



PENDEKATAN NON-INVASIF UNTUK DETEKSI KOLESTEROL MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA IRIS DAN MACHINE LEARNING

Rifki Rohidin¹⁾, Rizal Rachman²⁾

¹ ARS University

² ARS University

email: ¹ kierif22@gmail.com, ² rizalrachman@ars.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 16 Maret 2026

Accepted : 28 Mei 2026

Published : 27 Bulan Tahun

Keywords:

Kadar Kolesterol,
GLCM,
SVM,
Situs Web,
Kecerdasan Buatan

IEEE style in citing this article:

R. Rohidin, R. Rachman, "Pendekatan Non-Invasif untuk Deteksi Kolesterol Menggunakan Pengolahan Citra Iris dan Machine Learning", *jurnal.ilmiah.informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 107-117, Juni. 2026.

ABSTRACT

High cholesterol levels are a major risk factor for cardiovascular disease, making early detection highly important. However, limited access to healthcare services and the high cost of laboratory examinations hinder routine screening within the community. This study aims to develop an Artificial Intelligence (AI)-based cholesterol detection system through iris image analysis as a practical and efficient solution. The Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) method is used to extract texture features from iris images, while Support Vector Machine (SVM) is applied to classify cholesterol levels. The system is designed as a web-based platform to improve accessibility, especially for communities in areas with limited healthcare facilities. Uploaded iris images are analyzed to produce cholesterol level classifications along with follow-up recommendations when high-risk conditions are detected. The expected outcomes of this research include a scientific article published in a nationally accredited Sinta 3 journal and Intellectual Property Rights in the form of copyright protection for the web application. The targeted Technology Readiness Level (TRL) is level 3 through experimental testing. This research is expected to contribute to improving access to innovative and sustainable early cholesterol detection.

1. PENDAHULUAN

Kolesterol merupakan salah satu komponen lipid penting yang berperan dalam pembentukan membran sel serta mendukung berbagai proses metabolisme tubuh. Namun, kadar kolesterol yang berlebih dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, seperti penyakit jantung koroner dan stroke, yang menjadi penyebab utama kematian di dunia. Perkembangan penelitian terbaru menunjukkan bahwa hiperkolesterolemia memiliki hubungan erat dengan berbagai gangguan sistemik dan dapat dideteksi melalui pendekatan berbasis Artificial Intelligence (AI) pada citra mata dan retina [1], [2], [3].

Metode pemeriksaan kolesterol yang umum digunakan saat ini masih mengandalkan pengambilan sampel darah di laboratorium. Prosedur tersebut bersifat invasif, membutuhkan waktu, biaya, serta persiapan tertentu sebelum pemeriksaan dilakukan. Kondisi ini menjadi salah satu kendala bagi masyarakat untuk melakukan pemeriksaan secara rutin. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif yang lebih praktis, cepat, dan non-invasif untuk membantu deteksi dini kadar kolesterol dalam tubuh [4], [5].

Perkembangan teknologi pengolahan citra dan AI membuka peluang baru dalam diagnosis penyakit berbasis citra mata. Iris mata memiliki pola unik yang dapat mencerminkan kondisi kesehatan seseorang, termasuk indikasi kadar kolesterol. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa analisis citra iris dapat digunakan untuk mendeteksi hiperkolesterolemia melalui identifikasi sodium ring dan pola tekstur tertentu pada iris [6], [7]. Selain itu, pendekatan berbasis AI pada citra mata juga telah digunakan untuk memprediksi berbagai

penyakit sistemik dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi [8], [9].

Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) merupakan salah satu teknik ekstraksi fitur tekstur yang banyak digunakan dalam pengolahan citra medis. GLCM mampu merepresentasikan karakteristik tekstur citra melalui fitur seperti contrast, correlation, energy, dan homogeneity. Penelitian oleh Hapsari dkk. menunjukkan bahwa fitur tekstur berbasis Gray-Level Haralick mampu digunakan untuk deteksi dini diabetes mellitus dan kolesterol tinggi melalui citra iris [10]. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa kombinasi metode GLCM dengan teknik klasifikasi machine learning mampu meningkatkan performa identifikasi pola pada citra iris [11].

