

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stunting adalah kondisi kekurangan gizi kronis di masa kehamilan yang berdampak pada gangguan perkembangan otak, kemampuan kognitif dalam janin dan pertumbuhan fisik yang lebih pendek dari standar usianya [1]. Menurut data *World Health Organization* (WHO) sebanyak 149 juta anak dibawah usia 5 tahun di seluruh dunia mengalami stunting. Kondisi ini menjadi masalah kesehatan serius yang berdampak pada anak [2]. Di Indonesia, stunting menempati peringkat kelima sebagai masalah kesehatan dengan prevalensi yang cukup tinggi. Menurut data Kementerian Kesehatan, prevalensi stunting pada balita di Indonesia mencapai 25,6%. Angka ini, menjadikan stunting sebagai masalah gizi utama dengan angka lebih tinggi dibandingkan gizi buruk dan masalah berat badan [3]. Faktor utama stunting adalah gizi buruk yang dialami oleh balita selama masa kehamilan dan anak selama masa balita. Pengobatan stunting sebaiknya tidak hanya dimulai ketika balita sudah mengalami stunting, tetapi perlu dimulai sejak calon ibu merencanakan kehamilannya. Pencegahan stunting dapat dilakukan dengan memastikan bahwa calon ibu memiliki status gizi baik selama masa kehamilan berlangsung.

Hal ini sangat penting, karena salah satu faktor yang mempengaruhi status gizi ibu hamil adalah anemia. Anemia adalah kondisi saat tubuh kekurangan sel darah merah atau hemoglobin (Hb), dimana kadar Hb dalam darah lebih rendah dari batas normalnya. Ibu hamil yang mengalami anemia memiliki risiko empat kali lebih tinggi melahirkan anak stunting dibandingkan ibu yang sehat selama

kehamilan[4]. Persiapan kehamilan perlu dilakukan sejak dini, bahkan sejak pertama kali menstruasi. Perempuan usia produktif yang mengalami anemia saat menstruasi berisiko lebih tinggi mengalami anemia saat hamil. Kondisi ini dapat berdampak jangka panjang, terutama pada usia 18 hingga 40 tahun dan selama kehamilan. Anemia menjadi penyakit ketiga yang paling sering terjadi pada ibu hamil, serta berkontribusi terjadinya risiko stunting. Anemia menjadi masalah kesehatan global yang perlu mendapatkan perhatian khusus, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia [5].

Secara global, angka prevalensi anemia pada ibu hamil sebesar 43,9%, sementara di Asia mencapai 49,4%. Di negara berkembang, sekitar 40% kematian ibu berkaitan dengan penyakit anemia dalam masa kehamilan. Di Indonesia, prevalensi anemia pada ibu hamil mencapai 37,1%, dengan angka tertinggi di pedesaan sebesar 49,5% dan terendah di wilayah perkotaan sebesar 48,3% [6]. Anemia pada ibu hamil yang tidak ditangani dapat menghambat pertumbuhan janin dan meningkatkan risiko komplikasi, seperti kelahiran prematur, bayi dengan berat lahir rendah, hingga kematian ibu dan bayi. Selain itu, anemia selama kehamilan juga dapat menyebabkan stunting pada anak. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), sebanyak 23% bayi yang lahir di Indonesia mengalami stunting [4]. Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap tingginya kasus anemia pada ibu hamil antara lain pernikahan dini dan kehamilan yang tidak direncanakan.

