

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sidik jari merupakan salah satu metode identifikasi biometrik yang telah lama digunakan karena memiliki pola unik pada ujung jari manusia. Keunikan tersebut menjadikan sidik jari berbeda pada setiap individu, bahkan pada kembar identik, sehingga pemanfaatannya sangat luas mulai dari bidang forensik hingga sistem keamanan modern. Keandalan sidik jari sebagai identitas biologis menjadikannya sebagai salah satu bukti penting dalam proses investigasi kriminal (Sari & Nasution, 2021). Selain itu, meskipun telah digunakan secara luas, potensi informasi yang terkandung dalam sidik jari masih terus diteliti, termasuk kemungkinan informasi genetik yang dapat diperoleh dari residu sidik jari (Suhamdani, dkk., 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem identifikasi sidik jari juga mengalami kemajuan yang pesat. Berbagai penelitian telah mengembangkan teknologi untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan identifikasi, seperti penggunaan algoritma *deep learning* dan *machine learning* (Situmorang, dkk., 2023), pengembangan sensor sidik jari fleksibel, serta algoritma yang lebih tangguh terhadap pemalsuan (Winata, 2022). Meskipun demikian, pengembangan sidik jari laten sebagai bagian penting dalam investigasi kriminal masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam proses visualisasi sidik jari laten pada berbagai jenis permukaan.

Selama ini, metode pengembangan sidik jari laten umumnya menggunakan agen kimia konvensional seperti bubuk debu, ninhidrin, yodium, dan perak nitrat. Metode tersebut telah digunakan sejak awal abad ke-20 dan cukup efektif pada kondisi tertentu. Namun, penggunaan bahan kimia tersebut berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan karena beberapa di antaranya mengandung logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang dapat mencemari lingkungan serta menimbulkan risiko kesehatan, seperti gangguan ginjal, kerusakan sistem saraf, dan peningkatan risiko kanker

(Sagar, dkk., 2021). Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan agen pengembang sidik jari laten yang lebih aman dan ramah lingkungan.

Meningkatnya kesadaran terhadap isu kesehatan dan lingkungan mendorong berkembangnya konsep *green forensic science*, yaitu pendekatan forensik yang menekankan penggunaan bahan yang lebih aman dan berkelanjutan. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan bahan alami sebagai alternatif agen pengembang sidik jari laten, seperti ekstrak daun betadin (Sari, dkk., 2023), gambir (Sari, dkk., 2019), kunyit, ubi jalar ungu, daun henna (Sari & Nasution, 2023), kulit buah naga (Sari & Lubis, 2021), serta ekstrak daun jeruk. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa bahan alami mampu menghasilkan visualisasi sidik jari laten dengan kontras warna yang jelas dan efektif pada berbagai jenis permukaan, baik berpori maupun tidak berpori.

Namun penggunaan kombinasi pigmen karmin dan silika biomassa sebagai agen pengembang sidik jari laten masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan alternatif pengembangan agen sidik jari laten yang lebih aman dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan kombinasi pigmen karmin dari serangga cochineal (*Dactylopius coccus* Costa.) dan silika yang diperoleh dari limbah kulit salak (*Salacca Becc.*). Pigmen karmin dari cochineal memiliki kemampuan adhesi yang tinggi terhadap residu sidik jari sehingga mampu memperjelas pola *ridge* pada sidik jari laten (Sultan & Fathurohman, 2024). Sementara itu, silika dari kulit salak memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi sehingga mampu menyerap minyak dan lemak yang terdapat pada residu sidik jari (Pulungan & Amnah, 2021).

Pemanfaatan kulit salak sebagai sumber silika juga memberikan nilai tambah karena berasal dari limbah pertanian yang murah, mudah diperoleh, serta mendukung pemanfaatan biomassa yang berkelanjutan (Wimarsela, dkk., 2021; Lestari, dkk., 2023). Kombinasi pigmen karmin dari cochineal dan silika kulit salak diharapkan mampu menghasilkan agen pengembang sidik jari laten yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan melalui perpaduan sifat adhesif pigmen alami dan kemampuan adsorpsi biomaterial. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan dan mengkarakterisasi agen pengembang sidik jari laten berbasis

biomaterial dan nanopartikel karmin dari serangga cochineal dengan silika kulit salak, serta menguji efektivitasnya pada berbagai jenis permukaan.

## 1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Bahan: Pigmen karmin dari serangga cochineal (*Dactylopius coccus*) dan silika dari kulit salak sebagai bahan agen pengembang sidik jari laten.
2. Metode: Formulasi nanopartikel dan aplikasi menggunakan metode *dusting*.
3. Karakterisasi: Karakterisasi nanopartikel dengan FTIR, SEM-EDX dan PSA.
4. Aplikasi: Pengujian visualisasi sidik jari laten pada permukaan berpori dan tidak berpori.

## 1.3 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah formulasi serta karakterisasi fisik dan morfologi nanopartikel silika-karmin berdasarkan analisis FTIR, SEM-EDX, dan PSA?
- 2) Bagaimanakah kemampuan nanopartikel silika-karmin dalam mengidentifikasi sidik jari laten pada permukaan berpori dan tidak berpori?
- 3) Bagaimanakah perbandingan efektivitas nanopartikel silika-karmin dengan agen pengembang konvensional seperti HI-FI *Olcano Latent Print Powder* (Sirchie)?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah diatas, maka tujuan khusus riset ini, yaitu untuk:

- 1) Mengembangkan formulasi serta mengidentifikasi karakterisasi nanopartikel silika-karmin.
- 2) Menganalisis kemampuan nanopartikel silika-karmin terhadap identifikasi sidik jari laten pada permukaan berpori dan tidak berpori.

- 3) Membandingkan efektivitas agen pengembang berbasis karmin dari cochineal (*Dactylopius coccus*) dan silika kulit salak (*Salacca Becc.*) dengan agen pengembang konvensional, seperti HI-FI *Olcano Latent Print Powder* (Sirchie)

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **A. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu forensik, khususnya dalam kajian *green forensic science*, melalui eksplorasi silika dari limbah kulit salak sebagai alternatif agen pengembang sidik jari yang berkelanjutan.

### **B. Manfaat Praktis**

- 1) Bagi bidang forensik: penelitian ini dapat menawarkan alternatif agen pengembang yang lebih aman, ramah lingkungan, dan berbiaya rendah dibandingkan metode konvensional yang berpotensi toksik serta memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi forensik yang lebih berkelanjutan.
- 2) Bagi lingkungan: pemanfaatan limbah pertanian berupa kulit salak untuk menghasilkan silika memberikan nilai tambah dan mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.
- 3) Bagi masyarakat: meningkatkan nilai tambah limbah pertanian serta membuka peluang pengembangan produk forensik yang lebih terjangkau dan aplikatif di masyarakat.