

LIPIDA

JURNAL TEKNOLOGI PANGAN DAN AGROINDUSTRI PERKEBUNAN

<https://jurnal.politap.ac.id/index.php/lipida>

Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Dasar Tinta Batik Hitam Melalui Proses Pirolisis: Analisis Kepekatan Warna dan Potensi Ramah Lingkungan

Putri Uniqa Hapsari¹, Heribertus Rudi Kusumantoro¹, Emmidia Djonaedi¹

¹Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kawasan Universitas Indonesia, Kelurahan Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, 16425, Indonesia.

email: putriuniqahapsari@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima 7 Juni 2025
Disetujui 2 Oktober 2025
Di Publikasi Oktober 2025

Kata kunci:
Kepekatan Warna,
Pirolisis, Sabut Kelapa,
Tinta Batik Hitam

Abstrak

Batik adalah warisan budaya Indonesia yang diakui dunia, tetapi industri batik masih bergantung pada pewarna sintetis yang mencemari lingkungan, terutama pencemaran air. Penelitian ini bertujuan mengembangkan tinta batik hitam alami dari sabut kelapa melalui pirolisis dan menganalisis kepekatan warnanya. Proses ini dilakukan dengan memanaskan sabut kelapa pada suhu 150–250°C untuk menghasilkan arang, yang kemudian dihaluskan menjadi pigmen. Pigmen dicampur dengan aquades (variasi 1–7 gram pigmen dan 6–12 mL aquades) dan diuji kekuatannya menggunakan spektrodensitometer. Hasil penelitian menunjukkan formulasi 6 gr pigmen dan 11 mL aquades menghasilkan kepekatan tertinggi (2,68). Rata-rata kepekatan semua dari semua sampel mencapai 2,57, menunjukkan konsistensi kualitas pigmen. Penelitian ini membuktikan bahwa rasio pigmen dan pelarut memengaruhi intensitas warna, sekaligus memberikan solusi ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah sabut kelapa sebagai pewarna alami yang bernilai ekonomi.

Utilization of Coconut Fiber as a Basic Material for Black Batik Ink Through the Pyrolysis Process: Analysis of Color Concentration and Environmentally Friendly Potential

Keywords:
Color Density, Pyrolysis,
Coconut Fiber, Black
Batik Ink

Abstract

Batik is a world-recognized cultural heritage of Indonesia, but the batik industry still relies on synthetic dyes that pollute the environment, especially water pollution. This study aims to develop natural black batik ink from coconut fiber through pyrolysis and analyze its color density. The process is carried out by heating coconut fiber at 150–250°C to produce charcoal, which is then pulverized into pigments. The pigments were mixed with distilled water (variation of 1–7 g pigment and 6–12 mL distilled water) and tested for density using a spectrodensitometer. The results showed that the formulation of 6 grams of pigment and 11 mL of distilled water produced the highest concentration (2.68). The average concentration of all samples reached 2.57, indicating the consistency of pigment quality. This study proves that the ratio of pigment and solvent affects color density, while providing an environmentally friendly solution by utilizing coconut fiber waste as a natural dye with economic value.

PENDAHULUAN

Batik telah lama menjadi salah satu warisan budaya Indonesia yang diakui secara internasional. Pada tahun 2009, UNESCO secara resmi menetapkan batik sebagai Warisan Budaya Takbenda (*Intangible Cultural Heritage*), pengakuan yang menegaskan pentingnya batik dalam identitas budaya bangsa Indonesia [1]. Batik tidak hanya sekadar kain bermotif, tetapi juga mencerminkan nilai-nilai filosofis, simbolis, dan historis yang mendalam. Proses pembuatan batik melibatkan pembuatan motif dan pemilihan bahan, terutama pewarna yang digunakan. Baik pewarna alami maupun sintetis memengaruhi kualitas, keindahan, dan daya tahan batik. Namun, dampak negatifnya terhadap lingkungan sangat besar, terutama karena limbahnya yang sulit terurai dan berpotensi mencemari air [2]. Menyikapi hal ini, terjadi pergeseran tren global menuju praktik pewarnaan yang lebih berkelanjutan. Faktor pendorongnya antara lain meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan, risiko kesehatan dari bahan kimia sintetis, serta ketersediaan sumber daya alam yang mendukung. Pewarna alami kini semakin diminati karena dinilai lebih ramah lingkungan, mudah terurai (*biodegradable*), dan mampu meminimalisir jejak ekologis dari industri batik [3].