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Republik Indonesia meluncurkan Strategi Nasional Kecerdasan Artifisial tahun 2020 hingga 2045. Strategi ini bertujuan untuk meningkatkan pelayanan kesehatan melalui inovasi

teknologi kecerdasan buatan, guna mempercepat waktu pelayanan, memperluas jangkauan, dan menurunkan biaya kesehatan bagi seluruh masyarakat Indonesia [7]. Minimnya akses layanan kesehatan di pedesaan dan tingginya kasus anemia memerlukan perhatian serius. Pencegahan untuk peningkatan kasus anemia pada ibu hamil, diperlukan sistem deteksi dini yang efektif agar lebih hemat waktu, biaya, dan mudah diakses tanpa kendala jarak. Metode deteksi ini dinilai lebih efektif dan efisien dibandingkan metode invasif yang memerlukan pengambilan darah untuk tes laboratorium. Bagi sebagian orang yang fobia jarum suntik (*trypanophobia*), prosedur medis seperti suntikan atau pengambilan darah dapat menimbulkan ketakutan berlebihan, rasa sakit, dan kecemasan yang tidak rasional. Metode non-invasif melalui pemeriksaan konjungtiva mata menawarkan alternatif yang lebih cepat, nyaman, dan terjangkau. Solusi ini membantu mengurangi hambatan akses layanan kesehatan, terutama bagi masyarakat dengan keterbatasan biaya, jarak, dan waktu untuk pemeriksaan.

Aplikasi serupa pernah dikembangkan untuk pendeteksian anemia secara non-invasif adalah *AnemoCheck Mobile*, *Diagnosis Penyakit Anemia* dan berbagai aplikasi lainnya. Namun, aplikasi tersebut hanya dapat mendeteksi anemia melalui analisis warna kuku, penggunaan kuesioner terkait gejala anemia, serta memberikan saran nutrisi dan gaya hidup untuk pencegahannya. Diperlukan pengembangan aplikasi untuk deteksi dini anemia pada perempuan usia produktif secara non-invasif sebagai pencegahan stunting. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah analisis kepuatan citra konjungtiva mata dalam upaya pencegahan stunting sejak dini. Untuk mendukung pendekatan ini, dikembangkan sebuah model deteksi

berbasis *deep learning* dengan menggunakan arsitektur *MobileNetV2*. Model ini dirancang untuk mengolah data citra konjungtiva mata guna mengklasifikasikan kondisi anemia berdasarkan tingkat kepuccatan. *MobileNetV2* merupakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang ringan dan efisien, sehingga memudahkan dalam implementasikan pada perangkat mobile.

Berdasarkan permasalahan yang telah ada, penelitian ini menjadi langkah penting dalam membantu perempuan usia produktif dengan mendeteksi anemia secara dini sebagai upaya pencegahan stunting melalui pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan. Aplikasi ini menyediakan solusi yang cepat, akurat, dan terjangkau untuk mendeteksi anemia sejak dini secara non-invasif, sehingga prosesnya lebih mudah dan efektif. Melalui fitur-fitur inovatifnya, Aplikasi ini berperan dalam meningkatkan kesadaran, pengetahuan, dan kesehatan terutama bagi perempuan usia produktif. Dengan demikian, aplikasi ini diharapkan dapat berkontribusi dalam menurunkan angka anemia dan stunting serta meningkatkan kualitas hidup ibu dan anak di Indonesia.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Terdapat beberapa tujuan yang diperoleh berdasarkan permasalahan dari diatas yaitu sebagai berikut:

1. Mengembangkan aplikasi berbasis *Artificial Intelligence* (AI) untuk deteksi dini anemia secara non-invasif pada perempuan usia produktif sebagai upaya pencegahan stunting.

2. Deteksi anemia dilakukan secara *real-time* melalui analisis citra konjungtiva mata menggunakan arsitektur *MobileNetV2*.
3. Mengetahui performa model deteksi anemia berbasis arsitektur *MobileNetV2* melalui evaluasi menggunakan *confusion matrix*, serta melakukan pengujian aplikasi melalui metode *black box testing* dan *acceptance testing*.

