

Biosintesis dan Karakterisasi Nanopartikel ZnO dengan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L.*) sebagai Identifikasi Sidik Jari Laten

Biosynthesis and Characterization of ZnO Nanoparticles with Papaya Leaf Extract (*Carica papaya L.*) as Latent Fingerprint Identification

Sri Adelila Sari*, Hanisah Hasibuan, Riris Mandaoni Siahaan, Nur Hikmah Sari Mais
Jurusan Kimia, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Psr V, Medan, Indonesia

*corresponding author: sriadelilasari@unimed.ac.id

Abstrak. Sidik jari merupakan alat identifikasi dalam ilmu forensik karena sifatnya yang unik. Sayangnya, beberapa bahan kimia yang digunakan dalam bubuk sidik jari bersifat toksik dan berpotensi membahayakan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bubuk sidik jari sederhana, tidak beracun, murah, dan mudah digunakan yang diekstrak dari daun pepaya pada permukaan berpori dan tidak berpori, sehingga dapat digunakan dalam mengidentifikasi sidik jari laten. Serbuk nano ZnO disintesis dengan ekstrak daun pepaya menggunakan metode green syntesis dengan pelarut akuades dan dikarakterisasi dengan FT-IR pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Identifikasi sidik jari laten menggunakan metode powder dusting pada berbagai permukaan berpori (kertas karton hitam) dan permukaan tidak berpori (kaca preparat). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biosintesis dan karakterisasi ZnO dengan ekstrak daun pepaya dapat digunakan dalam deteksi sidik jari laten yang lebih aman, tidak merusak, dan efisien. Pengembangan sidik jari laten permukaan tidak berpori (kaca preparat) memberikan hasil resolusi yang lebih baik dibandingkan permukaan berpori (kertas karton hitam).

Kata kunci: Biosintesis, Nanopartikel ZnO, Ekstrak Daun Pepaya, Sidik Jari Laten

Abstract. Fingerprints are an identification tool in forensic science due to their unique properties. Unfortunately, some chemicals used in fingerprint powders are toxic and potentially harmful to health. This study aimed to produce a simple, non-toxic, cheap, and easy-to-use fingerprint powder extracted from papaya leaves on porous and non-porous surfaces, so that it can be used in identifying latent fingerprints. ZnO nano powder was synthesized with papaya leaf extract using the green syntesis method with distilled water solvent and characterized by FT-IR at wave numbers 4000-400 cm^{-1} . Latent fingerprint identification using powder dusting method on various porous surfaces (black cardboard paper) and non-porous surfaces (glass plate). The results of this study indicate that the biosynthesis and characterization of ZnO with papaya leaf extract can be used in safer, non-destructive, and efficient latent fingerprint detection. The development of latent fingerprints of non-porous surfaces (preparation glass) provides better resolution results than porous surfaces (black cardboard paper).

Keywords: Biosynthesis, ZnO Nanoparticles, Papaya Leaf Extract, Latent Fingerprint Identification

1. Pendahuluan

Sidik jari merupakan sarana terpenting untuk mengidentifikasi seseorang [1]. Sidik jari seseorang bersifat permanen, tidak akan pernah berubah sepanjang hayat [2]. Namun, sidik jari laten tidak terlihat dengan mata telanjang dan harus diidentifikasi dan dikembangkan terlebih dahulu agar dapat terungkap [3]. Biasanya cahaya miring dan bahan, seperti bubuk sidik jari, akan digunakan oleh teknisi untuk mengembangkan dan mengumpulkan cetakan laten [4]. Selama lebih dari satu abad, para ilmuwan telah mencoba meningkatkan proses atau mengembangkan metode pendeteksian sidik

jari yang lebih aman, tidak merusak, dan efisien. Salah satunya adalah dengan mengembangkan metode pengembangan sidik jari generasi terbaru, yang disebut sidik jari nano [5].