Dalam proses klasifikasi, algoritma Support Vector Machine (SVM) dikenal memiliki performa yang baik dalam memisahkan data berdasarkan hyperplane optimal. SVM banyak digunakan pada penelitian klasifikasi citra medis karena kemampuannya menangani data berdimensi tinggi dan pola non-linear. Penelitian terkait analisis iris menggunakan machine learning menunjukkan bahwa metode berbasis AI, termasuk SVM dan Neural Network, mampu meningkatkan akurasi deteksi penyakit sistemik dan metabolik [4], [7], [12]. Pendekatan lain seperti kombinasi wavelet transform, Particle Swarm Optimization (PSO), serta deep learning juga telah digunakan untuk meningkatkan akurasi deteksi kolesterol melalui citra iris [13], [12].

Meskipun demikian, beberapa penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan, seperti jumlah dataset yang relatif sedikit, kompleksitas metode yang tinggi, serta adanya noise pada citra iris yang dapat mempengaruhi hasil ekstraksi fitur. Variasi kondisi pencahayaan, kualitas citra, serta perbedaan

karakteristik iris antar individu juga menjadi tantangan dalam pengembangan sistem deteksi berbasis AI [7], [9]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan metode yang lebih stabil, efisien, dan mudah diimplementasikan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) untuk mendeteksi kadar kolesterol melalui citra iris secara non-invasif. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan alternatif sistem deteksi dini kolesterol yang praktis, efisien, dan dapat diimplementasikan sebagai sistem berbasis web guna meningkatkan akses layanan kesehatan masyarakat..

Berdasarkan latar belakang, penelitian ini bertujuan menjawab pertanyaan utama berikut:

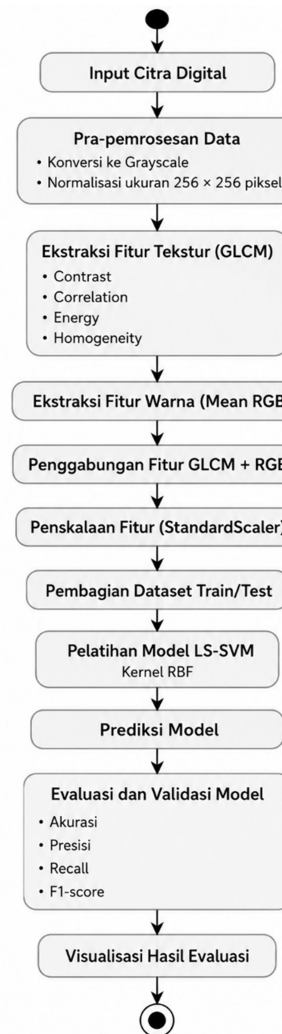
1. Bagaimana metode analisis citra iris dapat digunakan untuk mendeteksi kadar kolesterol dalam tubuh secara non-invasif?
2. Seberapa akurat metode Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dalam mengekstraksi fitur tekstur yang berkaitan dengan kadar kolesterol?
3. Bagaimana performa algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam mengklasifikasikan kadar kolesterol berdasarkan fitur yang diekstraksi?.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan citra iris dari dataset publik, dengan metode ekstraksi fitur tekstur GLCM dan klasifikasi SVM. Tools utama mencakup perangkat lunak untuk pengembangan model machine learning serta platform untuk pembuatan website deteksi kadar kolesterol. Tahapan penelitian dijelaskan melalui lingkup riset penelitian, diagram

alir penelitian, serta indikator luaran penelitian.

Tahapan pengujian metode memerlukan diagram alir penelitian yang jelas sebagai panduan proses penelitian. Gambar 1. menampilkan diagram alir yang mencakup seluruh tahapan dalam mendeteksi kadar kolesterol dari citra iris.



Gambar 1. Diagram alur klasifikasi citra iris menggunakan metode GLCM dan SVM

2.1. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Penelitian ini diawali dengan tahapan identifikasi masalah yang

bertujuan untuk memahami keterkaitan antara pola tekstur citra iris dan kondisi kadar kolesterol. Identifikasi dilakukan melalui studi literatur terhadap penelitian sebelumnya yang membahas biometrik iris, analisis tekstur, serta penerapan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan *Support Vector Machine* (SVM).

