

**KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETIK DAN NORMAL
PADA CITRA FUNDUSKOPI BERDASARKAN CIRI
TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE *MULTILAYER
PERCEPTRON (MLP)***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Fisika
dalam Ilmu Fisika



Diajukan oleh:

AYU WULANDARI

NIM: 1708026005

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TENOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayu Wulandari

NIM : 1708026005

Jurusan/Program Studi : Fisika/Fisika

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETIK DAN NORMAL PADA CITRA FUNDUSKOPI BERDASARKAN CIRI TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE MULTILAYER PERCEPTRON (MLP)

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 06 Mei 2024

Pembuat pernyataan,



Ayu Wulandari

NIM 1708026005

,



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah proposal skripsi berikut ini:

Judul : Klasifikasi Retinopati Diabetik dan Normal Pada
Citra Funduskopi Berdasarkan Ciri Tekstur
Menggunakan Metode *Multilayer Perceptron*
(MLP)

Penulis : **Ayu Wulandari**

NIM : 1708026005

Jurusan : Fisika

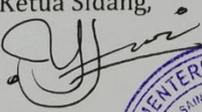
Telah diujikan dalam sidang *munaqosyah* oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu
Fisika.

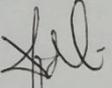
Semarang, 21 Mei 2024

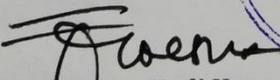
DEWAN PENGUJI

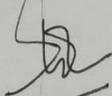
Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang,

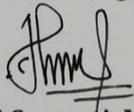

Alwiyah Nurhayati, M.Si., Ph.D
NIP 198111211 201101 2 006
Penguji I,


M. Ardhi Khalif, M.Sc
NIP 19821009 201101 1 010
Penguji II,


Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc
NIP 19770320 200912 1 002


Istikomah, M.Sc
NIP 19901126 201903 2 021

Pembimbing,


Heni Sumarti, M.Si
NIP 19871011 201903 2 009

NOTA DINAS

Semarang, 03 Mei 2024

Yth. Ketua Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : KLASIFIKASI RETINOPATI DIABETIK DAN NORMAL PADA CITRA
FUNDUSKOPI BERDASARKAN CIRI TEKSTUR MENGGUNAKAN
METODE MULTILAYER PERCEPTRON (MLP)

Nama : Ayu Wulandari

NIM : 1708026005

Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang munaqosah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Pembimbing,



Heni Sumarti, M.Si

NIP 19871011 201903 2 009

ABSTRAK

Retinopati diabetik merupakan suatu penyakit yang disebabkan karena kadar gula dalam darah tidak terkontrol dan terjadi secara terus menerus. Pemeriksaan funduskopi dengan alat *ophthalmoscope* untuk mengetahui retinopati diabetik. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi citra funduskopi dalam membedakan mata normal dan retinopati diabetik berdasarkan ciri tekstur menggunakan metode *multilayer perceptron* (MLP). Ekstraksi ciri tekstur sebagai proses pengenalan kelas yang bertujuan untuk menghasilkan ciri berdasarkan tekstur setiap citra. Fitur ciri tekstur yang digunakan adalah histogram dan GLCM dengan 10 parameter. Data penelitian bersumber dari website Zenodo dan National Library of Medicine. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning Weka* dalam mengklasifikasikan citra fundus mata untuk membedakan kasus mata normal dan retinopati diabetik menghasilkan nilai akurasi sebesar 83,75% pada *k-folds 20 cross validation* dengan nilai sensitivitas dan spesifisitas sebesar 49,20% dan 95,09%.

Kata kunci : retinopati diabetik, ekstraksi ciri tekstur, *multilayer perceptron* (MLP).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Klasifikasi Retinopati Diabetik dan Normal Pada Citra Funduskopi Berdasarkan Ciri Tekstur Menggunakan Metode *Multilayer Perceptron* (MLP)”. Penulisan skripsi ini dilakukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S.Si) dalam Program Studi Fisika dari Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri Walisongo.

Penulis menyadari bahwa selama melakukan penyusunan skripsi ini terdapat keterbatasan yang dimiliki. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, peran dan juga doa yang berasal dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Alwiyah Nurhayati, M.Si, Pd.D selaku Ketua Prodi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

4. Heni Sumarti, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah sabar memberikan ilmu, arahan dan bimbingan terbaik serta meluangkan waktu sehingga penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat selesai dengan baik.
5. Seluruh dosen dan Staff Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama proses perkuliahan.
6. Babah Dr. KH. Fadlolan Musyaffa', Lc., MA. dan Ibu Nyai Hj. Fenty Hidayah, S.Pd.I. selaku Pengasuh Pondok Pesantren Fadhlul Fadhlun Semarang yang senantiasa memberikan ilmu, bimbingan, kasih sayang, doa dan motivasi kepada penulis.
7. Orang tua tercinta, Bapak Marwi dan Ibu Khotim yang telah memberikan doa, cinta, kasih sayang, semangat, nasehat dan motivasi serta memberikan segala hal yang terbaik kepada penulis.
8. Teman - teman Fisika 2017 yang telah memberikan dukungan, bantuan dan motivasi. Terimakasih atas rasa kekeluargaan, kebersamaan dan kenangan yang kerukir selama masa perkuliahan.
9. Sahabat tercinta Maili Khoiriati dan Minnatul Fitriyani yang senantiasa mengingatkan, memberikan semangat,

nasehat dan motivasi serta tidak pernah bosan mendengarkan keluh kesah penulis selama ini.