Ada banyak penelitian tentang sidik jari laten, termasuk yang menggunakan bahan herbal daun suji (*Pleomele angustifolia* N.E.Br) untuk memvisualisasikan sidik jari laten. Pada ukuran partikel 100 dan 200 mesh, penelitian ini menunjukkan kontras warna hijau yang baik dan visualisasi sidik jari yang tepat. Bentuk lingkaran mengandung proporsi pola sidik jari tertinggi berdasarkan golongan darah, jenis kelamin, dan etnis [6]. Didukung penelitian sebelumnya yang menggunakan bubuk gambir (*Uncaria gambir*) sebagai alat identifikasi sidik jari. Temuan ini mengungkapkan bahwa bubuk gambir mampu memvisualisasikan sidik jari laten pada permukaan kering, permukaan yang tidak berpori. Penelitian lebih lanjut mengungkapkan bahwa kualitas sidik jari bubuk gambir yang divisualisasikan dipengaruhi oleh ukuran partikel bubuk gambir yang digiling halus, serta jenis permukaan tidak berpori yang digunakan [7].

Pengembangan visualisasi sidik jari laten juga dilakukan menggunakan bahan alam, yaitu ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L. Poiret) menggunakan metode dusting telah berhasil menentukan visualisasi sidik jari laten antar suku dan golongan darah. Hasil penelitian menggunakan metode dusting terhadap serbuk ubi jalar ungu sidik jari menghasilkan warna ungu kecoklatan dengan kontras warna yang jelas pada serbuk ukuran 100 dan 200 mesh [8]. Tergantung pada jenis serbuk yang digunakan pada sidik jari dan sidik jari yang tertinggal (keringat dan sebum), sidik jari dapat terlihat pada sembilan permukaan yang berbeda [9].

Ketika memilih komposisi serbuk, penting untuk memastikan bahwa bahan herbal tersebut tidak berinteraksi secara kimiawi dengan permukaan sidik jari laten [10]. Serbuk yang dipilih harus memberikan kontras warna terbaik pada permukaan [11]. Beberapa bahan kimia yang digunakan untuk membuat serbuk sidik jari bersifat racun dan mungkin berdampak buruk bagi kesehatan tubuh [12]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan serbuk bahan alami baru yang terbuat dari daun pepaya sebagai metode pengembangan sidik jari laten yang mudah digunakan, tidak beracun, dan lebih terjangkau dibandingkan dengan serbuk sidik jari yang tersedia saat ini.

Tanaman pepaya merupakan tanaman tingkat tinggi yang memiliki kandungan klorofil yang tinggi pada daunnya yaitu 29.5975 mg/g [13]. Klorofil adalah pigmen hijau yang pada umumnya terdapat pada daun tanaman [14]. Kandungan klorofil pada daun pepaya berwarna hijau tua 72% lebih besar daripada daun warna hijau muda [15]. Klorofil daun pepaya digunakan sebagai pewarna alami dalam metode sidik jari laten yang mudah ditemui dan tidak beracun. Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan bubuk daun pepaya sebagai visualisasi sidik jari laten menggunakan metode dusting. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan alternatif untuk mengidentifikasi sidik jari laten dari daun pepaya dan tidak beracun.

2. Bahan dan Metode

2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: daun pepaya, brush, aquabides sebanyak 1 liter, seng nitrat heksahidrat ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) (Smart-Lab) sebanyak 24 gram, sampel permukaan berpori yang diuji (kertas karton hitam) sebanyak 1 lembar, dan sampel permukaan tidak berpori yang diuji (kaca preparat).

Peralatan gelas kimia (Pyrex) ukuran 500 mL, 250 mL, dan 100 mL masing-masing 2 buah, gelas ukur (Pyrex) ukuran 150 mL sebanyak 1 buah, neraca analitik (Fujitsu) sebanyak 1 buah, corong kaca (Pyrex) ukuran diameter 90 mm, kertas saring (Whatman No. 1) ukuran diameter 125 mm sebanyak 12 lembar, blender (Willman) sebanyak 1 buah, pengaduk magnetik (Thermo Scientific) sebanyak 1 buah, furnace (Gallenhamp Hot Spot) sebanyak 1 buah, mortar dan alu (PZ) sebanyak 1 buah, gunting (Joyko) sebanyak 1 buah, kaca pembesar (Joyko)

ukuran 60 mm dengan 5x pembesaran, kamera ponsel (Samsung A51), sarung tangan (Sensi) sebanyak 2 pasang, selotip transparan (Joyko) ukuran sedang sebanyak 1 rol, lifted fingerprint backing card (Sirchie) sebanyak 10 buah, dan spektrofotometer FT-IR (Thermo Scientific Nicolet).