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana mengekstraksi karakteristik tekstur iris yang mampu merepresentasikan perbedaan kondisi kolesterol, serta bagaimana model klasifikasi dapat memisahkan kedua kelas secara optimal. Tahapan sistem meliputi:

- Pra-pemrosesan citra
- Ekstraksi fitur tekstur (GLCM)
- Pembagian dataset
- Pelatihan model SVM
- Evaluasi dan validasi model

a. Formulasi *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM)

Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) merupakan metode analisis tekstur yang merepresentasikan hubungan spasial antar piksel dalam citra. Secara matematis, GLCM dinyatakan sebagai:

$$P(i, j, d, \theta)$$

Keterangan:

- i → intensitas piksel referensi
- j → intensitas piksel tetangga
- d → jarak antar piksel
- θ → orientasi sudut

b. Formula Fitur Tekstur GLCM

1. Contrast

Mengukur tingkat perbedaan intensitas piksel pada citra, sehingga menunjukkan tingkat kejelasan tekstur.

$$\text{Contrast} = \sum_{i,j} (i - j)^2 P(i, j)$$

2. Correlation

Mengukur hubungan atau keterkaitan antar piksel dalam citra untuk melihat pola tekstur.

$$\text{Correlation} = \sum_{i,j} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)P(i, j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

3. Energy

Mengukur tingkat keseragaman tekstur pada citra; semakin tinggi nilai energy, semakin homogen teksturnya.

$$\text{Energy} = \sum_{i,j} P(i, j)^2$$

4. Homogeneity

Mengukur kedekatan distribusi elemen piksel pada citra, sehingga menunjukkan tingkat kemiripan tekstur.

$$\text{Homogeneity} = \sum_{i,j} \frac{P(i, j)}{1 + |i - j|}$$

2.2. Pra-pemrosesan Data

Pra-pemrosesan data dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra iris serta memastikan keseragaman data sebelum dilakukan proses ekstraksi fitur. Tahapan ini bertujuan untuk mengurangi variasi citra yang tidak relevan terhadap analisis tekstur.

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 152 citra iris, yang terbagi menjadi:

- 77 citra iris Normal
- 75 citra iris Beresiko Kolesterol

Seluruh citra kemudian melalui beberapa tahapan pra-pemrosesan, yaitu konversi citra ke dalam format grayscale dan normalisasi ukuran citra menjadi 256×256 piksel. Konversi grayscale bertujuan untuk menyederhanakan representasi citra dengan menitikberatkan pada distribusi intensitas piksel, sedangkan normalisasi ukuran dilakukan untuk menjaga konsistensi dimensi data.

Tahapan pra-pemrosesan ini memastikan bahwa fitur tekstur yang dihasilkan benar-benar merepresentasikan karakteristik iris, bukan dipengaruhi oleh variasi resolusi maupun warna citra.

2.3. Pembagian Dataset dan Persiapan Data

Dataset hasil pra-pemrosesan selanjutnya dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan rasio 80:20. Pembagian dataset dilakukan secara acak untuk menjaga representasi distribusi data pada kedua kelompok.

Berdasarkan rasio tersebut diperoleh:

- 121 citra sebagai data latih (training data)
- 31 citra sebagai data uji (testing data)

Data latih digunakan untuk membangun model klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM), sedangkan data uji digunakan untuk mengevaluasi performa model.

Setiap citra direpresentasikan dalam bentuk vektor fitur numerik hasil ekstraksi GLCM, yang kemudian digunakan sebagai masukan pada proses pelatihan dan pengujian model.

2.4. Pemrosesan Citra Berbasis GLCM untuk Identifikasi Pola

Pemrosesan citra pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

untuk mengidentifikasi pola tekstur pada citra iris. Tahapan ini bertujuan untuk mengekstraksi karakteristik tekstur yang mampu merepresentasikan perbedaan kondisi kadar kolesterol.

Citra iris hasil pra-pemrosesan direpresentasikan dalam bentuk matriks intensitas grayscale, yang kemudian digunakan untuk membangun matriks GLCM. Matriks ini menggambarkan hubungan spasial antar piksel berdasarkan pasangan tingkat keabuan pada jarak tertentu d dan orientasi sudut θ , yang dinyatakan sebagai $P(i, j, d, \theta)$.

Pada penelitian ini, GLCM dihitung dengan parameter jarak piksel $d = 1$ serta orientasi sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° . Pendekatan multi-orientasi ini bertujuan untuk memperoleh representasi tekstur yang lebih stabil. Dari matriks GLCM yang dihasilkan, diekstraksi fitur tekstur berupa *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*, yang merepresentasikan variasi, keterkaitan, serta keseragaman tekstur citra iris.