Data menunjukkan dalam kurun waktu 2018 hingga 2024, terjadi peningkatan minat terhadap pewarna alami sebesar 11% setiap tahunnya [4]. Peningkatan ini mencerminkan perubahan preferensi konsumen yang semakin mengutamakan produk-produk ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta meningkatnya kesadaran akan dampak negatif pewarna sintetis terhadap kesehatan dan lingkungan. Sumber pewarna alami ini umumnya berasal dari berbagai bagian tumbuhan, seperti daun, kulit kayu, dan buah-buahan, yang lebih berkelanjutan dibandingkan pewarna sintetis. Namun, pengembangan pewarna alami masih menghadapi beberapa kendala teknis, terutama keterbatasan dalam variasi warna. Salah satu tantangan terbesar adalah keterbatasan variasi warna, terutama dalam menghasilkan warna hitam yang pekat dan tahan lama. Warna hitam alami cenderung kurang intensif dibandingkan dengan pewarna sintetis. Sebuah penelitian terbaru mengungkapkan bahwa pemanfaatan buah *mangrove* sebagai sumber pewarna alami untuk batik masih menghadapi kendala teknis yang signifikan, khususnya dalam upaya menghasilkan warna hitam yang memiliki tingkat kepekatan dan ketahanan setara dengan pewarna sintetis [5].

Kesadaran akan pentingnya pemanfaatan limbah organik terus meningkat, membuat banyak penelitian mulai mengembangkan limbah biomassa sebagai bahan baku. Salah satu limbah organik yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah sabut kelapa. Indonesia sebagai produsen kelapa terbesar di dunia menghasilkan sekitar 18,98 juta ton kelapa per tahun, dan sekitar 35% dari berat buah kelapa tersebut berupa sabut kelapa [6]. Angka ini sangat signifikan mengingat selama ini sabut kelapa belum dimanfaatkan secara maksimal dan seringkali hanya dibuang sebagai sampah. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa sabut kelapa memiliki potensi sebagai sumber pewarna alami yang efektif melalui proses ekstraksi yang tepat. Namun, pemanfaatan sabut kelapa di Indonesia masih terbatas, dengan sebagian besar limbah ini hanya dibakar atau dibiarkan membusuk. Padahal, kandungan lignin dan selulosa yang tinggi dalam sabut kelapa memungkinkan untuk diolah menjadi arang atau karbon aktif melalui proses pirolisis [7].

Pirolisis adalah salah satu teknologi termokimia yang penting dalam pengolahan biomassa, di mana proses ini melibatkan pemanasan bahan organik pada suhu tinggi (biasanya antara 300-800°C) dengan sedikit atau tanpa kehadiran oksigen [8]. Proses ini memungkinkan pemecahan struktur kimia bahan organik menjadi produk-produk seperti gas, cairan (*bio-oil*), dan padatan (*biochar* atau arang) [9]. Melalui proses pirolisis, mengubah sabut kelapa menjadi karbon berwarna hitam pekat yang berpotensi sebagai pigmen untuk tinta batik. Inovasi ini tidak hanya menawarkan solusi pewarna alami yang lebih berkelanjutan, tetapi juga membantu mengurangi limbah organik. Selain itu, pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan baku tinta batik dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah tersebut, mendukung industri kreatif lokal, dan memberdayakan masyarakat di daerah penghasil kelapa.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh [3] membuktikan bahwa pemanfaatan sabut kelapa yang telah menjadi ekstrak dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada kain batik. Namun demikian, meskipun sudah ada penelitian pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan pewarna alami, tetapi belum ada penelitian yang membahas pembuatan tinta batik berwarna hitam menggunakan bahan dasar sabut kelapa melalui metode pirolisis.