2.2. *Preparasi Ekstrak Daun Pepaya*

Sebanyak 30 gram daun pepaya segar dibersihkan dengan dicuci menggunakan aquabides untuk menghilangkan kontaminan yang terdapat di daun. Kemudian, dipotong kecil-kecil seukuran dua ruas jari secara seragam dengan menggunakan gunting. Pemotongan secara seragam dengan ukuran yang sama (1,5 cm) ditujukan untuk mempercepat proses pengeringan dan dikeringkan pada suhu ruang selama 5 hari dan diblender selama 4 menit hingga menjadi serbuk seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Daun Pepaya dan (b) Serbuk Daun Pepaya

2.3. *Sintesis Nanopartikel ZnO*

Sebanyak 85 ml serbuk daun pepaya dan 4 g seng nitrat dicampurkan, dan campuran tersebut kemudian diaduk selama satu jam menggunakan pengaduk magnetik. Lalu larutan ditempatkan di dalam penangas air di suhu 60 °C hingga satu jam. Setelah itu, campuran tersebut dipanaskan pada suhu 150 °C menggunakan pengaduk magnetik untuk menghasilkan suspensi atau endapan. Larutan akan berubah warna dan membentuk suspensi, hal ini menunjukkan bahwa bioreduksi garam ZnO menjadi nanopartikel telah selesai. Kemudian dikalsinasi pada suhu 400 °C untuk menghasilkan nanopartikel ZnO murni. Nanopartikel ZnO yang dikembangkan kemudian digunakan dalam deteksi sidik jari laten.

2.4. *Karakterisasi Nanopartikel*

Identifikasi gugus fungsi dalam pembuatan nanopartikel dengan serbuk daun pepaya menggunakan FTIR pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} .

2.1. *Pengembangan Sidik Jari Laten*

Pengembangan sidik jari laten dalam penelitian ini merupakan upaya untuk memperoleh visualisasi sidik jari. Cara mengembangkan sidik jari laten dengan metode dusting pada permukaan yang tidak berpori (kaca preparat, aluminium foil, dan CD) [16], yaitu dengan mengaplikasikan sidik jari pada permukaan dengan cara memutar sikat di atas cetakan menggunakan pola melingkar sehingga cetak laten dapat tampak pada permukaan objeknya [17].

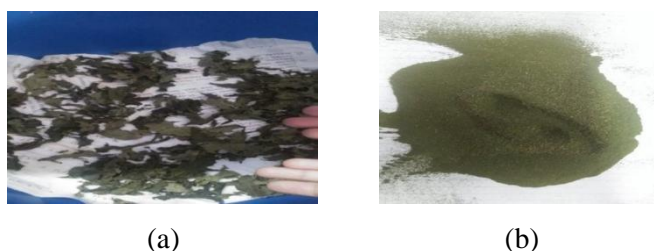
Langkah pengembangan sidik jari laten yaitu terlebih dahulu meminta responden mencusi jari-jari yang akan diambil sebagai sampel. Setelah jari-jari kering, responden diminta untuk menyentuh dahi atau wajah mereka untuk mendapatkan sebum di ujung jari mereka sehingga dapat diterapkan ke berbagai substrat/permukaan, satu cetakan untuk setiap permukaan [18]. Hasilnya, jari ditempelkan di atas permukaan berpori dan tidak berpori. Sidik jari yang menempel di permukaan ditaburi serbuk daun pepaya, kemudian permukaan tersebut disikat dengan hati-hati menggunakan kuas kecil. Serbuk yang tidak menempel di sidik jari dihapus, sehingga sidik jari terlihat dengan jelas. Selanjutnya, ditempelkan selotip ke sidik jari yang

telah ditaburi serbuk tersebut. Sampel sidik jari dicelupkan ke dalam larutan tersebut, kemudian diangin-anginkan, lalu dikeringkan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 150 °C.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya

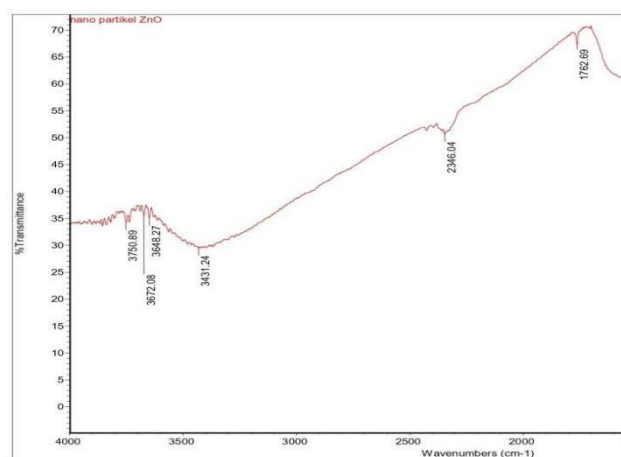
Daun pepaya dicuci menggunakan aquabides, dipotong kecil-kecil secara seragam dan dikeringkan pada suhu ruang selama lima hari. Pengeringan tidak dilakukan pada oven maupun sinar matahari, karena pengaruh suhu yang tinggi dapat mendegradasi senyawa fitokimia [19] yang terkandung dalam daun pepaya. Gambar 2 menunjukkan daun pepaya yang telah melalui proses pengeringan dan penggilingan.



Gambar 2. (a) Daun Pepaya Kering, dan (b) Serbuk Daun Pepaya

3.2. Karakterisasi Nanopartikel ZnO Menggunakan Spektrofotometer FT-IR

Spektrum FT-IR dari nanopartikel ZnO yang disintesis dengan ekstrak daun pepaya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektrum FT-IR Nanopartikel ZnO

Spektrum FT-IR dari nanopartikel ZnO menunjukkan puncak *vibrasi stretching* dengan berbagai intensitas. Hasil identifikasi nilai puncak dan gugus fungsi dari nanopartikel ZnO yang disintesis dengan ekstrak daun pepaya tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Identifikasi dari Nanopartikel ZnO yang Disintesis dengan Ekstrak Daun Pepaya

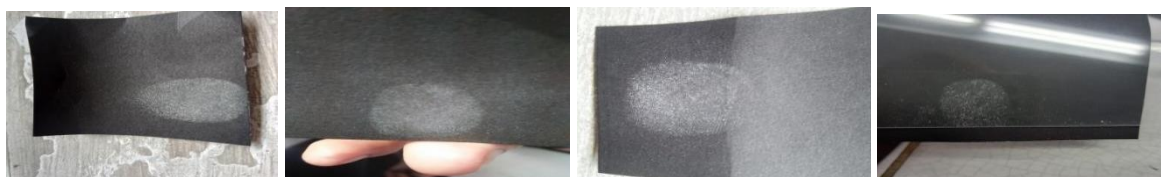
Nilai Puncak (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
3648	O – H
3431	O – H
1384	C – H
1113	C – O
825	C – H
742	C – H

Serbuk nanopartikel ZnO berwarna putih, sehingga dapat digunakan pada latar belakang gelap untuk kontras yang lebih baik, yang membantu dalam visualisasi dan pengembangan sidik jari laten. Nanopartikel ZnO yang disiapkan telah memberikan gambar sidik jari laten yang dapat dipahami dan beresolusi tinggi. Penggunaan nanopartikel ZnO dengan serbuk daun pepaya dalam sidik jari laten membantu mencapai hasil cetak yang jelas. ZnO digunakan pada residu sidik jari karena kontras yang sangat baik dengan permukaan, daya rekat yang lebih baik pada substrat dan kemampuan memperoleh sidik jari dengan resolusi yang baik [20]. Sifat perekat ZnO dan interaksinya dengan serbuk daun pepaya membantu bekas jari terlihat pada area yang terkena karena melekatnya serbuk dengan minyak, keringat dan bahan lain yang tertinggal pada bekas jari [21].