1.2.2 Manfaat

Terdapat beberapa manfaat yang didapat dari pembuatan laporan ini antara lain sebagai berikut:

1. Mempersiapkan perempuan usia produktif seperti calon ibu dan calon pengantin dalam pencegahan stunting pada anak dengan pendeteksian anemia secara mandiri menggunakan konjungtiva mata.
2. Meningkatkan kesadaran calon ibu akan pentingnya pencegahan stunting sejak persiapan kehamilan untuk menjaga kesehatan tubuh calon ibu dan anak.
3. Deteksi dini membantu mengidentifikasi calon pengantin perempuan yang mengalami anemia, sehingga dapat mencegah terjadinya stunting pada anak sebelum perencanaan kehamilan.

1.3 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pendeteksian anemia berbasis *mobile* dengan metode non-invasif menggunakan citra konjungtiva mata dengan memanfaatkan arsitektur *MobileNetV2*. Aplikasi ini dirancang untuk membantu perempuan usia produktif dalam mendeteksi anemia secara mandiri sebagai pencegahan stunting secara dini. Dengan memanfaatkan citra konjungtiva mata sebagai objek analisis awal, sistem ini bertujuan untuk

mendeteksi anemia secara dini dengan metode non-invasif. Selain itu, aplikasi ini juga menyediakan riwayat deteksi, fasilitas kesehatan terdekat untuk penanganan anemia pada ibu hamil, konsultasi dengan dokter bagi pengguna yang terindikasi mengalami suspek anemia berdasarkan analisis awal konjungtiva, *chatbot* dan artikel kesehatan yang edukatif tentang pentingnya deteksi anemia secara dini sebagai upaya pencegahan stunting pada anak.

Penelitian mengenai deteksi anemia secara non-invasif telah dilakukan oleh Rita Magdalena dkk pada tahun 2022 [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kondisi seseorang, apakah dalam keadaan normal atau mengalami anemia melalui analisis citra konjungtiva secara non-invasif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma *Convolution Neural Network* dengan teknik *deep learning*. Model yang dihasilkan dari penelitian ini mencapai akurasi 94% dengan nilai rata-rata presisi, *recall* dan *f-1 score* yaitu 0.935, 0.94, dan 0.935. Penelitian ini memiliki kelebihan yaitu sistem telah diimplementasikan pada aplikasi *Android*, memungkinkan deteksi anemia dilakukan secara *real-time* dan non-invasif melalui citra konjungtiva. Namun, kekurangan dari penelitian ini terletak pada keterbatasan fitur aplikasi, yang hanya fokus pada deteksi tanpa adanya integrasi lanjutan.

Penelitian lain, mengenai pendeteksian anemia sebagai alternatif pemeriksaan dengan melihat tingkat kepuccatan konjungtiva mata oleh Elva Amalia dkk pada tahun 2023 [9]. Penelitian ini bertujuan mempermudah pendeteksian anemia tanpa harus mengambil sampel darah atau uji laboratorium, sehingga memungkinkan adanya pemeriksaan secara non-invasif. Penelitian ini, mengembangkan sistem deteksi menggunakan *transfer learning* dengan arsitektur

AlexNet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model deteksi menghasilkan akurasi sebesar 85% dengan waktu *training* selama 16 menit 13 detik. Kelebihan penelitian ini adalah penggunaan metode *transfer learning* yang disertai dengan pengujian *hyperparameter* seperti *batch size* dan *epoch* untuk meningkatkan performa model. Namun, penelitian ini hanya menghasilkan sebuah model yang cukup optimal. Dapat disimpulkan bahwa Penggunaan transfer learning dan pengujian *hyperparameter* meningkatkan performa, meski hasilnya masih bisa dioptimalkan lebih lanjut.

Penelitian deteksi anemia untuk pencegahan stunting pada remaja telah dilakukan oleh puspita dkk pada tahun 2023 [10]. Kejadian kehamilan remaja yang semakin tinggi menjadi salah satu faktor penyebab tingginya stunting. Hasil observasi menunjukkan kurangnya pencegahan stunting pada remaja sehingga perlu pendampingan untuk peningkatan pengetahuan remaja agar terhindar dari stunting. Dilakukan kegiatan pengabdian pendampingan remaja sejumlah 50 orang, terdiri dari tiga tahap yaitu memberikan edukasi dan sosialisasi pencegahan stunting, persiapan kehamilan sehat, pentingnya Tablet Tambah Darah (TTD), cara mengkonsumsi, demonstrasi deteksi anemia, pemeriksaan Hb pre-intervensi. Hasil yang diperoleh terdapat peningkatan pengetahuan sebesar 28%, peningkatan kadar Hb sebesar 28% dan adanya kemandirian remaja dalam mendeteksi anemia dan mengkonsumsi TTD.

