

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kulit merupakan organ terbesar dalam tubuh, luasnya sekitar 2 m². Kulit merupakan bagian terluar dari tubuh manusia yang lentur dan lembut. Kulit ini penting dan merupakan permukaan luar organisme untuk membatasi lingkungan dalam tubuh dengan lingkungan luar. Kulit merupakan benteng pertahanan pertama dari berbagai ancaman yang datang dari luar, seperti kuman, virus, dan bakteri. Kulit adalah lapisan-lapisan jaringan yang terdapat di seluruh bagian permukaan tubuh. Pada permukaan kulit terdapat kelenjar keringat dan kulit merupakan salah satu alat indera yaitu indera peraba karena di seluruh permukaan kulit terdapat saraf peraba (Siregar, 2021).

Infeksi jamur menjadi salah satu pemicu penyakit menular pada kulit. Indonesia merupakan wilayah yang sangat mudah tertular infeksi jamur karena memiliki kondisi iklim tropis dengan suhu kelembaban udara yang tinggi. Kelembaban tinggi, kebersihan buruk, serta penggunaan antibiotik sembarangan menyebabkan infeksi mudah terjadi dan memicu resistensi obat. Jamur yang dapat menyebabkan infeksi antara lain *Candida albicans* yang merupakan jamur umum penyebab berbagai infeksi kulit. Pengobatan standar seperti *azole* sering menimbulkan efek samping, sehingga diperlukan alternatif yang lebih aman.

Salah satu solusi adalah memanfaatkan kekayaan alam Indonesia, seperti buah pinang (*Areca catechu L.*). Pinang (*Areca catechu L.*) adalah salah satu tumbuhan yang digolongkan ke dalam kelompok palem-paleman dan dapat tumbuh di daerah dengan iklim tropis seperti di Pasifik, Asia, dan Afrika bagian Timur. Indonesia menjadi salah satu negara penghasil pinang terbesar dalam bidang perkebunan karena memiliki iklim yang tropis. Selain untuk kebutuhan dalam negeri, Indonesia juga melakukan kegiatan ekspor biji pinang untuk meningkatkan nilai devisa negara. Bagian tanaman pinang yang banyak digunakan adalah biji (*nut*) yang dimanfaatkan sebagai bahan obat, pewarna kain, campuran pada sirih dan sebagai kebutuhan untuk upacara adat. Pemanfaatan buah pinang masih sangat terbatas terutama pada bagian kulit pinang karena kulit pinang hanya dianggap sebagai limbah. Hal ini membuat kulit buah pinang seringkali terbuang tanpa ada pengolahan lanjutan sehingga menambah produksi limbah yang sudah ada. Penanganan limbah kulit buah pinang dengan cara di bakar akan menghasilkan polusi udara yang dapat mencemari lingkungan.

Kulit buah pinang muda yang selama ini menjadi limbah ternyata mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, tanin, dan *flavonoid* yang bersifat antimikroba. Ekstrak airnya dipilih karena aman, murah, dan ramah lingkungan. Sayangnya, ekstrak herbal sulit menembus kulit dan mudah rusak, sehingga efektivitasnya terbatas. Kulit pinang merupakan bagian luar yang membungkus biji pinang di dalamnya dimana untuk setiap buah pinang dapat menghasilkan sekitar 2,50-2,75 gr serat atau serabut kulit pinang (Yusriah et al., 2012). Kulit buah pinang terdiri atas serat-serat alami yang mengandung komponen α selulosa yang tinggi mencapai 51,08%. Kandungan kimia lain pada serat kulit pinang diantaranya hemiselulosa (14,87%), lignin (14,87%), abu (7,69%), lemak dan lilin (1,38%) serta pektin (0,92%) (KementerianPUPR et al., 2023).

Penelitian sediaan topikal berbahan alam terus berkembang sebagai terapi alternatif yang aman, seperti gel kunyit (Ridwanto et al., 2024) dan salep dari ekstrak daun salam koja (Lubis et al., 2022). Sediaan gel dipilih karena mudah diaplikasikan, memberi sensasi dingin, dan melepaskan obat dengan baik. Keberhasilan formulasi gel antimikroba berbasis kitosan dari limbah udang (Rani et al., 2023) dan gel minyak atsiri lengkuas merah (Astriani Natalia Br Ginting et al., 2025) membuktikan gel efektif untuk mengantarkan zat aktif ke kulit yang terinfeksi. Teknologi nano farmasi melalui nanogel mampu mengatasi keterbatasan ekstrak herbal dengan meningkatkan penetrasi, stabilitas, dan pelepasan zat aktif terkontrol. Potensinya diperkuat dengan *Zinc Oxide Nanopartikel (ZnO-NP)* yang telah disetujui *Food and Drug Administration (FDA)* sebagai agen antimikroba spektrum luas. Kombinasi ini bekerja melalui pembentukan oksigen reaktif, pelepasan ion Zn²⁺, dan perusakan membran sel jamur.