10. Seluruh pihak yang membantu terselesainya penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebut satu persatu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan, maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini memberikan wawasan tambahan dan manfaat bagi pembaca maupun bagi penulis sendiri serta dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya. Semoga karunia Allah SWT senantiasa berlimpah kepada pihak-pihak yang beramal dan berbuat baik kepada penulis. *Aamiin Ya Robbal Alamin.*

Semarang, 06 Mei 2024

Ayu Wulandari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN	v
NOTA DINAS	vii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II LANDASAN PUSTAKA	11
A. Kajian Teori	11
1. Mata	11
2. Diabetes Melitus	15
3. Retinopati Diabetik	18
4. Funduskopi	27
5. Dasar Pengolahan Citra	41
6. Ekstraksi Ciri Tekstur	45
7. <i>Multilayer Perceptron (MLP)</i>	52

8. <i>Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA)</i>	58
9. Indeks Pengukuran.....	60
B. Kajian Pustaka.....	62
BAB III METODE PENELITIAN	69
A. Jenis Penelitian	69
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	69
C. Alat Penelitian	69
D. Bahan Penelitian.....	70
E. Prosedur Penelitian	71
F. Analisis Data.....	75
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	77
A. Hasil.....	77
B. Pembahasan.....	90
BAB V PENUTUP	95
A. Kesimpulan	95
B. Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	105

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Retinopati Diabetik Berdasarkan ETRDS	23
Tabel 2.2	Perbedaan Hasil Pemeriksaan Funduskopi Menggunakan <i>Direct Ophthalmoscope</i> dan <i>Indirect Ophthalmoscope</i>	26
Tabel 2.3	Perbedaan Jaringan <i>Multilayer Perceptron</i> dengan Jaringan Konvensional	57
Tabel 2.4	<i>Confusion matrix</i>	60
Tabel 3.1	Filter 3x3	73
Tabel 4.1	Perbandingan Proses Klasifikasi	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Anatomi Mata	11
Gambar 2.2	Struktur Mata Normal dan Retinopati Diabetik	20
Gambar 2.3	Lensa Kontak 3 Cermin Goldmann	28
Gambar 2.4	Lensa Plus Berdaya Tinggi Untuk Oftalmoskopi Tidak Langsung Slit-lamp	29
Gambar 2.5	Alat <i>Direct Ophthalmoscope</i> dan <i>Indirect Ophthalmoscope</i>	30
Gambar 2.6	Pembesaran Oftalmoskopi Langsung	32
Gambar 2.7	Bidang Pandang Dengan Oftalmoskopi Langsung	32
Gambar 2.8	Pemeriksaan Funduskopi Dengan Menggunakan Alat <i>Direct Ophthalmoscope</i>	34
Gambar 2.9	Bidang Pandang Dengan Oftalmoskopi Tidak Langsung	34
Gambar 2.10	Bidang Konjugasi Pada Oftalmoskopi Tidak Langsung	37
Gambar 2.11	Perbesaran Gambar Udara Pada Oftalmoskopi Tidak Langsung	37

Gambar 2.12	Perbesaran Keseluruhan Oftalmoskopi Tidak Langsung Dengan Lensa Kondensasi Yang Berbeda Bergantung Pada Jarak Pengamat Gambar Udara	39
Gambar 2.13	Pemeriksaan Funduskopi Menggunakan Alat <i>Indirect Ophthalmoscope</i>	39
Gambar 2.14	Hasil Pemeriksaan Funduskopi Normal dan Retinopati Diabetik	40
Gambar 2.15	Representasi Sistem Koordinat Pada Citra Digital	42
Gambar 2.16	Perbedaan Posisi Titik (0,0) Antara Koordinat Pada Citra dan Koordinat Kartesian	43
Gambar 2.17	Arah GLCM Sudut 0° , 45° , 90° dan 135°	48
Gambar 2.18	Penentuan Awal Matriks GLCM Pasangan Dua Piksel	49
Gambar 2.19	Arsitektur MLP	53
Gambar 2.20	Tampilan Awal Weka	59
Gambar 3.1	Tahap-Tahap Prosedur Penelitian	71
Gambar 4.1	(a) Citra Mata Normal dan (b) Citra Retinopati Diabetik	78