Beberapa penelitian mengenai sistem deteksi anemia menggunakan citra konjungtiva mata telah dilakukan. Salah satunya adalah Muljono dkk pada tahun 2024 [11], yang melakukan penelitian tentang pendeteksian anemia secara non-

invasif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem diagnosis anemia berbasis citra konjungtiva sebagai upaya mengurangi prevalensi anemia dikalangan masyarakat. Selain itu, biaya yang mahal juga menjadi hambatan dalam melakukan diagnosis anemia secara dini. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah memanfaatkan arsitektur *MobileNetV2* yang terintegrasi dengan algoritma *Support Vector Machine (SVM)*. Penelitian ini menghasilkan model yang dapat mengidentifikasi anemia melalui konjungtiva mata dengan akurasi 93%. Kelebihan dari penelitian ini adalah penggunaan kombinasi *MobileNetV2* dan *SVM* yang menghasilkan akurasi tinggi. Namun, kekurangan dari penelitian ini adalah fokus yang masih terbatas pada klasifikasi citra konjungtiva. Dengan menggunakan kombinasi algoritma, deteksi anemia secara non-invasif melalui konjungtiva mata dapat dilakukan secara efektif dengan hasil yang optimal.

Penelitian deteksi anemia secara non-invasif pada remaja putri berbasis citra konjungtiva mata pernah dilakukan oleh hepatica dkk pada tahun 2025 [12]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi anemia menggunakan kombinasi arsitektur *MobileNetV2* dan *Support Vector Machine (SVM)*, serta mengimplementasikannya ke dalam aplikasi CeSLA. Model dibangun menggunakan dataset citra konjungtiva perempuan yang telah dianotasi berdasarkan nilai hemoglobin dan citra konjungtivanya. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model menghasilkan nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* sebesar 0.91-0.92 untuk masing-masing kelas dengan *macro average* sebesar 0.92, menandakan performa klasifikasi yang akurat dan seimbang. Namun, kekurangan dari penelitian ini adalah fokus yang masih terbatas pada pendeteksian anemia

untuk remaja putri.

Berikut ini perbandingan pada Tabel 1.1 yang memuat hasil penelitian sebelumnya sebagai referensi dari penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 1. 1 Ringkasan Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Teknologi	Hasil	Pembeda
1.	<i>Convolution Neural Network For Anemia Detection Based On Conjunctiva Palpebral Images.</i>	<i>Artificial Intelligence</i> (Kecerdasan buatan) dan aplikasi deteksi anemia berbasis <i>mobile.</i>	Menghasilkan model menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) dengan pencapaian akurasi sebesar 94% .	Mengembangkan aplikasi deteksi anemia berbasis <i>mobile</i> dengan fitur pendukung yang membantu penanganan anemia, serta implementasi model deteksi menggunakan arsitektur <i>MobileNetV2.</i>
2.	Klasifikasi Penyakit anemia berbasis Citra <i>Palpebral Konjungtiva</i>	<i>Artificial Intelligence</i> (Kecerdasan buatan)	Menghasilkan model menggunakan arsitektur <i>AlexNet</i> dengan akurasi sebesar	Penelitian dilakukan dengan mengembangkan model deteksi anemia dengan implementasi