Dengan latar belakang tersebut, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan mengembangkan potensi sabut kelapa sebagai bahan baku utama dalam pembuatan tinta batik berwarna hitam melalui penerapan metode pirolisis. Selain itu, penelitian ini juga akan menganalisis karakteristik tinta yang dihasilkan, khususnya kepekatan warna (*density*). Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu

memberikan solusi yang ramah lingkungan dibandingkan penggunaan pewarna sintetis serta dapat membuka peluang dalam pengembangan produk batik yang berkelanjutan dengan memanfaatkan limbah sabut kelapa dan berpotensi memberikan nilai tambah baik dari segi ekonomi maupun lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan tinta batik alami berbasis karbon dari sabut kelapa melalui proses pirolisis dan pengujian karakteristik warna. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium dengan variabel bebas berupa jumlah pigmen karbon dari sabut kelapa (1–7 gram), variabel terikat adalah nilai kepekatan warna (*density*) tinta, dan variabel kontrol meliputi komposisi *gum arabic* (2 gram), tepung kanji (2 gram), dan volume aquades (6–12 mL sesuai variasi). Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu proses pirolisis sabut kelapa, pengolahan karbon menjadi pigmen, formulasi tinta batik, serta pengujian karakteristik kepekatan warna. Semua tahapan eksperimen dilakukan dengan alat sederhana namun sesuai fungsi, seperti oven tangkring, kaleng bekas, *mortar* dan *pestle*, saringan *mesh* 100, gelas ukur, timbangan digital, dan spektrodensitometer. Metode ini mengintegrasikan pemanfaatan limbah pertanian (sabut kelapa) sebagai bahan alami yang potensial dalam menghasilkan tinta ramah lingkungan. Selain mendukung prinsip keberlanjutan, metode ini diharapkan dapat menjadi alternatif dari penggunaan tinta sintetis yang berdampak buruk terhadap lingkungan [10]. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir

Proses Pirolisis Sabut Kelapa

Tahapan pertama yaitu pirolisis sabut kelapa dilakukan untuk memperoleh karbon sebagai bahan dasar pigmen tinta. Sabut kelapa yang telah dibersihkan dan dikeringkan dimasukkan ke dalam kaleng bekas yang telah dilubangi dan kemudian diletakkan dalam oven tangkring (oven kompor) yang dipanaskan dengan suhu berkisar antara 150°C hingga 250°C. Pemanasan dilakukan selama 2 jam dengan pemantauan suhu setiap 5 menit menggunakan termometer oven guna memastikan kestabilan suhu selama proses pirolisis berlangsung. Proses ini terdapat pada Gambar 2. Setelah pemanasan selesai, kaleng

dibiarkan dingin dan arang hasil pirolisis dikeluarkan. Proses ini mengacu pada metode pirolisis lambat [11], yang menyebutkan bahwa proses ini menghasilkan arang dengan kadar karbon tinggi yang ideal untuk digunakan sebagai pigmen. Hasil dari proses pirolisis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Proses Pirolisis Sabut Kelapa
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 3. Hasil Sabut Kelapa Menjadi Arang
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Pengolahan Karbon Menjadi Pigmen

Berikutnya, arang hasil pirolisis sabut kelapa akan diolah menjadi pigmen karbon. Pertama, arang dari sabut kelapa yang telah didinginkan kemudian dihancurkan secara manual menggunakan *mortar* dan *pestle* hingga menjadi bubuk halus yang tersedia pada Gambar 4. Setelah itu, bubuk arang disaring menggunakan saringan berukuran 100 *mesh* untuk memastikan ukuran partikel yang seragam. Proses penyaringan ini dilakukan agar pigmen yang dihasilkan memiliki konsistensi yang baik karena akan memengaruhi kualitas tintanya, proses ini dapat dilihat pada Gambar 5. Terakhir, pigmen hasil penyaringan disimpan dalam wadah kedap udara untuk mencegah kelembapan yang dapat menurunkan kualitasnya.



Gambar 4. Proses Penghancuran Karbon Menjadi Pigmen
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 5. Proses Pengolahan Karbon Menjadi Pigmen
(Sumber: Dokumen Pribadi, 20205)