Kombinasi ekstrak kulit buah pinang muda dan *ZnO-NP* dalam nanogel berpotensi memberikan efek sinergistik karena kedua komponen memiliki mekanisme antimikroba yang berbeda dan saling melengkapi. Sistem

nanogel juga memungkinkan penghantaran zat aktif lebih efisien ke lapisan kulit target. Namun, penelitian tentang formulasi ini masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini fokus pada formulasi dan evaluasi nanogel tersebut, meliputi uji ukuran partikel, viskositas, pH, daya sebar, stabilitas, serta aktivitas antimikroba terhadap *Candida albicans*. Sebagai pembandingan, gel semprot ekstrak daun sintrong 20% menunjukkan aktivitas antibakteri kategori sedang terhadap *Staphylococcus aureus* pada luka diabetik (Anita et al., 2025).

Kulit buah pinang muda (*Areca catechu L.*) dipilih sebagai bahan aktif utama berdasarkan bukti empiris dan ilmiah mengenai potensi antimikroba dari berbagai bagian tumbuhan. Penelitian-penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa ekstrak berbagai tumbuhan lokal Indonesia memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap patogen kulit. Sebagai contoh, ekstrak etanol daun karenda dan daun kemangi menunjukkan mekanisme hambatan terhadap bakteri seperti *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Salmonella typhi* (Kaban et al., 2023). Demikian pula, ekstrak daun malaka dan daun alpukat terbukti aktif melawan *Staphylococcus aureus* dan bakteri klinis lainnya (Ridwanto et al., 2024). Bahkan, ekstrak daun salam koja tidak hanya memiliki aktivitas antibakteri terhadap *P. acnes* tetapi juga potensi antioksidan yang dapat mendukung proses penyembuhan (Nasri et al., 2025a). Spektrum aktivitas yang luas dan adanya senyawa bioaktif seperti *alkaloid*, *tanin*, dan *flavonoid* dalam tumbuhan-tumbuhan tersebut menguatkan dugaan bahwa kulit buah pinang muda, yang secara tradisional digunakan untuk pengobatan, juga mengandung senyawa antimikroba yang potensial.

Keunggulan spesifik kulit buah pinang muda dibandingkan bahan alam lain yang sering dikombinasikan dengan *ZnO-NP* (seperti daun sirih, kunyit, atau lidah buaya) terletak pada kandungan alkaloidnya (*arekolin*, *arekolidin*, *guvasin*) yang tidak hanya bersifat antimikroba tetapi juga berpotensi meningkatkan penetrasi zat aktif melalui efek keratolitik ringan. Selain itu, kulit buah pinang muda merupakan limbah pertanian yang melimpah di Indonesia, sehingga pemanfaatannya memberikan nilai tambah ekonomi dan ekologi (*upcycling*). Dibandingkan ekstrak daun sirih yang lebih banyak diteliti untuk antijamur, pinang muda memiliki profil *tanin ters* kondensasi yang lebih tinggi, yang diketahui lebih efektif dalam mengganggu dinding sel *Candida albicans* melalui mekanisme pengikatan protein dinding sel.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah berupa data empiris untuk pengembangan produk antimikroba topikal yang lebih aman dan efektif, serta membuka peluang pemanfaatan sumber daya lokal Indonesia. Pada akhirnya, penelitian ini diarahkan untuk mendukung upaya penanganan infeksi kulit dan mengatasi tantangan resistensi antimikroba dengan pendekatan yang inovatif dan berkelanjutan. Metode formulasi dan evaluasi fisikokimia sediaan gel dalam penelitian ini diadaptasi dan dimodifikasi dari protokol yang telah teruji dalam beberapa studi terdahulu. Proses pembuatan gel mengacu pada metode yang digunakan pada formulasi gel kitosan (Rani et al., 2023) dan gel minyak atsiri (Astriani Natalia Br Ginting et al., 2025), dengan penyesuaian konsentrasi gelling agent untuk mengakomodasi incorporasi nanopartikel. Evaluasi sifat fisik sediaan meliputi uji organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, dan daya sebar, yang merupakan parameter standar yang juga diterapkan pada penelitian gel ekstrak kunyit (Kaban et al., 2024) dan gel lainnya. Uji stabilitas fisik dilakukan dengan metode freeze-thaw cycle dan penyimpanan pada suhu kamar untuk mengamati perubahan parameter tersebut dari waktu ke waktu, sebagaimana prinsip dalam pengembangan sediaan topikal yang stabil.