Gambar 4.2	(a) Citra RGB Mata Normal dan (b) Citra Mata Normal Setelah Proses <i>Grayscale</i> dan Median Filter	80
Gambar 4.3	(a) Citra RGB Retinopati Diabetik dan (b) Citra Retinopati Diabetik Setelah Proses <i>Grayscale</i> dan Median Filter	81
Gambar 4.4	Klasifikasi Algoritma <i>Multilayer perceptron Trainingset</i>	83
Gambar 4.5	Klasifikasi Algoritma <i>Multilayer perceptron 5 Folds Cross Validation</i>	84
Gambar 4.6	Klasifikasi Algoritma <i>Multilayer perceptron 10 Folds Cross Validation</i>	85
Gambar 4.7	Klasifikasi Algoritma <i>Multilayer perceptron 15 Folds Cross Validation</i>	87
Gambar 4.8	Klasifikasi Algoritma <i>Multilayer perceptron 20 Folds Cross Validation</i>	88
Gambar 4.9	Klasifikasi Algoritma <i>Multilayer perceptron 25 Folds Cross Validation</i>	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Klasifikasi Ciri Tekstur Histogram dan GLCM dengan <i>Python Google Colaboratory</i>	105
Lampiran 2	Source Code Ciri Tekstur Pada <i>Python Google Colaboratory</i>	117
Lampiran 3	Hasil Perhitungan Confussion Matrix <i>Multilayer perceptron</i> (MLP)	119
Lampiran 4	Citra RGB Mata Normal dan Retinopati Diabetik	122
Lampiran 5	Citra <i>Grayscale</i> Mata Normal dan Retinopati Diabetik	124
Lampiran 6	Riwayat Hidup	126

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diabetes melitus atau kencing manis merupakan penyakit yang terjadi karena sistem metabolisme pada pankreas terganggu. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah insulin pada pankreas mengalami penurunan sehingga kadar gula dalam darah meningkat atau hiperglikemia (Lestari, Zulkarnain & Sijid, 2021).

Pada tahun 2021 organisasi Internasional Diabetes Federation (IDF) memperkirakan bahwa angka prevalensi penderita diabetes melitus di dunia mencapai sekitar 537 juta orang pada usia 20-79 tahun atau sebesar 10,5% dari jumlah penduduk yang sama pada usia tersebut. Angka prevalensi ini pada tahun 2030 diperkirakan akan mengalami peningkatan 11,3% atau 643 juta penderita dan sebanyak 783 juta atau 12,2% penderita pada tahun 2045. Indonesia sebagai negara dengan jumlah penderita diabetes sebanyak 19,5 juta penderita menempati urutan ke-5 di dunia setelah China, India, Pakistan dan Amerika Serikat pada tahun 2021 dan diperkirakan akan mengalami peningkatan menjadi 28,6 juta penderita pada tahun 2045 (Internasional Diabetes Federation (IDF), 2021).

Penyakit diabetes melitus dapat menimbulkan berbagai macam komplikasi yang disebabkan oleh kelainan vaskular. Komplikasi yang terjadi berupa makrovaskular dan mikrovaskular. Penyakit yang diderita akibat kelainan makrovaskular seperti penyakit kardiovaskular, serebrovaskular dan kelainan pada pembuluh darah perifer. Sedangkan kelainan mikrovaskular meliputi diabetik nefropati, diabetik neuropati dan retinopati diabetik (Yusran, 2017).

Retinopati diabetik merupakan suatu penyakit yang disebabkan karena kadar gula dalam darah tidak terkontrol dan terjadi secara terus menerus. Gejala dari penyakit ini adalah terjadinya kerusakan pembuluh darah pada retina. Kadar glukosa pada darah yang tinggi dan berkepanjangan menyebabkan nutrisi untuk retina mengalami penyumbatan sehingga menyebabkan kebocoran pada pembuluh darah baru yang abnormal akan mudah terjadi, akibatnya akan mengalami gangguan pada penglihatan bahkan dapat berakibat kebutaan secara permanen (Purnama, Nintyastuti & Rizki, 2023).

Secara global, prevalensi retinopati diabetik di dunia sebesar 34,6% sedangkan di Indonesia angka prevalensi retinopati diabetik sudah mencapai 43,1% dengan nilai *sight threatening* retinopati diabetik 26,1%

yang sebagian besar penderitanya hidup dengan penghasilan yang rendah di negara belum atau sedang berkembang. Menurut *World Health Organization* (WHO), retinopati diabetik menjadi salah satu penyebab kebutaan sebesar 4,8% dari jumlah penderita kebutaan sebanyak 39 juta di dunia. Sedangkan di Indonesia retinopati diabetik merupakan kasus komplikasi terbanyak kedua setelah neuropati. Angka tersebut akan terus meningkat seiring banyaknya penderita diabetes melitus, sehingga retinopati diabetik menjadi program inisiatif *global 'Vision 2020: The Right to Sight'* oleh WHO (PERDAMI, 2018).

Pendeteksian dini penyakit retinopati diabetik bersifat cukup sulit. Hal ini karena tidak adanya gejala awal yang ditunjukkan. Namun seiring dengan kondisi yang berkembang, beberapa gejala akan muncul dan mempengaruhi kedua mata. Beberapa gejala umum yang diderita oleh penderita retinopati diabetik adalah penglihatan yang menurun secara perlahan, penglihatan mendadak hilang, ketika memandang sesuatu tampak seperti ada benda ataupun bercak hitam yang melayang, penglihatan kabur atau berbayang, terjadi gangguan saat melihat warna, timbulnya mata merah atau rasa sakit pada mata. Gejala tersebut tidak hanya diderita oleh

penderita retinopati diabetik saja, akan tetapi penyakit lainnya juga mempunyai indikasi gejala yang sama. Oleh sebab itu dengan perkembangan teknologi yang ada mempermudah kita untuk mengetahuinya (PERDAMI, 2018).