Pembuatan Larutan Tinta Batik

Proses formulasi tinta dilakukan dengan mencampurkan bahan-bahan utama berupa pigmen karbon sabut kelapa, tepung kanji sebagai pengental [12], *gum arabic* sebagai pengikat [13], serta aquades sebagai pelarut [14]. Tinta diformulasikan dalam tujuh variasi berdasarkan jumlah pigmen, yaitu 1–7 gram, dengan jumlah aquades yang disesuaikan dari 6–12 mL. Pembuatan larutan gum arab dilakukan dengan mencampurkan 2 gram gum arab dan 18 mL aquades hangat, diaduk hingga larut sempurna. Larutan kanji dibuat dengan 2 gram tepung kanji dan 30 mL aquades panas hingga agak mengental. Kedua larutan kemudian dicampur dan diaduk merata sebelum pigmen karbon ditambahkan sesuai komposisi variasi yang terdapat pada Gambar 6. Tambahkan aquades agar tidak terlalu kental sesuai dengan komposisi yang sudah ditetapkan kemudian diaduk hingga merata. Setelah bahan tercampur merata, tinta disimpan dalam botol tertutup dan diletakkan di tempat sejuk dan kering. Hasil tinta terdapat pada Gambar 7.



Gambar 6. Proses Formulasi Tinta Batik
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 7. Hasil Pembuatan Larutan Tinta
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Pewarnaan Kain Batik

Proses ini dilakukan untuk melanjutkan ke tahap pengujian kepekatan warna yang dihasilkan tinta setelah diaplikasikan di kain. Langkah pertama, siapkan selembar kain mori dalam keadaan bersih. Kemudian siapkan tinta yang telah dibuat dan dituang ke wadah agar lebih mudah untuk proses pencelupan kain. Celupkan kain ke dalam wadah yang berisi tinta secara perlahan yang terdapat pada Gambar 8. Setelah kain sudah terendam, angkat kain dengan hati-hati dan jemur di dalam ruangan dengan suhu 27°C selama 24 jam hingga benar-benar kering. Setelah kain benar-benar kering, masukkan kain ke dalam plastik *ziplock* untuk menjaga kualitas warna sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut. Hasil dari proses pewarnaan kain dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Proses Pewarnaan Kain
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 9. Hasil Pewarnaan Kain
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

Pengujian Karakteristik Kepekatan Warna (*Density*)

Untuk menguji karakteristik tinta, khususnya kepekatan warna (*density*). Densitas merupakan parameter yang memengaruhi kualitas akhir produk cetakan, nilai densitas yang optimal akan menghasilkan cetakan dengan warna yang tajam dan sesuai kualitas yang diharapkan. Terdapat hubungan antara konsentrasi pigmen dengan nilai densitas, semakin tinggi konsentrasi pigmen maka semakin tinggi nilai densitas yang dihasilkan [15]. Pengujian ini dilakukan menggunakan spektrodensitometer *Techkon*. Spektrodensitometer ini bekerja dengan cara menempelkan sensor ke permukaan sampel dan membaca nilai densitas berdasarkan standar ISO 5-4, yang relevan dalam pengukuran intensitas warna pada permukaan bahan cetak [15]. Sebelum pengukuran dilakukan, alat dikalibrasi menggunakan white calibration tile. Setiap sampel tinta dari masing-masing variasi diuji, dan nilai *density* dicatat. Proses pengukuran terdapat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian Kepekatan Warna
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi antara pigmen hasil pirolisis sabut kelapa dan aquades terhadap tingkat kepekatan warna pada tinta yang dihasilkan. Untuk mendapatkan data yang akurat, pengukuran nilai densitas tinta dilakukan pada tujuh variasi komposisi. Seluruh hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kepekatan Warna (*Density*)

Tinta	Nilai <i>Density</i>
1	2.42
2	2.53
3	2.66
4	2.52
5	2.62
6	2.68
7	2.60
Rata-rata 2.57	
Keterangan:	
Tinta 1: Komposisi pigmen 1 gram dan aquades 6 mL	
Tinta 2: Komposisi pigmen 2 gram dan aquades 7 mL	
Tinta 3: Komposisi pigmen 3 gram dan aquades 8 mL	
Tinta 4: Komposisi pigmen 4 gram dan aquades 9 mL	
Tinta 5: Komposisi pigmen 5 gram dan aquades 10 mL	
Tinta 6: Komposisi pigmen 6 gram dan aquades 11 mL	
Tinta 7: Komposisi pigmen 7 gram dan aquades 12 mL	

Tabel 1. Hasil Pengujian Kepekatan Warna (*Density*)

Berdasarkan data diatas, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara komposisi pigmen dan aquades terhadap nilai kepekatan warna (*density*) tinta batik. Peningkatan jumlah pigmen dalam formulasi tinta secara konsisten menghasilkan nilai *density* yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa konsentrasi pigmen berperan penting dalam menentukan intensitas warna. Hal ini dapat diamati secara jelas pada Tinta 1 hingga Tinta 3, di mana terjadi peningkatan bertahap nilai *density* dari 2.42 menjadi 2.66 seiring dengan penambahan jumlah pigmen.