3.3. Aplikasi Identifikasi Sidik Jari Laten

Sebanyak 4 mahasiswa dicetak sampel sidik jarinya setelah mengikuti prosedur untuk mendapatkan sidik jari. Visualisasi cetakan sidik jari laten ini disebabkan oleh interaksi secara non kovalen/ hidrofobik antara serbuk nanopartikel ZnO dengan residu sidik jari yang kaya akan sekresi sebaceous yang terdiri dari senyawa organik yang tidak larut dalam air [22]. Kemudian media permukaan diidentifikasi dengan menggunakan serbuk nanopartikel ZnO dengan metode dusting yaitu memoles serbuk dengan brush secara hati-hati dengan tindakan menyikat ringan untuk mencegah terdapatnya noda pada cetakan sehingga terlihat visualisasi dari sidik jari laten pada berbagai media yang diuji.

Selanjutnya, cetakan sidik jari laten dipotret menggunakan kamera ponsel dengan resolusi kamera 64MP dibawah cahaya siang dan diidentifikasi jenis pola yang terdapat pada sidik jari dan cetakan diangkat dengan selotip. Cetakan dari sidik jari dari 4 orang mahasiswa yang telah dikumpulkan sebagai catatan diidentifikasi untuk melihat jenis dari pola sidik jari tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Visualisasi Sidik Jari Berpori



Gambar 5. Visualisasi Sidik Jari Tanpa Pori

Kemampuan serbuk nanopartikel ZnO terhadap identifikasi sidik jari laten pada berbagai permukaan tidak berpori (kaca preparat) menunjukkan visualisasi dengan karakteristik ridges yang terlihat jelas. Begitu pula visualisasi sidik jari laten pada media berpori (kertas karton hitam) menunjukkan ridges yang baik dan jelas. Namun, visualisasi pada media berpori dapat terlihat kurang baik apabila cetakan terlalu berminyak yang menyebabkan sebum ikut tersapu pada saat penerapan serbuk dengan metode dusting.

Perkembangan sidik jari laten pada permukaan berpori gagal atau tidak terlihat mungkin disebabkan karena kurangnya residu pada sidik jari dari sentuhan objek sebelum sampel sidik jari dikumpulkan. Residu sidik jari laten terdiri dari sekret kelenjar ekrin (keringat), keringat sebaceous, dan apokrin [23]. Ketika permukaan suatu benda disentuh oleh jari, ektokrin berair seperti keringat dan zat berminyak seperti sebum dapat ditransfer dan disimpan ke permukaan sehingga terbentuknya

sidik jari [24]. Hasil ini didukung oleh Verma *et al.*, bahwa penggunaan nanopartikel ZnO sebagai serbuk sidik jari memberikan hasil yang lebih baik pada permukaan tidak berpori dibandingkan pada permukaan berpori [25]. Rajan *et al.*, telah melaporkan bahwa nanopartikel ZnO dapat digunakan untuk mengembangkan sidik jari laten pada permukaan yang tidak berpori [26]. Sari & Nasution juga melaporkan bahwa visualisasi sidik jari laten menggunakan metode dusting memberikan kontras warna pada permukaan serbuk yang tidak berpori berwarna hijau sedangkan pada permukaan yang berpori akan berwarna coklat. Hasil pengembangan sidik jari laten pada permukaan berpori menghasilkan visualisasi sidik jari yang kurang jelas [27].

