah pedesaan di mana tumbuhan sumber pewarna tumbuh subur. Di wilayah seperti Sumba dan Nusa Tenggara Barat, industri tenun ikat berbasis pewarna alami telah menjadi pendapatan utama bagi banyak rumah tangga, mengintegrasikan kearifan lokal dengan nilai ekonomi modern (Aysa, 2020)(Khumair & Yazid, 2025).

Data menunjukkan bahwa sektor ekonomi kreatif, yang mencakup subsektor fesyen dan kriya sebagai pengguna utama pewarna alami, memberikan kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan regional. Di NTB, sektor ekonomi kreatif mencatat pertumbuhan nilai absolut yang konsisten dari tahun ke tahun, dengan penyerapan tenaga kerja yang mencapai ratusan ribu orang pada lapangan usaha industri pengolahan (Syahbudi & Ma, 2021). Secara nasional, ekonomi kreatif menyumbang sekitar 7,4% terhadap PDB Indonesia pada tahun 2023, subsektor kriya dan fesyen menempati posisi tiga besar bersama kuliner.

Pewarna alami juga menciptakan efisiensi dalam rantai nilai pertanian. Bagian tanaman yang sebelumnya dianggap limbah, seperti kulit buah naga atau daun jati kering, kini memiliki nilai ekonomi sebagai bahan baku ekstraksi (Fatimah, 2020). Hal ini mendukung model ekonomi sirkular yang tidak hanya meningkatkan pendapatan petani tetapi juga menjaga kelestarian ekosistem pertanian. Selain itu, pengurangan ketergantungan pada pewarna sintetis impor membantu menghemat devisa negara dan memperkuat ketahanan ekonomi nasional di tengah fluktuasi pasar global.

Keunggulan komparatif pewarna alami yang paling tak terbantahkan adalah profil keamanannya. Dalam industri pangan dan farmasi, penggunaan pewarna alami seperti kurkumin atau antosianin diatur secara ketat oleh BPOM untuk menjamin kesehatan konsumen dan menghindari risiko toksisitas yang sering ditemukan pada zat sintetis terlarang seperti Rhodamin B. Sifat non-toksik ini menjadikan pewarna alami sebagai standar emas untuk produk-produk yang bersentuhan langsung dengan kelompok rentan, terutama anak-anak.

Penelitian dalam psikologi perkembangan menunjukkan bahwa warna-warna cerah dari bahan alam memiliki peran krusial dalam menstimulasi persepsi visual dan kapasitas memori anak usia dini (Hidayana, dkk. 2024). Penggunaan warna-warna hangat seperti kuning dan oranye pada mainan anak dapat merangsang pemikiran kreatif dan mendukung perkembangan kognitif secara keseluruhan (Hidayana & Purnamasari, 2023) (Ratna & Watini, 2022). Selain itu, mainan berkelanjutan yang menggunakan pewarna alami memberikan aspek edukasi tambahan, di mana anak-anak diperkenalkan pada konsep keberlanjutan dan cinta lingkungan sejak dini (Dewi, 2020) (Rozi & Khomsatun, 2019).

Tabel 3. Dampak Pewarna Alami

Sektor Industri	Manfaat Utama Pewarna Alami	Dampak Kesejahteraan
Pangan	Bebas toksin, mengandung antioksidan	Kesehatan masyarakat meningkat
Farmasi	Aman bagi organ (hati/ginjal), non-alergi	Keamanan konsumsi obat jangka panjang
Mainan Anak	Non-karsinogenik, stimulasi visual	Perkembangan kognitif optimal
Tekstil (Fesyen)	Ramah lingkungan, nilai seni tinggi	Pemberdayaan perajin lokal

Penerapan pewarna alami pada mainan juga mengatasi kekhawatiran orang tua terhadap risiko tertelannya zat kimia berbahaya dari cat mainan yang mengelupas. Dengan sifatnya yang mudah terdegradasi secara alami (*biodegradable*), limbah dari industri ini pun tidak mencemari lingkungan, menciptakan ekosistem industri yang benar-benar bersih dan mendukung kesejahteraan generasi masa depan.

PENUTUP

Kajian ini menunjukkan bahwa pewarna alami memiliki potensi multidimensional yang sangat besar untuk diintegrasikan ke dalam industri modern yang berkelanjutan. Secara optik, meskipun

pewarna alami memiliki keterbatasan pada stabilitas kromofor, inovasi rekayasa kimia seperti penggunaan nanopartikel ZnO dan teknologi *spray drying* telah terbukti mampu mengatasi hambatan teknis tersebut. ZnO memberikan perlindungan fotokimia yang sangat efisien terhadap radiasi UV, sementara *spray drying* memungkinkan standarisasi produk serbuk yang konsisten dan tahan lama, memfasilitasi UMKM untuk masuk ke rantai pasok global.

Secara sosial ekonomi, revitalisasi pewarna alami memberikan kontribusi signifikan terhadap PDRB regional dan nasional melalui subsektor ekonomi kreatif seperti kriya dan fesyen. Sektor ini juga berfungsi sebagai instrumen pemberdayaan masyarakat, peningkatan pendapatan rumah tangga perajin, dan integrasi sektor pertanian lokal. Keamanan pewarna alami bagi kesehatan konsumen, terutama dalam mendukung perkembangan kognitif anak melalui mainan, menjadikannya pilihan unggul yang selaras dengan tren gaya hidup sehat dan etika lingkungan global.