Namun, pada Tinta 4, terjadi penurunan nilai *density* menjadi 2.52 meskipun terjadi peningkatan jumlah pigmen menjadi 4 gr dan volume aquades menjadi 9 mL. Hal ini menunjukkan adanya ketidaklinieran hubungan antara konsentrasi pigmen dan nilai *density* pada komposisi tertentu. Penurunan ini diduga kuat terjadi karena perbandingan pigmen dan aquades yang tidak seimbang, membuat pigmen tidak tersebar merata dan akhirnya memengaruhi hasil pengukuran *density*.

Hasil penelitian menunjukkan tren peningkatan nilai *density* pada formulasi Tinta 5 hingga Tinta 6, dengan pencapaian nilai tertinggi sebesar 2.68 pada Tinta 6. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa komposisi pigmen dan aquades pada formula Tinta 6 telah mencapai titik optimal, interaksi antara partikel pigmen hasil pirolisis sabut kelapa dengan pelarut (aquades) terjadi secara efektif. Sementara itu, pada Tinta 7, meskipun terjadi peningkatan jumlah pigmen menjadi 7 gram dan volume aquades menjadi 12 mL, nilai *density* justru mengalami penurunan menjadi 2.60. Hal ini terjadi karena pigmennya terlalu banyak dibanding aquades, dengan penambahan pigmen melebihi kapasitas optimal pelarut menyebabkan terjadinya saturasi.

Berdasarkan dari keseluruhan data yang ada yang terdapat pada Tabel 1, menunjukkan nilai rata-rata kepekatan warna (*density*) sebesar 2,57, artinya bahwa secara keseluruhan pigmen hasil pirolisis sabut kelapa mampu menghasilkan tinta batik hitam dengan kualitas yang konsisten. Yang menariknya bahwa formulasi Tinta 6 dengan komposisi 6 gram pigmen hasil pirolisis sabut kelapa dan 11 mL aquades merupakan kombinasi optimal dalam produksi tinta batik hitam berbasis biomassa. Formulasi ini menghasilkan nilai kepekatan warna yang tertinggi 2.68. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan pigmen dan aquades-nya yang seimbang, sehingga warna yang dihasilkan tidak hanya pekat tetapi juga stabil.



Gambar 11. Grafik Kepekatan Warna Tinta pada Semua Variasi Komposisi
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang terdapat pada Gambar 11, dapat disimpulkan bahwa sabut kelapa berpotensi sebagai bahan dasar tinta batik hitam melalui proses pirolisis. Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa pigmen hasil pirolisis sabut kelapa mampu menghasilkan warna hitam yang cukup pekat dan stabil, dengan nilai rata-rata kepekatan warna (*density*) mencapai 2,57. Secara kuantitatif, formula paling optimal ditemukan pada kombinasi 6 gram pigmen dengan 11 mL aquades (Tinta 6), yang menghasilkan nilai kepekatan tertinggi sebesar 2,68. Secara kualitatif, hasil ini membuktikan bahwa keseimbangan komposisi pigmen dan aquades menjadi faktor kritis dalam menentukan kepekatan warna, di mana ketidakseimbangan rasio dapat berpengaruh terhadap intensitas warna.