Pendeteksian dini retinopati diabetik dapat dilakukan dengan bantuan funduskopi. Funduskopi adalah salah satu pemeriksaan mata dengan melihat fundus mata menggunakan *Ophthalmoscope* / *Fundusphotography* yang dilakukan pada struktur mata bagian belakang dan retina. *Fundusphotography* ini memanfaatkan pantulan sinar cahaya yang memancar ke pupil mata dengan gelombang tertentu. Hasil citra dari *Fundusphotography* memuat informasi tentang kondisi retina seperti *microaneurysm*, *exudates*, pendarahan dan pembuluh darah. Namun setelah citra fundus diperoleh dari pemeriksaan funduskopi masih dibutuhkan proses identifikasi lebih lanjut atau pengolahan citra. Sehingga retinopati diabetik terdeteksi sedini mungkin untuk mencegah terjadinya retinopati diabetik ke tahap stadium parah (Susetianingtias *et al.*, 2017).

Ekstraksi ciri tekstur adalah proses pengenalan kelas atau objek yang menghasilkan ciri berdasarkan tekstur dalam setiap citra yang berfungsi untuk memberi

informasi detail terhadap perbedaan yang terjadi antar kelas citra dan citra akan berada dalam kelas berbeda (Septiarini & Wardoyo, 2015). Salah satu ciri yang terpenting dalam analisis data adalah tekstur. Hal ini karena tekstur adalah karakteristik atau pola yang teratur ataupun acak pada citra yang berulang di suatu wilayah dalam memberi informasi struktural pada perubahan intensitas, kecerahan warna yang terjadi dan permukaan (Neneng, Adi & Isnanto, 2016). Ciri tekstur didapatkan dengan metode ekstraksi berupa histogram dan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Histogram sebagai orde pertama dalam metode statistik digunakan untuk menganalisis perbedaan frekuensi nisbi (*relative*) yang muncul dari intensitas suatu citra. Sedangkan GLCM sebagai metode statistik orde kedua menggunakan sudut yang berbeda untuk menganalisis derajat keseragaman antar piksel (Hidayat). Berdasarkan intensitas *gray level* (derajat keabuan) yang dimiliki, histogram dapat menampilkan distribusi piksel suatu citra (Satria & Mushtofa, 2013). Namun, penggunaan metode GLCM terbukti menjadi salah satu deskriptor tekstur yang sangat kuat dalam menganalisis suatu citra (Roberti de Siqueira, Robson Schwartz & Pedrini, 2013).

Klasifikasi algoritma yang digunakan adalah *multilayer perceptron* (MLP) dengan bantuan *machine learning* Weka. Metode tersebut dipilih karena terdapat arsitektur yang sederhana, algoritma yang ada tergolong mudah untuk diimplementasikan. Selain itu, MLP telah menyediakan menu untuk pengujian dan pelatihan yang fleksibel untuk jangka panjang apabila terdapat perubahan data secara tiba-tiba. Dan hasil klasifikasi citra funduskopi untuk membedakan kasus penderita retinopati diabetik dan normal mudah didapatkan (Ermawati, 2020).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yustriandy (2013) dengan mengklasifikasi citra fundus mata menggunakan fuzzy *k-means* untuk mengetahui tingkatan stadium pada penderita retinopati diabetik. Penelitian lain oleh Putranto dan Cadradevi (2018) mengklasifikasikan tingkat keparahan yang terjadi bagi para penderita retinopati diabetik dengan metode *support vector machine* (SVM) untuk membedakan 4 fase pada retinopati diabetik. Penelitian lain oleh Damayanti (2023) mengklasifikasikan tumor citra paru-paru CT-Scan berdasarkan ciri tekstur dengan metode *k-means clustering* dalam membedakan antara tumor jinak dan ganas. Penelitian lain oleh Putra dkk (2017)

mengklasifikasikan citra retina dari hasil foto fundus dengan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) dalam menentukan penyakit retinopati diabetik dan memeriksa kelainan pada mata serta untuk mengetahui perkembangan penyakit di retina.