Rentang konsentrasi ekstrak 2%, 4%, dan 6% dalam penelitian ini didasarkan pada hasil uji pendahuluan yang menunjukkan bahwa konsentrasi di bawah 2% menghasilkan aktivitas antimikroba lemah (zona hambat <8 mm), sedangkan konsentrasi di atas 6% menyebabkan peningkatan viskositas berlebihan dan ketidakstabilan fisik sediaan. Pendekatan tiga tingkat konsentrasi ini memungkinkan evaluasi hubungan dosis-respons terhadap karakteristik fisik dan aktivitas antijamur nanogel. Sementara itu, Carbopol 940 dipilih sebagai *gelling agent* karena kompatibilitasnya yang tinggi dengan sistem nanoemulsi, sifat *bioadhesif* yang memperpanjang retensi kulit, karakteristik aliran pseudoplastik yang memudahkan pengaplikasian, serta telah mendapatkan persetujuan FDA untuk penggunaan topikal. Konsentrasi Carbopol 940 sebesar 1% dipilih berdasarkan studi pendahuluan yang menghasilkan viskositas optimal untuk aplikasi topikal tanpa mengganggu karakteristik nano dari sistem disperse.

Berdasarkan uraian di atas, Penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan judul “Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Topikal Nanogel Mengandung Zink Oxide Nanopartikel Ekstrak Air Kulit Buah Pinang Muda (*Areca Catechu L.*) Dan Aktivitas Sebagai Antimikroba.”

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah nanopartikel ZnO ekstrak kulit buah pinang muda dapat diformulasikan menjadi sediaan gel yang stabil secara kimia dan fisika?
2. Apakah sediaan nanopartikel ZnO ekstrak kulit buah pinang muda memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Staphylococcus aureus*?
3. Apakah sediaan nanopartikel ZnO ekstrak kulit buah pinang muda memiliki aktivitas antifungi terhadap *Candida albicans*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Nanopartikel ZnO yang disintesis dengan ekstrak kulit buah pinang muda bisa diformulasikan menjadi gel yang stabil baik secara fisik maupun kimia, dengan catatan menggunakan bahan yang sesuai dan proses pembuatan harus dilakukan dengan tepat agar tidak terjadi penggumpalan dan kerusakan zat aktif.
2. Nanopartikel ZnO yang disintesis menggunakan ekstrak kulit buah pinang muda berpotensi menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap *Staphylococcus aureus*, yang diperkuat oleh mekanisme kerja nanopartikel ZnO serta senyawa bioaktif dalam ekstrak kulit buah pinang muda yang memiliki sifat antimikroba.
3. Nanopartikel ZnO yang disintesis menggunakan ekstrak kulit buah pinang muda berpotensi memiliki aktivitas antifungi yang signifikan terhadap *Candida albicans*. Aktivitas ini didukung oleh kandungan senyawa bioaktif dalam ekstrak kulit buah pinang muda yang bersifat anti jamur, serta karakteristik antifungi yang secara inheren dimiliki oleh nanopartikel ZnO,

1.3.1 Tujuan Khusus:

1. Menyiapkan ZnO-NP dan mengkaraktisasinya.
2. Mengevaluasi stabilitas fisik, kimia, dan aktivitas antimikroba sediaan nanogel.
3. Membandingkan efektivitas formulasi dengan kontrol tanpa bahan aktif.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan bagi peneliti dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dibidang farmasi dan nanoteknologi. Dengan menghasilkan sediaan topikal nanogel yang mengandung nanopartikel ZnO dari ekstrak kulit buah pinang muda, penelitian ini tidak hanya memanfaatkan bahan alam yang melimpah dan belum banyak dimanfaatkan, tetapi juga mendukung prinsip *green nanotechnology*.

Penelitian ini memberikan manfaat signifikan bagi masyarakat, terutama dalam bidang kesehatan kulit. Dengan mengembangkan sediaan topikal nanogel yang mengandung sintesis nanopartikel ZnO dengan ekstrak kulit buah pinang muda, penelitian ini menawarkan alternatif pengobatan yang efektif dan aman mengatasi infeksi kulit akibat bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan jamur *Candida albicans*. Hasil penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pemanfaatan bahan alam dalam pengobatan. Sediaan topikal nanogel ini, jika dikembangkan dan diproduksi secara luas, berpotensi menjadi produk farmasi yang terjangkau dan mudah diakses oleh masyarakat.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat langsung dalam pengembangan sediaan farmasi berbasis nanoteknologi, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesehatan masyarakat melalui pengobatan yang efektif, aman, dan ramah lingkungan.