	Dengan Algoritma <i>Transfer Learning</i> .		85%	arsitektur <i>MobileNetV2</i> , serta mengembangkan aplikasi berbasis <i>mobile</i> .
3.	Peningkatan Pengetahuan Dan Deteksi Anemia Pada Remaja Melalui Peran Karang Taruna Dalam Upaya Pencegahan Stunting	Penggunaan Tablet Tambah Darah (TTD)	Peningkatan pengetahuan sebesar 28%, peningkatan kadar Hb sebesar 28% dan adanya kemandirian remaja dalam mendeteksi anemia dan mengkonsumsi TTD.	Penelitian dilakukan dengan membangun model deteksi berbasis AI dan mengimplementasikan dalam aplikasi berbasis <i>mobile</i> dalam melakukan pendeteksian anemia secara dini sebagai analisis awal.
4.	<i>Breaking Boundaries in Diagnosis: Non-Invasive Anemia Detection</i>	<i>Artificial Intelligence</i> (Kecerdasan buatan)	Menghasilkan model dengan kombinasi algoritma <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	Penelitian dilakukan dengan mengembangkan model deteksi anemia dengan implementasi

	<i>Empowered by AI.</i>		+ <i>MobileNetV2</i> dengan akurasi sebesar 93%.	arsitektur <i>MobileNetV2</i> , serta mengembangkan aplikasi berbasis <i>mobile</i> .
5.	CesLA (Cegah Stunting Lewat Anemia): Deteksi Anemia Non-Invasif pada Remaja Putri Berbasis Citra Konjungtiva	<i>Artificial Intelligence</i> (Kecerdasan buatan) dan aplikasi berbasis <i>mobile</i> .	Menghasilkan model dengan algoritma <i>Support Vector Machine (SVM)</i> + <i>MobileNetV2</i> dengan nilai <i>precision, recall,</i> dan <i>f1-score</i> sebesar 0,91–0,92 dan <i>macro average</i> sebesar 0.92.	Penelitian dilakukan dengan membuat model deteksi anemia yang diimplementasikan ke arsitektur <i>MobileNetV2</i> , serta mengembangkan aplikasi berbasis <i>mobile</i> yang merujuk pada perempuan usia produktif.

Dari beberapa penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian yang telah dilakukan masih berfokus pada pengembangan model deteksi. Beberapa penelitian lain, telah mengimplementasikan model deteksi anemia pada perangkat *mobile*, namun fungsionalitas aplikasi yang dikembangkan masih terbatas. Integrasi

aplikasi tersebut hanya fitur utama seperti deteksi anemia dan riwayat deteksi. Selain itu, sasaran pada penelitian sebelumnya masih bersifat umum dan belum secara spesifik mengarah pada target yang memiliki risiko tinggi mengalami anemia, seperti perempuan usia produktif. Dilihat dari data prevalensi anemia yang terjadi pada perempuan usia produktif, calon pengantin wanita dan ibu hamil sangat berpengaruh membawa terhadap risiko stunting pada anak jika masih terdeteksi anemia selama masa kehamilannya berlangsung.

1.4 Data Penelitian

1.4.1 Dataset

Pengembangan aplikasi ini memerlukan dataset untuk mendukung proses pembuatan aplikasi. Berikut adalah beberapa dataset yang digunakan dalam pengembangan aplikasi tersebut.

1) Dataset Konjungtiva Mata

Pengembangan sistem ini memanfaatkan dataset citra konjungtiva mata yang diperoleh dari IEEE Dataport, yaitu dataset *Eyes Defy Anemia*, sebagai sumber data utama. Dataset ini terdiri dari data pasien Italy dan India yang berjumlah 218 gambar. Setiap pasien dalam dataset memiliki tiga jenis citra, yaitu citra konjungtiva *palpebral*, konjungtiva *forniceal*, serta citra gabungan antara *palpebral* dan *forniceal*. Selain gambar, dataset ini juga dilengkapi dengan *file Excel* (.xlsx) untuk masing-masing pasien yaitu *italy.xlsx* dan *india.xlsx* yang berisikan informasi berupa kadar hemoglobin (Hb) yang telah diukur di laboratorium, usia, serta jenis kelamin [13]. Berikut ini adalah dataset konjungtiva yang ditampilkan pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Dataset Konjungtiva