Belum terdapat penelitian yang mengklasifikasikan retinopati diabetik dan normal yang berbasis ciri tekstur dengan menggunakan metode *multilayer perceptron* (MLP), sehingga dilakukan penelitian klasifikasi citra funduskopi berbasis ciri tekstur menggunakan metode *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning* Weka yang bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi, sensitivitas dan spesifisitas dalam membedakan kasus penderita retinopati diabetik dan normal. Bahasa pemrograman *Python Google Colaboratory* digunakan pada penelitian ini. Hal ini karena bahasa *Python Google Colaboratory* sangat mudah untuk dipelajari dan dipahami baik bagi para pemula maupun yang telah menguasai bahasa pemrograman lainnya. *Python Google Colaboratory* dengan bahasa pemrograman yang interpretatif multiguna dapat diaplikasikan pada berbagai bentuk seperti web, desktop, sampai analisis data (Ningsih, 2021). Hasil yang didapat pada penelitian ini diharapkan sebagai referensi tambahan bagi tenaga

medis dalam mendiagnosa retinopati diabetik dan normal.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana akurasi, sensitivitas dan spesifisitas metode *multilayer perceptron* untuk klasifikasi citra funduskopi retinopati dalam membedakan kasus penderita diabetes melitus dan normal?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui akurasi, sensitivitas dan spesifisitas metode *multilayer perceptron* untuk klasifikasi citra funduskopi retinopati dalam membedakan kasus penderita diabetes melitus dan normal.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis

Menambah pengetahuan mengenai ciri tekstur, metode *multilayer perceptron* (MLP), proses dan tahap klasifikasi kasus retinopati pada penderita diabetes melitus.

2. Bagi Tenaga Kesehatan

Bahan refleksi atau *second opinion* dalam mendiagnosa dan sebagai informasi yang objektif.

3. Bagi Akademisi

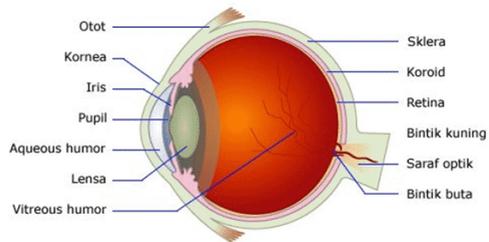
Bahan acuan bagi peneliti selanjutnya dalam melakukan pengembangan dan penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Mata



Gambar 2. 1 Anatomi Mata (Pearce, 2018)

Mata merupakan indera penglihatan manusia yang memiliki reseptor yang berfungsi untuk menangkap rangsangan warna dan cahaya. Indera penglihatan termasuk indera yang sangat vital dibanding dengan indera yang lainnya (Yuliana & Suwandi, 2018). Prinsip kerja mata diibaratkan seperti halnya kamera yaitu lensa yang berfungsi memfokuskan cahaya dan iris berfungsi mengontrol jumlah cahaya masuk dalam mata dan cahaya yang masuk akan ditangkap reseptor menuju saraf optik untuk mengirimkan informasi dari reseptor ke otak. Mata mempunyai beberapa bagian didalamnya. Pada Gambar 2.1 menunjukkan bagian-bagian mata atau

sering disebut dengan struktur anatomi mata (Sánchez López de Nava, Somani & Salini, 2023).

a. Sklera

Sklera menjadi salah satu bagian mata yang berwarna putih dengan lapisan jaringan ikat yang padat dan melapisi seluruh permukaan bola mata dan memberi bentuk pada bola mata yang membuat kaku dan melindungi mata dari benda asing baik dari luar ataupun dalam mata (Pearce, 2018).

b. Kornea

Kornea merupakan jaringan transparan yang terdapat pada mata mempunyai fungsi sebagai pelindung dan jendela yang dilewati berkas cahaya ketika menuju ke retina. Sifat transparan atau tembus pandang yang dimiliki kornea disebabkan oleh struktur uniform, avaskular dan deturgesensi yang mempunyai fungsi menjaga kejernihan sehingga mata menjadi fokus (Pearce, 2018).

c. Iris

Iris merupakan bagianbola mata yang berwarna dan berbentuk seperti donat gepeng dengan fungsi sebagai pengatur jumlah cahaya

masuk dalam posterior bola mata. Iris mempunyai kemiripan dengan *aperture* pada kamera. Pada kondisi terang, iris akan mengalami penyempitan sebagai cara dalam membatasi cahaya yang masuk ke mata begitu juga dengan sebaliknya. (Pearce, 2018).

d. Lensa

Lensa mata mempunyai bentuk *bikonvek* atau cembung pada kedua sisinya. Pada kondisi normal, lensa mata jernih dan transparan (transparan dan avaskular) serta menjadi media refraksi untuk memfokuskan cahaya dalam membentuk bayangan pada retina (Pearce, 2018).

e. Pupil

Pupil terletak di tengah iris sebagai pengontrol jumlah cahaya masuk retina. Perubahan diameter yang terjadi pada pupil disebabkan oleh pergerakan otot sfingter dan otot dilator pada iris. Pengaturan cahaya pada pupil berfungsi untuk memaksimalkan persepsi visual dan meningkatkan fokus dan kualitas bayangan dalam retina (Pearce, 2018).

f. Aqueous Humor

Aqueous humor atau cairan berair yang terletak dibalik kornea mata, yaitu cairan yang menyerupai gel dan membantu memberi bentuk pada bola mata (Pearce, 2018).

g. Vitreous humor

Vitreous humor adalah zat transparan seperti jeli jernih yang letaknya berada dibelakang lensa yang mengisi mata dan membuat bola mata menjadi bulat. Vitreous humor berfungsi menjaga retina dalam berbagai kondisi (Pearce, 2018).

