

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anemia merupakan salah satu masalah kesehatan global yang masih memiliki prevalensi tinggi dan berdampak serius terhadap kualitas hidup, produktivitas, serta kondisi kesehatan masyarakat. Anemia terjadi ketika kadar hemoglobin dalam darah berada di bawah batas normal sehingga distribusi oksigen ke seluruh tubuh menjadi terganggu. Kondisi ini dapat menyebabkan kelelahan, menurunnya konsentrasi, gangguan sistem imun, hingga meningkatkan risiko komplikasi seperti gangguan pertumbuhan dan komplikasi kehamilan (World Health Organization[WHO], 2023). Menurut World Health Organization (WHO), sekitar 30% populasi dunia mengalami anemia, terutama wanita usia produktif, ibu hamil, dan anak-anak (WHO, 2023). Di Indonesia, prevalensi anemia pada ibu hamil mencapai 48,9% sehingga menunjukkan bahwa anemia masih menjadi permasalahan kesehatan yang serius dan memerlukan deteksi dini yang lebih efektif (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

Proses diagnosis anemia umumnya dilakukan melalui pemeriksaan laboratorium seperti Complete Blood Count (CBC) dan pemeriksaan hemoglobin. Namun, metode tersebut membutuhkan biaya, waktu, serta tenaga medis yang memadai sehingga pada beberapa fasilitas kesehatan proses deteksi anemia masih belum optimal (Pullakhandam & Mcroy, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis teknologi yang mampu membantu proses deteksi anemia secara lebih cepat dan akurat. Perkembangan Artificial Intelligence (AI) dan machine learning telah banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan untuk meningkatkan akurasi diagnosis penyakit. Salah satu algoritma yang memiliki performa tinggi adalah XGBoost karena mampu menangani data medis yang kompleks serta memberikan performa klasifikasi yang tinggi pada prediksi anemia berbasis data hematologi (Darshan, Sampathila, Bairy, & Prabhu, 2025). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa XGBoost mampu mencapai performa yang sangat baik dalam klasifikasi anemia berbasis data hematologi (Amalia, 2025; Farooq et al., 2025; Open et al., 2024). Namun, model XGBoost masih memiliki kelemahan karena bersifat black-box sehingga hasil prediksi sulit dipahami oleh tenaga medis (Noviandy, Idroes, Suhendra, & Bakri, 2024; Open et al., 2024).

Untuk mengatasi masalah tersebut, pendekatan Explainable Artificial Intelligence (XAI) seperti SHAP (SHapley Additive exPlanations) digunakan agar proses pengambilan keputusan model dapat dijelaskan secara lebih transparan (Amalia, 2025; Open et al., 2024; Putro, Vlandari, & Saptomo, 2020). Selain itu, data hematologi juga memiliki karakteristik yang tidak pasti karena beberapa parameter seperti hemoglobin, MCV, dan MCH sering berada pada rentang ambigu. Oleh sebab itu, metode Fuzzy Logic diperlukan untuk menangani ketidakpastian data dan mengklasifikasikan tingkat risiko anemia secara lebih fleksibel (Amalia, 2025). Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada peningkatan akurasi klasifikasi tanpa menggabungkan aspek interpretabilitas dan penanganan ketidakpastian data medis secara bersamaan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan model Explainable Hybrid XGBoost Fuzzy Logic Model for Accurate Anemia Detection and Risk Classification yang mengintegrasikan XGBoost, Fuzzy Logic, dan

Explainable AI. Kombinasi metode tersebut diharapkan mampu menghasilkan sistem deteksi anemia yang lebih akurat, transparan, dan adaptif sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam bidang kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana membangun model Explainable Hybrid XGBoost Fuzzy Logic yang mampu mendeteksi anemia dan mengklasifikasikan tingkat risiko secara akurat berdasarkan parameter hematologi?
2. Bagaimana penerapan metode Explainable Artificial Intelligence (XAI) menggunakan SHAP dalam meningkatkan interpretabilitas dan transparansi hasil prediksi model deteksi anemia?
3. Bagaimana performa dan efektivitas integrasi XGBoost, Fuzzy Logic, dan Explainable AI berdasarkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *AUC* pada klasifikasi anemia?

1.3 Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih terarah dan fokus sesuai tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Dataset yang digunakan berasal dari pihak ketiga berupa *Anemia Disease Dataset* yang berisi parameter hematologi seperti hemoglobin, MCV, MCH, MCHC, serum iron, dan parameter CBC lainnya.
2. Penelitian hanya berfokus pada proses deteksi anemia dan klasifikasi tingkat risiko anemia berdasarkan data hematologi menggunakan metode XGBoost, Fuzzy Logic, dan Explainable Artificial Intelligence (XAI).
3. Teknik Explainable AI yang digunakan dalam penelitian ini adalah SHAP (*SHapley Additive exPlanations*), sedangkan evaluasi model dilakukan menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *AUC*.
4. Penelitian tidak membahas penanganan medis atau terapi pasien anemia serta tidak melakukan implementasi sistem secara langsung pada rumah sakit atau perangkat medis *real-time*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan model Explainable Hybrid XGBoost Fuzzy Logic untuk mendeteksi anemia dan mengklasifikasikan tingkat risiko secara akurat berdasarkan parameter hematologi.
2. Mengimplementasikan metode Explainable Artificial Intelligence (XAI) menggunakan SHAP untuk meningkatkan interpretabilitas dan transparansi hasil prediksi model.
3. Menganalisis performa dan efektivitas integrasi XGBoost, Fuzzy Logic, dan Explainable AI berdasarkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *AUC* dalam sistem deteksi anemia.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Bagi Tenaga Medis

Penelitian ini diharapkan dapat membantu tenaga medis dalam mendeteksi anemia dan mengidentifikasi tingkat risiko pasien secara lebih cepat, akurat, dan mudah dipahami.

b. Bagi Institusi Kesehatan

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai sistem pendukung keputusan (decision support system) dalam proses skrining anemia berbasis data hematologi.

c. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menjadi sarana pengembangan kemampuan dalam penerapan machine learning, Fuzzy Logic, dan Explainable AI pada bidang kesehatan.

d. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan penelitian berbasis kecerdasan buatan pada bidang medis.

e. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya deteksi dini anemia sehingga risiko komplikasi akibat keterlambatan diagnosis dapat diminimalkan.