Berdasarkan hasil yang diperoleh, sidik jari yang dikembangkan memberikan hasil yang sangat baik pada semua jenis permukaan baik berpori maupun tidak berpori. Namun, permukaan tidak berpori menunjukkan resolusi yang lebih baik dibandingkan permukaan tidak berpori. Serbuk ini dapat berfungsi sebagai pengganti serbuk tradisional yang saat ini digunakan oleh para ilmuwan forensik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan beberapa temuan di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Biosintesis dan karakterisasi ZnO dengan ekstrak daun pepaya dapat digunakan dalam deteksi sidik jari laten yang lebih aman, tidak merusak, dan efisien.
2. Hasil pengembangan sidik jari laten permukaan tidak berpori (kaca preparat) menunjukkan resolusi yang lebih baik dibandingkan permukaan berpori (kertas karton hitam).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Secara khusus kepada Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan dan Laboratorium Forensik Polda Sumut.

Daftar Pustaka

- [1] N. N. Suhamdani and N. P. Andiani, "Kekuatan Sidik Jari sebagai Alat Bukti dalam Mengungkap Suatu Tindak Pidana Pembunuhan," *AHKAM*, vol. 2, no. 2, pp. 44-457, 2023.
- [2] N. C. Kereh, "Fungsi Alat Sidik Jari dalam Mengungkap Tindak Pidana Pembunuhan Berencana," *Lex et Societatis*, vol. 4, no. 7, pp. 77-84, 2016.
- [3] C. Elishian and R. Ketrin, "Pengembangan Material Serbuk Silika untuk Identifikasi Sidik Jari," *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, vol. 13, no. 1, pp. 1-7, 2011.
- [4] E.-J. Park and S. Hong, "Development of Latent Fingerprints Contaminated with Ethanol on Paper Surfaces," *Analytical Science and Technology*, vol. 32, no. 3, pp. 105-112, 2019.
- [5] V. Prasad, S. Lukose, P. Agarwal and L. Prasad, "Role of Nanomaterials for Forensik Investigation and Latent Fingerprinting-A Review," *Journal of Forensic Sciences*, vol. 65, no. 1, pp. 26-36, 2019.
- [6] S. A. Sari and D. H. Nasution, "Pengembangan Metode Serbuk Daun Suji (*Pleomele angustifolia* N.E.Br) sebagai Identifikasi Sidik Jari Laten," *Jurnal Riset Kimia*, vol. 12, no. 2, pp. 121-133, 2021.
- [7] S. A. Sari, H. Ningsih, A. Kembaren and N. A. Mahat, "Development of Gambir Powder as a Cheap and Green Fingerprint Powder for Forensic Applications," *AIP Conference Proceedings*, pp. 1-6, 2019.