Untuk meningkatkan adopsi massal pewarna alami, disarankan adanya penguatan kolaborasi antara akademisi, industri, dan pemerintah dalam hal standarisasi teknik ekstraksi dan enkapsulasi. Investasi dalam penelitian dan pengembangan (R&D) harus difokuskan pada optimalisasi konsistensi warna antar *batch* dan pengembangan varietas tanaman sumber warna yang lebih produktif. Selain itu, pemerintah perlu memberikan kemudahan akses permodalan dan fasilitasi sertifikasi keamanan produk bagi UMKM untuk meningkatkan daya saing mereka di pasar internasional. Edukasi publik mengenai keunggulan kesehatan dan lingkungan dari pewarna alami juga perlu terus digalakkan untuk menciptakan permintaan pasar yang lebih kuat dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arumsari, A., Sachari, A., & Kusmara, A. R. (2018). Pemanfaatan Pewarna Alam sebagai Trend Baru pada Fashion Brands di Indonesia. *Jurnal Rupa*, 3(2), 115-129.
- Aysa, I. R. (2020). Strategi pengembangan ekonomi kreatif di era digital. *Jurnal At-Tamwil: Kajian Ekonomi Syariah*, 2(2), 121-138.
- Dewi, I. A. P. R. N. (2020). Pengembangan media flashcard untuk meningkatkan kemampuan mengenal warna pada anak usia dini. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 3(3), 491-497.
- Ende, F. U., Timba, M. K., Duka, Y. H., Nugrohowardhani, R. L. K. R., Ramompas, Y., & Ndamunamu, M. (2025). Revitalisasi Pewarna Alami Dalam Industri Tenun Ikat Sebagai Penggerak Ekonomi Rumah Tangga:(Studi Kasus Di Kelurahan Lambanapu Dan Desa Kambatatana). *Jurnal Neo Societal*, 10(4), 228-239.
- Fatimah, I. (2020). Sintesis Komplek Alumunium Berbasis Ekstrak Daun Jati untuk Aplikasi Pewarna Kulit Nila.
- Fatjria, R. B., Nurtiana, W., Ningtias, D. A., Dewi, A. R., Subianto, S., Alhazazie, N., & Siburian, G. (2023). Pigmen Betalain sebagai Sumber Pewarna Alami dan Stabilitasnya terhadap Pengaruh Lingkungan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 13(1), 1-7.
- Hidayana, D., & Purnamasari, D. A. F. (2023). Peningkatan Kemampuan Anak dalam Mengenal Warna dengan Menggunakan Media Balok di TK PGRI Al Hidayah. *Zuriah Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 1(2), 62-68.
- Hidayana, D., Izzah, I., & Kiromi, I. H. (2024). Peningkatan Kemampuan Anak dalam Mengenal Warna dengan Menggunakan Media Balok pada Anak Usia Dini. *Journal of Education Research*, 5(2), 1097-1104.
- Irbah, R., & Nasikhah, M. R. (2025). Pengaruh Jenis Mordan dalam Pembuatan Eco Print pada Hasil Jadi Scarf. *Edukasi Elita: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 2(4), 73-84.
- Khumair, M., & Yazid, M. (2025). Analisis peran ekonomi kreatif dalam pemberdayaan masyarakat lokal: Studi literatur kualitatif terhadap perkembangan industri kreatif di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kreatif Indonesia*, 3(3), 156-169.
- Lestari, E. B., & Permatasari, K. A. N. (2023). PEMANFAATAN PEWARNA ALAM DALAM MENGHASILKAN KARYA FESYEN: Studi Kasus Produk Busana Casual Pria dan Wanita. *Jurnal Da Moda*, 4(2), 53-64.
- Nugraheni, M. (2012). Pewarna alami makanan dan potensi fungsionalnya. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 7(1).
- Okyranida, I. Y., & Maghfiroh, Q. (2024, December). Eksplorasi Gelombang Panas pada Proses Pengeringan Batik Tulis. In *SINASIS (Seminar Nasional Sains)* (Vol. 5, No. 1).

- Okyranida, I. Y., Maghfiroh, Q., & Bhakti, Y. B. (2024). Kajian Etnosains pada Batik Lasem sebagai Nilai Ilmiah Terintegrasi Budaya Lokal. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 5(1), 82-88.
- Pratiwi, S. W. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis Perak Fosfat (Ag_3PO_4) Menggunakan Metode Kopresipitasi dan Aktivitas Degradasi Zat Warna Methylene Blue (MB).
- Ratna, S., & Watini, S. (2022). Implementasi Model Asyik Dalam Pembelajaran Mengenal Konsep Warna Pada Anak Usia Dini. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 8(3), 1737-1746.
- Riani, S., Syamswisna, S., & Mardiyyaningsih, A. N. (2023). Studi Etnobotani Tumbuhan Pewarna Alami di Desa Raut Muara Kabupaten Sanggau. *EKOTONIA: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi*, 8(2), 62-71.
- Rozi, F., & Khomsatun, K. (2019). Rancang bangun game edukasi pengenalan warna untuk pendidikan anak usia dini menggunakan adobe flash berbasis android. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 4(1), 12-18.
- Syahbudi, M., & Ma, S. E. I. (2021). *Ekonomi Kreatif Indonesia: Strategi Daya Saing UMKM Industri Kreatif Menuju Go Global (Sebuah Riset Dengan Model Pentahelix)*. Merdeka Kreasi Group.
- Yuniati, Y., Handarini, K., & Rahmiati, R. (2024). Studi Pustaka: Ekstraksi Pewarna Alami dari Tanaman di Indonesia. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 1099-1111.