Nilai fitur tekstur tersebut selanjutnya disusun dalam bentuk vektor fitur numerik sebagai representasi kuantitatif pola iris. Variasi nilai fitur antar citra mencerminkan perbedaan karakteristik tekstur yang digunakan sebagai dasar identifikasi pola dan proses klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine* (SVM).

2.5. Pengembangan dan Pelatihan Model SVM

Model klasifikasi pada penelitian ini dikembangkan menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM). Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam memisahkan data berdasarkan hyperplane optimal serta efektivitasnya dalam menangani data berdimensi rendah maupun tinggi.

Proses pelatihan model dilakukan menggunakan vektor fitur numerik hasil ekstraksi GLCM. Setiap citra iris direpresentasikan dalam bentuk fitur tekstur yang berfungsi sebagai masukan bagi model klasifikasi.

Pada penelitian ini, SVM diimplementasikan menggunakan kernel Radial Basis Function (RBF). Kernel RBF digunakan karena kemampuannya dalam menangani pola data yang bersifat non-linear melalui transformasi ruang fitur. Parameter yang digunakan dalam model SVM meliputi:

- Kernel = Radial Basis Function (RBF)
- C (Regularization Parameter) = 1.0
- Gamma = scale

Parameter C berperan dalam mengontrol keseimbangan antara margin hyperplane dan tingkat kesalahan klasifikasi, sedangkan parameter gamma menentukan tingkat pengaruh setiap data terhadap pembentukan batas keputusan. Model SVM kemudian dilatih menggunakan data latih untuk membangun fungsi keputusan yang mampu memisahkan kelas Normal dan Beresiko Kolesterol secara optimal.

2.6. Evaluasi dan Validasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk mengukur kinerja algoritma klasifikasi dalam mengenali pola tekstur citra iris. Proses ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan model dalam membedakan kelas Normal dan Beresiko Kolesterol.

Pada penelitian ini, performa model dievaluasi menggunakan beberapa metrik, yaitu *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Pemilihan metrik tersebut didasarkan pada kemampuannya dalam memberikan gambaran komprehensif terhadap kinerja model klasifikasi.

Accuracy digunakan untuk mengukur tingkat ketepatan prediksi model secara keseluruhan. Metrik ini menunjukkan proporsi data yang berhasil diklasifikasikan dengan benar terhadap total data uji.

Precision digunakan untuk mengevaluasi tingkat ketepatan model dalam menghasilkan prediksi positif. Metrik ini penting untuk mengetahui sejauh mana hasil klasifikasi benar-benar merepresentasikan kelas yang diprediksi.

Recall digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam mendeteksi seluruh data yang termasuk dalam suatu kelas. Metrik ini berperan dalam mengevaluasi sensitivitas model terhadap pola tertentu.

F1-score digunakan sebagai ukuran keseimbangan antara *precision* dan *recall*. Metrik ini memberikan representasi performa model yang lebih stabil, terutama ketika terdapat perbedaan distribusi prediksi antar kelas.

Penggunaan kombinasi metrik evaluasi tersebut memungkinkan analisis performa model dilakukan secara lebih menyeluruh, sehingga validitas hasil klasifikasi dapat dinilai secara objektif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Model

Pengujian model dilakukan menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) dengan kernel *Radial Basis Function* (RBF). Dataset dibagi menjadi data latih dan data uji dengan rasio 80:20. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan fitur tekstur hasil ekstraksi Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), yaitu *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*.

Berdasarkan hasil pengujian, model memperoleh nilai akurasi sebesar **70,97%**. Hasil evaluasi model ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Evaluasi Model SVM pada Klasifikasi Kadar Kolesterol Berdasarkan Citra Iris

Kelas	Precision	Recall	F1-Score	Support
Normal	0,65	0,87	0,74	15
Beresiko Kolesterol	0,82	0,56	0,67	16
Accuracy	-	-	0,71	31
Macro Average	0,73	0,71	0,70	31
Weighted Average	0,74	0,71	0,70	31

Pada kelas **Normal**, model memperoleh nilai *recall* sebesar **0,87**, yang menunjukkan bahwa model mampu mengenali sebagian besar citra iris normal dengan baik. Dari total 15 data uji kelas normal, sebagian besar berhasil diklasifikasikan secara benar oleh model.