- [8] S. A. Sari, Y. Sinaga, Jasmidi, Mahmud and T. Juwitaningsih, "A New Latent Fingerprint Method Using Natural Powder Purplesweet Potato (*Ipomoea batatas* L. Poiret)," *The Eighth National Symposium and the Fourth International Symposium*, pp. 329-343, 2020.
- [9] R. K. Garg, H. Kumari and R. Kaur, "A New Technique for Visualization of Latent Fingerprints on Various Surfaces Using Powder from Turmeric: a Rhizomatous Herbaceous Plant (*Curcuma longa*)," *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 53-57, 2011.
- [10] A. Yuserlina, "Peranan Sidik Jari dalam Proses Penyidikan untuk Menentukan Pelaku Tindak Pidana," *Jurnal Cendekia Hukum*, vol. 3, no. 1, pp. 46-60, 2017.
- [11] A. Badiye and N. Kapoor, "Efficacy of Robin Powder Blue for Latent Fingerprint Development on Various Surfaces," *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, vol. 5, no. 4, pp. 166-173, 2015.
- [12] S. A. Sari, Jasmidi, A. Kembaren and A. N. Ilmi, "Development of Eco-Friendly Fingerprint Visualization using Herb," *Asian Journal Chemistry*, vol. 31, no. 11, pp. 2601-2606, 2019.
- [13] S. M. Aditya, L. P. Wrsiati and S. Mulyani, "Karakteristik Enkapsulat Pewarna dari Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) pada Perlakuan Perbandingan Gelatin dan Maltodekstrin," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 9, no. 1, pp. 42-52, 2021.
- [14] M. Zakiyah, T. F. Manurung and R. S. Wulandari, "Kandungan Klorofil Daun pada Empat Jenis Pohon di Arboretum Sylva Indonesia PC. Universitas Tanjungpura," *Jurnal Hutan Lestari*, vol. 6, no. 1, pp. 48-55, 2018.
- [15] A. Aulia, A. Muarif, Meriatna, L. Hakim and Azhari, "Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol dan Waktu Penyimpanan pada Pembuatan Ekstrak Klorofil dari Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)," *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 3, no. 2, pp. 208-215, 2023.
- [16] S. Madkour, A. Sheta, F. B. E. Dine, Y. Elwakeel and N. Abdallah, "Development of Latent Fingerprints on Non-Porous Surfaces Recovered from Fresh and Sea Water," *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, vol. 7, no. 1, p. 3, 2017.
- [17] A. Kallumpurat and A. Kudtarkar, "Development of Latent Finger Prints from Porous and Non-porous Substances Disposed in Water," *Journal of Forensic Sciences and Criminal Investigation*, vol. 10, no. 1, p. 555779, 2018.
- [18] S. A. Sari and D. H. Nasution, "Development of Nail Henna (*Lawsonia Inermis* Linn.) Leaf Powder as a Latent Fingerprint Visualization on Non-Porous and Porous Surfaces," *Journal of Medicinal and Chemical Sciences*, vol. 6, no. 3, pp. 540-552, 2023.
- [19] I. W. R. Widarta and A. A. I. S. Wiadnyani, "Pengaruh Metode Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Alpukat," *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, vol. 8, no. 3, pp. 80-85, 2019.
- [20] Z. Cheng, M. Li, R. Dey and Y. Chen, "Nanomaterials for Cancer Therapy: Current Progress and Perspectives," *Journal of Hematology and Oncology*, vol. 14, no. 85, pp. 1-27, 2021.
- [21] S. Rajan, A. Venugopal, H. Kozhikkalathil, S. Valappil, M. Kale, M. Mann, P. Ahuja and S. Munjal, "Synthesis of ZnO Nanoparticles by Precipitation Method: Characterizations and Applications in Decipherment of Latent Fingerprints," *Material Today: Proceedings*, 2023.
- [22] E. Prabakaran and K. Pillay, "Nanomaterials for Latent Fingerprint Detection: A Review," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 12, pp. 1856-1885, 2021.
- [23] G. S. Bumbrah, "Cyanoacrylate Fuming Method for Detection of Latent Fingermarks: A Review," *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, vol. 7, no. 1, p. 4, 2017.
- [24] M. Wang, M. Li, A. Yu, Y. Zhu, M. Yang and C. Mao, "Fluorescent Nanomaterials for the Development of Latent Fingerprints in Forensic Sciences," *National Library of Medicine*, vol. 27, no. 14, p. 1606243, 2018.
- [25] R. K. Verma, V. Nagar, V. Aseri and B. Mavry, "Zinc Oxide (ZnO) Nanoparticles: Synthesis Properties and Their Forensic Applications in Latent Fingerprints Development," *Materials Today: Proceedings*, vol. 69, no. 7, 2022.

- [26] M. Rauf, S. K. Shah, A. Algahtani, V. Tirth, A. H. Alghtani, T. Al-Mughanam, K. Hayat, N. H. Al-Shaalan, S. Alharthi, S. A. Alharthy and M. A. Amin, "Application of ZnO-NRs Ni-foam Substrate for Electrochemical Fingerprint of Arsenic Detection in Water," *National Library of Medicine*, vol. 13, no. 21, pp. 14530-14538, 2023.
- [27] S. A. Sari and D. H. Nasution, "Pengembangan Metode Serbuk Daun Suji (*Pleomele angustifolia* N.E.Br) sebagai Identifikasi Sidik Jari Laten," *Jurnal Riset Kimia*, vol. 12, no. 2, pp. 121-133, 2021.