2) Dataset *Chatbot*

Dalam pengembangan *chatbot*, diperlukan dataset JSON yang berisikan informasi edukatif kepada pengguna tentang penyakit anemia serta upaya pencegahan stunting sejak dini. Dataset terdiri dari beberapa komponen seperti *tag* untuk kategori pertanyaan, *patterns* sebagai pola pertanyaan dan *responses* berisi jawaban. Seluruh data telah disusun dalam format yang dapat diproses oleh sistem, sehingga mendukung pengembangan *chatbot* secara optimal. Berikut ini adalah dataset *chatbot* yang ditampilkan pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Sample Dataset *Chatbot*

No.	Tag	Patterns	Response
1.	anemia_definition	Apa itu anemia, Definisi anemia, dan Pengertian anemia.	Anemia adalah kondisi kurangnya sel darah merah atau hemoglobin dalam darah, yang dapat menyebabkan kelelahan dan kurangnya oksigen dalam

			tubuh.
2.	anemia_types	Apa jenis-jenis anemia, Macam-macam anemia, dan Bagaimana klasifikasi anemia.	Ada beberapa jenis anemia, termasuk anemia defisiensi besi, anemia sel sabit, anemia pernicious, dan lainnya, masing-masing dengan penyebab dan karakteristiknya sendiri.
3.	anemia_causes	Apa penyebab anemia dan Apa yang bisa menyebabkan seseorang mengalami anemia.	Anemia bisa disebabkan oleh kekurangan zat besi, defisiensi vitamin B12 atau asam folat, penyakit kronis, atau masalah genetik seperti sel sabit.

3) Data *Assesment*

Dalam pengembangan aplikasi ini, diperlukan data *assesment* untuk keperluan pemetaan dan analisis penggunaan aplikasi. Data asesmen tersebut telah melalui proses validasi bersama *expert* guna memastikan kelayakan dan relevansinya terhadap tujuan penelitian. Berikut ini merupakan data *assesment* yang digunakan dalam pengembangan aplikasi pada tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Data *Assesment*

No.	Pertanyaan
1.	Apakah anda sudah menikah?
2.	Apakah anda sedang mempersiapkan kehamilan?
3.	Apakah Anda sedang hamil?
4.	Apa Tujuan anda menggunakan aplikasi ini?

1.4.2 Alat Penelitian

Dalam pengembangan aplikasi ini, diperlukan beberapa alat penelitian untuk mendukung proses pengembangan agar lebih efisien. Berikut adalah beberapa alat penelitian yang digunakan dalam pengembangan aplikasi.

- 1) Vs Code : Digunakan sebagai pengintegrasian sistem *artificial Intelligence, FrontEnd* dan *BackEnd*.
- 2) Figma : Alat pembuatan desain antarmuka pengguna (UI).
- 3) *Google Collab* : Untuk pengembangan model deteksi anemia dan *chatbot*
- 4) Flutter : Untuk pengembangan *FrontEnd*.
- 5) Flask : Untuk pengembanngan *BackEnd* dan implementasi sistem *artificial Intelligence*.
- 6) Postman : Untuk menguji API yang berinteraksi dengan *server* atau layanan *cloud*.

- 7) *Microsoft word* : Digunakan untuk menulis dokumentasi proyek, laporan, dan panduan pengguna.
- 8) *Mendeley* : Digunakan untuk melakukan tinjauan pustaka atau rujukan literatur penelitian sebelumnya.
- 9) *AMD Ryzen 7* : Digunakan untuk melakukan pengembangan aplikasi.
- 10) *Mysql* : Menyimpan dan mengelola data aplikasi.
- 11) *Google Cloud* : Digunakan untuk pembuatan *API key maps*.
- 12) *Xampp* : Untuk *server local* dalam pengembangan aplikasi.