h. Koroid

Koroid terletak di antara sklera dan sklera merupakan segmen posterior uvea yang sebagian besar berisi pembuluh darah dengan fungsi sebagai pemberi nutrisi pada retina bagian luar yang terletak di bawahnya (Pearce, 2018).

i. Saraf Optik

Saraf optik berfungsi meneruskan informasi dalam bentuk visual yang berasal dari retina menuju ke otak (Pearce, 2018).

j. Makula

Makula mempunyai bentuk yang kecil dan terletak di tengah retina merupakan bagian mata yang sangat sensitif dan bertanggung jawab merespon penglihatan (Pearce, 2018).

k. Fovea (Bintik Kuning)

Fovea berfungsi melihat objek secara jelas dan peka pada cahaya (Pearce, 2018).

l. Bintik Buta

Bintik buta menjadi bagian pada retina yang tidak sensitif cahaya dan bayangan yang terbentuk akan terlihat tidak jelas (Pearce, 2018).

m. Retina

Letak retina berada di belakang mata seperti film pada kamera mempunyai bentuk tipis dan sangat peka terhadap rangsangan cahaya. (Pearce, 2018).

2. Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah istilah kedokteran dari bahasa Yunani untuk penyakit kencing manis atau gula. Diabetes mempunyai arti mengalir terus dan melitus berarti manis. Hal ini karena sifat urin yang diderita oleh penderita diabetes melitus bersifat

manis (Sapra & Bhandari, 2023). Faktor yang menyebabkan terjadinya penyakit ini adalah pola makan yang terlalu berlebihan dan jumlah kalori yang melebihi dari kadar yang dibutuhkan oleh tubuh. Mengonsumsi makanan secara berlebih yang tidak diimbangi oleh sekresi insulin yang baik dan memadai mengakibatkan terjadinya peningkatan kadar gula dalam darah. Allah SWT telah berfirman dalam QS. Al-A'raf yang memperingatkan kepada manusia untuk tidak makan dan minum secara berlebihan yang berbunyi:

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ

Artinya:

“Makan serta minumlah, tetapi janganlah berlebihan. Sesungguhnya Dia tidak menyukai orang-orang yang berlebihan” (QS. Al-A'raf ayat 31).

Tafsir Al-Qur'an Kementerian Agama RI menjelaskan bahwa makan dan minum jangan berlebihan atau secukupnya serta makan makanan yang sehat dan baik yaitu yang bergizi dan terdapat vitamin yang diperlukan oleh tubuh. Makan dan minum yang baik dan bermanfaat akan membuat tubuh menjadi sehat. Sehatnya badan berkaitan dengan makanan dan minuman yang dikonsumsi.

Makan dan minum secara berlebihan akan mendatangkan berbagai macam penyakit. Selain itu perbuatan yang dilakukan secara berlebihan merusak dan merugikan tubuh juga akan mendatangkan bahaya (KEMENAG RI, 2022). Salah satu penyakit yang diakibatkan oleh makan maupun minum yang berlebihan adalah diabetes melitus. Penyakit tersebut disebabkan karena berlebihan dalam mengkonsumsi minuman atau makanan manis.

Penyakit diabetes melitus terjadi karena sistem metabolisme pada pankreas terganggu. Hal tersebut disebabkan oleh jumlah insulin pada pankreas mengalami penurunan sehingga kadar gula dalam darah meningkat atau hiperglikemia. Penyakit diabetes melitus menjadi salah satu penyakit kronis dan umum terjadi di seluruh dunia. Penderitanya tidak mengenal umur karena dapat diderita oleh anak-anak maupun dewasa bahkan oleh semua kalangan. Penyakit ini pada penderita usia lanjut sering muncul tanpa gejala dan diketahui setelah penyakit sudah parah. Gejala yang umum terjadi adalah meningkatnya intensitas dalam membuang

air kecil, cepat merasa lapar, berat badan menurun, dan haus (Lestari, Zulkarnain & Sijid, 2021).

Diabetes melitus dapat mengganggu beberapa fungsi tubuh salah satunya yaitu mata. Pada penderita diabetes melitus yang telah mengalami komplikasi akan muncul keluhan pada mata, mulai dari pandangan yang kabur dalam waktu sementara bahkan pada gejala yang lebih parah yaitu retinopati diabetik. Retinopati diabetik menyebabkan kerusakan terhadap lapisan dalam bola mata yang berfungsi sebagai penerima rangsangan cahaya atau dikenal dengan retina mata. Retinopati diabetik menjadi salah satu penyakit yang sering dialami oleh penderita diabetes melitus (Yustriandy, 2013).