Di samping itu, penggunaan sabut kelapa sebagai limbah biomassa memberikan solusi inovatif terhadap permasalahan limbah organik yang selama ini belum termanfaatkan secara maksimal. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pewarna sintetis berbahaya, tetapi juga meningkatkan nilai ekonomi limbah kelapa sekaligus mendukung industri batik ramah lingkungan. Berdasarkan penelitian diatas, sebenarnya hasil pengujian kepekatan warna dari tinta karbon sabut kelapa masih bisa dikembangkan dengan menambah jumlah pigmen dan bahan pendukung lainnya, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini terlaksana dengan tujuan mengembangkan formulasi tinta batik alami dengan memanfaatkan karbon sabut kelapa sebagai pigmen hitam melalui metode pirolisis serta menganalisis kepekatan warna tinta yang dihasilkan dalam menilai kualitas produk akhir. Dan terima kasih kepada seluruh pihak terlibat dan mendukung terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] B. R. Taufiqoh, I. Nurdevi, and H. Khotimah, "Batik Sebagai Warisan Budaya Indonesia," *Pros. SENASBASA*, pp. 58–65, 2018.
- [2] N. Apriyani, "Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya," *Media Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–29, 2018, doi: 10.33084/mitl.v3i1.640.
- [3] D. A. Sukmawati, A. M. Fuad, and A. Haerudin, "Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Fiksasi terhadap Kualitas Warna Kain Batik dengan Pewarna Alam Sabut Kelapa," *J. Tek. Kim. Vokasional*, vol. 2, no. 1, pp. 7–14, 2022, doi: 10.46964/jimsi.v2i1.1472.
- [4] H. Purwata, "Pewarna Alami Miliki Prospek Cerah di Pasaran Global," *Jurnal Republika*. [Online]. Available: <https://jurnal.republika.co.id/posts/130348/pewarna-alami-miliki-prospek-cerah-di-pasaran-global.com>
- [5] Wibowo DS Drajad, Thamrin Teguh, Farida Yushinta Eka, and Andriyani Santi, "Pemanfaatan Buah Mangrove sebagai Bahan Warna Alami Batik Studi Deskriptif pada Kelompok UMKM Batik Karimun Jawa Jepara Jawa Tengah," *Indones. J. Humanit. Soc. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 597–608, 2023.
- [6] E. W. Tyas and E. Zulaikha, "Pengembangan Material Serat Sabut Kelapa untuk Home Decor," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 108–112, 2019, doi: 10.12962/j23373520.v7i2.36573.
- [7] I. A. Samant and D. K. Gaikwad, "Optimization of natural dye extraction from coconut husk," *J. Exp. Biol. Agric. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 54–62, 2020, doi: 10.18006/2020.8(1).54.62.
- [8] N. Nasrun, E. Kurniawan, and I. Sari, "Studi Awal Produksi Bahan Bakar Dari Proses Pirolisis Kantong Plastik Bekas," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 5, no. 1, p. 30, 2017, doi: 10.29103/jtku.v5i1.77.
- [9] S. Biofeul, P. Dari, and L. Biomassa, "Sintesis biofeul (pona) dari limbah biomassa dengan proses pirolisis lambat," no. January, pp. 23–24, 2019.
- [10] R. L. Putri and R. A. Aziz, "Pewarnaan Batik Menggunakan Ampas Kopi Dalam Konteks Pariwisata," *J. Altifani Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 93–105, 2022, doi: 10.25008/altifani.v2i1.204.
- [11] K. Ridhuan and J. Suranto, "Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 50–56, 2017, doi: 10.24127/trb.v5i1.119.
- [12] J. Hutasoit, M. Ulfah, and A. Ruswanto, "Pembuatan Tinta Spidol dari Pelepah Kelapa Sawit dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Bahan Perekat," *BIOFOODTECH J. Bioenergy Food Technol.*, vol. 2, no. 02, pp. 85–94, 2024, doi: 10.55180/biofoodtech.v2i02.914.
- [13] Y. A. Pratama, S. Juhara, and R. Kurniasari, "Efektivitas Limbah Kulit Bawang Putih Sebagai Pigmen Organik Dalam Pembuatan Tinta Spidol," *Unistek*, vol. 9, no. 2, pp. 126–133, 2022, doi: 10.33592/unistek.v9i2.2796.
- [14] I. A. Lestari, Fitriyana, and Y. Padmawati, "Pengaruh Variasi Volume Etanol Pada Pembuatan Tinta," *J. Tek. Kim. Vokasional*, vol. 1, no. 1, pp. 31–37, 2021, doi: 10.46964/jimsi.v1i1.645.
- [15] G. S. Suryadi, S. Susiani, M. Nugraha, B. A. U. Alifah, and M. Suryani, "Optical Density of Yellow Prints At Coated and Uncoated Paper," *J. Ilm. Publipreneur*, vol. 7, no. 2, pp. 9–13, 2020, doi: 10.46961/jip.v7i2.84.