Sementara itu, pada kelas **Beresiko Kolesterol**, model memperoleh nilai *precision* sebesar **0,82**. Nilai ini menunjukkan bahwa prediksi model terhadap kelas beresiko kolesterol cukup tepat. Namun, nilai *recall* sebesar **0,56** mengindikasikan bahwa masih terdapat beberapa citra beresiko kolesterol yang belum berhasil dikenali dengan optimal.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa metode GLCM dan SVM mampu melakukan klasifikasi citra iris untuk deteksi kadar kolesterol dengan performa yang cukup baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa fitur

tekstur berbasis GLCM mampu digunakan untuk identifikasi kondisi kesehatan melalui citra iris [10], [11].

3.2. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola tekstur citra iris yang berkaitan dengan kondisi kadar kolesterol. Fitur tekstur seperti *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* mampu merepresentasikan karakteristik pola iris sehingga dapat digunakan sebagai dasar proses klasifikasi. Temuan ini mendukung penelitian Hapsari dkk. yang menyatakan bahwa fitur tekstur Haralick berbasis GLCM efektif digunakan untuk mendeteksi diabetes mellitus dan kolesterol tinggi melalui citra iris [10].

Penggunaan kernel *Radial Basis Function* (RBF) pada algoritma SVM membantu model dalam menangani pola data yang bersifat non-linear. Metode SVM dikenal memiliki kemampuan klasifikasi yang baik pada data berdimensi tinggi dan banyak digunakan dalam analisis citra medis berbasis AI [4], [7]. Penelitian oleh Özbilgin dkk. juga menunjukkan bahwa pendekatan machine learning berbasis analisis iris dapat digunakan untuk memprediksi penyakit arteri koroner dengan performa yang cukup baik [7].

Nilai akurasi sebesar **70,97%** menunjukkan bahwa model telah mampu mengenali pola tekstur citra iris secara cukup baik. Namun, performa model masih berada di

bawah beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan kombinasi metode yang lebih kompleks, seperti CNN, wavelet transform, maupun optimasi berbasis Particle Swarm Optimization (PSO) [13], [12]. Perbedaan hasil ini dapat dipengaruhi oleh jumlah dataset, kualitas citra, serta metode ekstraksi fitur yang digunakan.

Perbedaan nilai *recall* antara kelas Normal dan Beresiko Kolesterol menunjukkan bahwa model masih mengalami kesulitan dalam mendeteksi seluruh citra yang benar-benar termasuk kategori beresiko kolesterol. Kondisi ini dapat disebabkan oleh adanya kemiripan pola tekstur antar kelas, noise pada citra iris, serta variasi pencahayaan saat proses pengambilan citra. Penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa kualitas citra dan variasi karakteristik iris menjadi salah satu tantangan utama dalam pengembangan sistem diagnosis berbasis citra mata [4], [9].

Selain itu, penggunaan empat fitur tekstur utama GLCM saja masih memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan kompleksitas pola iris secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan fitur warna, segmentasi iris yang lebih optimal, maupun penerapan metode deep learning agar performa klasifikasi dapat meningkat.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan berbasis pengolahan citra dan machine learning memiliki potensi sebagai metode deteksi kadar

kolesterol secara non-invasif. Pengembangan sistem berbasis web juga dapat meningkatkan akses masyarakat terhadap pemeriksaan kesehatan yang lebih praktis dan efisien.

4. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak RIZAL RACHMAN, S.Si., MM., M.Kom

selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini. Segala ilmu, motivasi, dan perhatian yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dengan baik. Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) dapat diterapkan untuk mendeteksi kadar kolesterol melalui citra iris secara non-invasif. Proses ekstraksi fitur tekstur menggunakan GLCM mampu merepresentasikan karakteristik pola iris melalui fitur *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* sebagai dasar proses klasifikasi.

Model klasifikasi SVM dengan kernel Radial Basis Function (RBF) berhasil melakukan klasifikasi citra iris ke dalam kelas Normal dan Beresiko Kolesterol dengan tingkat akurasi sebesar 70,97%. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memperoleh performa yang cukup baik dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* yang menunjukkan kemampuan

model dalam mengenali pola tekstur citra iris.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan berbasis pengolahan citra dan Artificial Intelligence (AI) memiliki potensi sebagai alternatif deteksi dini kadar kolesterol yang lebih praktis, cepat, dan efisien dibandingkan metode invasif konvensional. Selain itu, penerapan sistem berbasis web juga diharapkan dapat meningkatkan akses masyarakat terhadap layanan deteksi kesehatan secara lebih mudah dan berkelanjutan.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti jumlah dataset yang terbatas serta variasi kualitas citra iris yang dapat mempengaruhi hasil klasifikasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambah jumlah dataset, mengoptimalkan proses segmentasi citra, serta mengombinasikan metode GLCM dengan teknik deep learning atau algoritma klasifikasi lainnya untuk meningkatkan performa sistem deteksi kolesterol berbasis citra iris.