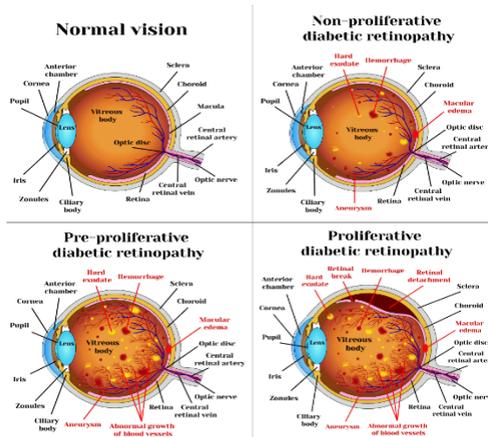
3. Retinopati Diabetik

Retinopati diabetik sebagai salah satu penyakit yang disebabkan karena komplikasi pada penderita diabetes melitus. Kadar gula dalam darah yang tidak terkontrol yang secara terus menerus terjadi dan mengakibatkan penyakit retinopati diabetik muncul pada penderita diabetes melitus. Kerusakan yang sering terjadi pada penderita penyakit ini adalah pembuluh darah pada retina. Hal tersebut karena kadar glukosa pada darah tinggi dan berkepanjangan

sehingga menyebabkan nutrisi untuk retina mengalami penyumbatan yang ditandai dengan munculnya aneurisma mata, vena yang melebar, pendarahan dan juga eksudat lemak. Akibatnya terjadi kebocoran pada pembuluh darah baru yang abnormal dan gangguan pada penglihatan bahkan dapat berakibat kebutaan secara permanen (Purnama, Nintyastuti & Rizki, 2023).

Retinopati diabetik yang masih dalam kategori ringan, sering kali tidak menimbulkan gejala apapun atau asimtomatik dan berakibat pada penanganan menjadi lambat. Hal tersebut karena makula atau media penglihatan belum terjadi kerusakan yang serius (Purnama, Nintyastuti & Rizki, 2023). Akan tetapi pada rentang waktu tertentu retinopati diabetik akan mengalami perubahan atau gejala yang serius baik secara fisiologi dan biokimiawi sehingga pembuluh darah pada endotel mengalami kerusakan. Kapiler retina akan mengalami perubahan seperti kehilangan perisit dan penebalan yang terjadi pada membran basal, non-perfusi retina, oklusi kapiler serta dekompensasi lapisan endotel yang mengakibatkan kebocoran edem dan serum pada makula (Azra, 2016). Pada Gambar 2.2 menunjukkan

struktur mata normal dan mata yang terkena retinopati diabetik.



Gambar 2. 2 Struktur Mata Normal dan Retinopati Diabetik (Sunayan Eye Clinic,)

Berikut merupakan tanda atau gejala perubahan retina yang sering terjadi pada penderita retinopati diabetik (Azra, 2016):

- Mikroaneurisme merupakan penonjolan pada dinding kapiler yang berbentuk bintik merah kecil dekat dengan pembuluh darah atau lebih tepatnya di polus posterior.
- Pendarahan berupa garis, titik dan bercak yang berada dekat dengan mikroneurisme di polus posterior. Pendarahan terjadi karena adanya gangguan permeabilitas atau pecahnya kapiler.

- c. Dilatasi yang terjadi antara pembuluh darah dan lumen ireguler karena adanya kelainan sirkulasi yang disertai dengan kelainan endotel dan eksudasi plasma.
- d. *Hard exudate* adalah infiltrasi lipid pada retina yang mempunyai gambaran khas ireguler dan kekuning-kuningan.
- e. *Soft exudate* atau *cotton wool patches* merupakan iskemia pada retina.
- f. Pembuluh darah baru pada retina yang ada di permukaan jaringan disebabkan oleh adanya polifer sel endotel pembuluh darah. Dan pecahnya Neovaskularisasi menyebabkan pendarahan retina sampai ke preretinal.
- g. Tanda edema pada retina adalah hilangnya gambaran retina dalam makula dan mengakibatkan ketajaman pada penglihatan menurun.

Metode dalam mendiagnostik penyakit retinopati diabetik menggunakan fundus photography telah disetujui oleh American Academy of Ophthalmology (AAO). Klasifikasi retinopati diabetik yang dilakukan menurut *Early Treatment Diabetic*

Retinopathy Study (ETRDS) ditunjukkan pada Tabel 2.1 (Riyadi, 2014).

Tabel 2. 1 Klasifikasi Retinopati Diabetik Berdasarkan ETRDS (Riyadi, 2014)

Tingkat Keparahan Penyakit	Pengamatan melalui Dilatasi Ophthalmoskopi
<i>NonProliferative diabetic retinopathy</i> (NPDR) ringan (<i>mild</i>)	Terdapat satu mikroaneurisma
<i>NonProliferative diabetic retinopathy</i> (NPDR) sedang (<i>moderate</i>)	Memiliki lebih dari satu mikroaneurisma <i>soft</i> eksudat, <i>venous beadin</i> , pendarahan dan <i>intraretinal microvascular abnormality</i> (IRMA).
<i>NonProliferative diabetic retinopathy</i> (NPDR) berat (<i>severe</i>)	Perdarahan intraretinal dan mikroaneurisma yang terletak pada 4 kuadran lebih dari 20 Terdapat empat kuadran lebih
<i>Proliferative diabetic retinopathy</i> (PDR) awal	Neovaskularisasi
<i>Proliferative diabetic retinopathy</i> (PDR) resiko tinggi	Neovaskularisasi atau adanya pembuluh darah baru pada optic disk $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ luas <i>optic disk</i> . Pendarahan pada intraretinal atau vitreus.

