

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker kulit merupakan salah satu jenis kanker yang banyak ditemukan di berbagai negara. Peningkatan kasusnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti paparan sinar matahari berlebih, perubahan gaya hidup, dan perubahan lingkungan [1],[2]. Berdasarkan data *Global Cancer Observatory* (GLOBOCAN) 2022, diperkirakan terdapat lebih dari 1,5 juta kasus baru kanker kulit (melanoma dan non-melanoma) di dunia, dengan angka kematian mencapai sekitar 128.000 jiwa per tahun [3]. Di Indonesia, data GLOBOCAN 2022 melaporkan total 408.661 kasus baru kanker dan 242.988 kematian pada tahun tersebut. Melanoma sebagai jenis kanker kulit ganas tercatat sebanyak 1.716 kasus baru, sementara kanker kulit non-melanoma diestimasi mencapai sekitar 7.841 kasus sehingga total beban kanker kulit di Indonesia diperkirakan mencapai ± 9.557 kasus baru per tahun [4]. Pandemi COVID-19 turut memperburuk situasi dengan menurunkan tingkat diagnosis awal kanker kulit di berbagai negara sebesar 29% akibat pembatasan layanan kesehatan [5]. Deteksi awal terbukti meningkatkan tingkat kelangsungan hidup lima tahun pasien dapat mencapai lebih dari 99% pada kasus melanoma tahap awal [6].

Di Indonesia, akses terhadap layanan spesialis kulit sangat terbatas dan tidak merata. Kesenjangan tenaga medis ini sangat terasa di wilayah-wilayah tingkat kota atau kabupaten di luar ibu kota provinsi. Berdasarkan data Sistem Informasi Sumber Daya Manusia Kesehatan (SISDMK) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia per Mei 2026, total dokter Sp.DVE di sepuluh provinsi Pulau Sumatera hanya berjumlah 825 dokter untuk melayani lebih dari 61 juta penduduk. Angka tersebut menunjukkan yang rendah, yaitu hanya sekitar 1,35 dokter per 100.000 penduduk atau dengan kata lain satu dokter spesialis harus melayani sekitar 74.000 penduduk [7]. Distribusi tersebut sangat tidak merata di Provinsi Sumatera Utara misalnya, 76% dari 246 Sp.KK terkonsentrasi di Kota Medan, sementara 16 dari 33 kabupaten/kota termasuk Kota Padangsidimpuan yang hanya memiliki 1 (satu) dokter spesialis kulit dan kelamin (Sp.DVE). Hal ini memicu tingginya beban pelayanan, di mana tercatat terdapat 3.192 kunjungan pasien poli kulit

sepanjang tahun tersebut. Lebih lanjut, urgensi deteksi dini semakin diperkuat dengan ditemukannya 39 kasus kanker kulit di wilayah tersebut. Keterbatasan jumlah pakar yang tidak sebanding dengan tingginya jumlah antrean pasien ini menyebabkan metode diagnosis konvensional menjadi kurang efektif secara waktu. Kondisi ini mendorong kebutuhan akan solusi alternatif berupa alat skrining awal cerdas yang mudah diakses oleh masyarakat luas.

Pasca pandemi COVID-19, pemanfaatan teknologi *mobile health* (mHealth) untuk layanan kesehatan kulit semakin berkembang sebagai solusi keterbatasan akses [8]. Pendekatan ini memungkinkan penggunaan citra klinis, yakni foto lesi kulit yang diambil menggunakan kamera ponsel biasa sebagai sarana deteksi awal yang terjangkau dan mudah diakses. Namun, tantangan utama penggunaan citra klinis adalah variasi kualitas yang tinggi akibat pencahayaan tidak merata, gangguan objek seperti rambut, dan resolusi yang rendah [9]. Faktor-faktor ini terbukti menurunkan akurasi pengenalan lesi kulit oleh model *deep learning* secara signifikan dibanding citra dermoskopik [9].