6. REFERENSI

- [1] M. Abdollahi, A. Jafarizadeh, A. Ghafouri-Asbagh, N. Sobhi, K. Pourmoghtader, and S. Pedrammehr, "Artificial intelligence in assessing cardiovascular diseases and risk factors via retinal fundus images: A review of the last decade," *Wiley Interdiscip. Rev. Data Min. Knowl. Discov. John Wiley Sons Inc.*
- [2] B. K. Betzler, T. H. Rim, C. Sabanayagam, and C. Y. Cheng, "Artificial Intelligence in Predicting Systemic Parameters and Diseases From Ophthalmic Imaging."
- [3] K. Inouye, A. Petrosyan, L. Moskalensky, and F. G. Thankam, *Artificial intelligence in therapeutic management of hyperlipidemic ocular pathology*, vol. 245. Experimental Eye Research Academic Press.
- [4] F. Ozbilgin and C. Kurnaz, "An alternative approach for determining the cholesterol level: Iris analysis," *Int J Imaging Syst Technol. Wiley Online Libr.*, vol. 32, no. 4, pp. 1159–1171.
- [5] M. Athar, "Potentials of artificial intelligence in familial hypercholesterolemia: Advances in screening, diagnosis, and risk stratification for early intervention and treatment," *Int J Cardiol. Elsevier*, vol. 412, no. 132315.
- [6] R. K. Hapsari, M. Miswanto, R. Rulaningtyas, and H. Suprajitno, "Identification of Diabetes Mellitus and High Cholesterol Based on Iris Image [Internet." [Online]. Available: <https://www.yesmulher.com.br/ma-pa-iridologia/>
- [7] F. Özbilgin, Ç. Kurnaz, and E. Aydın, "Prediction of Coronary Artery Disease Using Machine Learning Techniques with Iris Analysis," *Diagnostics. Multidiscip. Digit. Publ. Inst. (MDPI)*, vol. 13, no. 6, doi: 10.3390/diagnostics13061081.
- [8] Y. Tan and X. Sun, *Ocular images-based artificial intelligence on systemic diseases*, vol. 22. BioMedical Engineering Online BioMed Central Ltd.
- [9] R. Agarwal, P. Samant, A. Bansal, and R. Agarwal, "Artificial Intelligence for Iris-Based Diagnosis in Healthcare," *Handb. Metrol. Appl. Springer*.

- [10] R. K. Hapsari, M. Miswanto, R. Rulaningtyas, H. Suprajitno, and G. H. Seng, "Modified Gray-Level Haralick Texture Features for Early Detection of Diabetes Mellitus and High Cholesterol with Iris Image," *Int J Biomed Imaging. Hindawi Ltd.*, vol. 2022, doi: 10.1155/2022/5336373.
- [11] N. A. Fadilla *et al.*, "Cholesterol Detection Through Iris Using Daugman's and GLCM Based on K-Means Clustering," in *2022 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Technology 4.0 for Smart Ecosystem: A New Way of Doing Digital Business, iSemantic 2022*, IEEE, 2022, pp. 474–478. doi: 10.1109/iSemantic55962.2022.9920428.
- [12] Z. S. Lie, J. A. F. Widodo, I. K. P. Hanesi, M. R. N. Moningka, Y. Mariana, and W. Astuti, "Automatic Cataract and Cholesterol Detection System Based on Recurrent Neural Network (RNN): A Comparison with Convolutional Neural Network (CNN) and Siamese Neural Network (SNN)," in *The International Conference on Intelligent Unmanned Systems*, Springer.
- [13] A. Pujiyanto, R. Andriani, A. Sa'Di, and R. Wardhana, "Cholesterol Detection Through Iris Using Genetic Algorithm, Wavelet and Particle Swarm Optimization," in *2024 International Conference on Smart Computing, IoT and Machine Learning (SIML, IEEE)*.