Untuk mengatasi keterbatasan informasi pada citra klinis, sejumlah studi menunjukkan bahwa penggabungan data pasien seperti usia, jenis kelamin, dan lokasi anatomi lesi dapat memberikan konteks tambahan yang memperkuat akurasi pengenalan pola visual [10],[11]. Kesenjangan penelitian yang teridentifikasi adalah minimnya sistem yang mengintegrasikan citra klinis dengan data pasien dalam arsitektur yang efisien dan kompatibel dengan perangkat *mobile*. Sebagian besar penelitian yang ada masih menggunakan model komputasi berat dan citra dermoskopik, serta belum mengintegrasikan data pasien dalam arsitektur yang ringan dan *mobile-friendly* [12]. Di sisi lain, arsitektur EfficientNet-Lite terbukti efisien untuk *deployment* berbasis *cloud* dengan akurasi yang kompetitif [13]. Namun, *Convolutional Neural Network* (CNN) murni seperti EfficientNet-Lite memiliki keterbatasan karena hanya dapat memproses data visual (citra) dan tidak dapat secara langsung mengolah data tabular (data pasien) [10],[14].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan integrasi multimodal yang menggabungkan data citra dan data pasien dalam satu sistem. Penelitian ini menerapkan arsitektur EfficientNet-Lite B0 sebagai pengekstraksi fitur citra karena karakteristiknya yang ringan dan efisien untuk perangkat *mobile* [13],[15],

serta menggunakan *Multi-Layer Perceptron* (MLP) untuk memproses data pasien. Informasi dari kedua sumber data ini akan disatukan menggunakan teknik *Late Fusion* guna meningkatkan akurasi identifikasi lesi kulit pada dataset MILK10k. Model yang telah dilatih kemudian akan diintegrasikan ke dalam prototipe aplikasi Android melalui *Application Programming Interface* (API) berbasis server *cloud*. Melalui pendekatan sistem *online* ini, pengguna dapat mengambil foto lesi kulit secara *real-time* dan memperoleh hasil prediksi dengan cepat, sementara pembaruan (*update*) sistem medis dapat dilakukan secara terpusat dan fleksibel di sisi *server*. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan solusi deteksi awal yang akurat, efisien, dan mudah diakses khususnya bagi masyarakat di daerah yang mengalami krisis ketersediaan dokter spesialis kulit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan integrasi fitur citra dari EfficientNet-Lite B0 dan data pasien menggunakan *multi-layer perceptron* (MLP) dengan teknik *late fusion* untuk identifikasi lesi kulit?
2. Bagaimana kinerja model integrasi *multimodal* tersebut dalam mengklasifikasikan lesi kulit pada dataset MILK10k berdasarkan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*?
3. Bagaimana mengimplementasikan model sistem deteksi lesi kulit ke dalam prototipe aplikasi *mobile* Android melalui layanan *Application Programming Interface* (API) berbasis *cloud*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan integrasi fitur citra dari EfficientNet-Lite B0 dan data pasien menggunakan *multi-layer perceptron* (MLP) dengan teknik *late fusion* untuk identifikasi lesi kulit.

2. Mengukur kinerja model integrasi multimodal tersebut dalam mengklasifikasikan lesi kulit pada dataset MILK10k berdasarkan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*.
3. Mengimplementasikan model sistem deteksi lesi kulit ke dalam aplikasi *mobile* Android melalui layanan *Application Programming Interface* (API) berbasis *cloud*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada identifikasi lesi kulit menggunakan citra klinis (*clinical close-up images*) yang bersumber dari dataset publik MILK10k.
2. Klasifikasi lesi kulit difokuskan pada 8 kelas diagnostik utama yang terdapat dalam dataset MILK10k, yaitu *Actinic Keratoses and Intraepithelial Carcinoma* (AKIEC), *Basal Cell Carcinoma* (BCC), *Benign Keratosis-Like Lesions* (BKL), *Melanoma* (MEL), *Melanocytic Nevi* (NV), *Squamous Cell Carcinoma* (SCCKA), *Vascular Lesions* (VASC), dan *Dermatofibroma* (DF).
3. Implementasi sistem (*prototipe*) dikembangkan sebagai aplikasi berbasis *online*, di mana model *deep learning* di-*deploy* pada *server cloud* dan diakses oleh aplikasi Android melalui *Application Programming Interface* (API).
4. Sistem yang dikembangkan merupakan alat bantu skrining awal (bukan alat diagnostik klinis resmi) dan tidak dapat menggantikan pemeriksaan serta diagnosis oleh dokter spesialis kulit dan kelamin.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan aplikasi *mobile* berbasis Android sebagai sarana bantu untuk mempermudah proses identifikasi awal lesi kulit secara mandiri. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan model *deep learning* multimodal ringan (*lightweight*) berbasis EfficientNet-Lite B0 yang mengintegrasikan citra klinis dan data pasien menggunakan teknik Late Fusion, sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian serupa di bidang diagnosis penyakit kulit.