3.1 Retinopati Diabetik Non-Proliferatif

Retinopati diabetik non-proliferatif (NPDR) terjadi perubahan mikrovaskular terbatas di jaringan retina dan tidak akan meluas ke area *internal limiting membrane* (ILM). Manifestasi klinis NPDR sebagai berikut (Azra, 2016):

- Adanya mikroaneurisma
- Non-perfusi kapiler
- *Neurite fiber layers* (NFL)
- Infarcts (*cotton-woll spots*)
- *Intraretinal microvascular abnormalities* (IRMAs)
- Pendarahan intraretinal
- Edema retina
- *Hard exudates*
- Abnormalitas arteri
- Dilatasi pembuluh darah vena retina

NPDR berpengaruh pada masalah yang terjadi dalam fungsi visual (penglihatan) berdasarkan 2 mekanisme berikut (Azra, 2016):

- a. Permeabilitas vaskular intraretinal mengalami peningkatan sehingga terjadi edema makula.
- b. Makula iskemik terjadi karena derajat variabel pada penutupan kapiler intraretinal.

Menurut ETRDS, acuan yang digunakan dalam menentukan perkembangan pada NPDR sedang-berat dengan infark *nerve fiber layers* (NFL). Berikut adalah karakteristik yang sering ditemukan dalam NPDR derajat sedang-berat berdasarkan ETRDS (Azra, 2016):

- Pendarahan pada difus intraretinal dan mikroaneurisma pada empat kuadran.
- Venous beading pada satu kuadran.
- IRMAs pada satu kuadran.

Tingkat keparahan pada derajat NPDR dibarengi adanya kerusakan pada kapiler yang mengalami peningkatan dan diikuti oleh pelepasan faktor vasoproliferatif (VEGF) sebagai faktor yang menstimulasi dalam pembentukan pembuluh darah baru atau neovaskularisasi pada retina, papilla nervus optik dan juga segemen anterior (Azra, 2016).

3.2 Retinopati Diabetik Proliferatif

Retinopati diabetik proliferatif (PDR) terjadi karena adanya proliferasi fibrovaskular ekstraretina. Pembuluh darah baru yang mengalami perkembangan akan melalui tiga tahapan berikut (Azra, 2016):

- a. Jaringan fibrosis pada pembuluh darah baru masih sedikit dan belum mengalami perluasan lebih dari ILM.
- b. Pembuluh darah baru akan membesar disebabkan karena meningkatnya komponen fibrous.
- c. Pembuluh darah baru akan beregresi dan meninggalkan residu di jaringan fibrovaskular. Berdasarkan letaknya, proliferasi neovaskular terbagi menjadi dua yaitu optokal disk (neovascularization of the disc, or NVD) dan dimana saja (neovascularization elsewhere, or NVE) (Azra, 2016).

Berikut merupakan tanda atau gejala pada PDR dengan resiko tinggi menurut *Diabetic Retinopathy Study* (DRS) (Azra, 2016):

- NVD ringan dan pendarahan vitreous.
- NVD sedang-berat dengan atau tanpa pendarahan vitreous.
- NVF berat dan pendarahan vitreous.

Atau ditandai dengan:

- Pendarahan vitreous maupun preretinal.
- Munculya pembuluh darah baru.

- Pembuluh darah baru terletak di dekat optikal disk.
- Mengalami pelebaran pembuluh darah sedang-berat.

Tabel 2. 2 Perbedaan Hasil Pemeriksaan Funduskopi Menggunakan *Direct Ophthalmoscope* dan *Indirect Ophthalmoscope* (Elizabeth, 2021)

	<i>direct ophthalmoscope</i>	<i>indirect ophthalmoscope</i>
Sifat bayangan	Tegak	Terbalik
Pembesaran	15x	4-5x
Lapang pandang	Kecil	Lebih besar
Hal-hal khusus	Refleks makula dan detail retina lebih jelas Non stereoskopik Tidak berfungsi pada kekeruhan media	General view Stereoskopik, penting pada ablatio retina Masih dapat memperlihatkan gambaran fundus meskipun media keruh

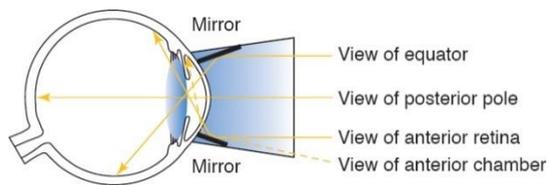
4. Funduskopi

Funduskopi atau disebut juga dengan oftalmoskopi merupakan pemeriksaan langsung pada segmen posterior mata meliputi lensa, retina, human vitreous, pembuluh darah retina, macula dan diskus nervus optikus. Selain itu dapat juga digunakan untuk pemeriksaan kelainan aksis visual dengan *red reflex*. Pemeriksaan funduskopi dapat juga digunakan untuk menilai kondisi mata dalam mendeteksi komplikasi mata yang disebabkan oleh penyakit sistematis. Pemeriksaan funduskopi dilakukan bagi pasien yang dicurigai adanya peningkatan tekanan intrakranial, penglihatan yang hilang secara mendadak, dan juga retinopati (Elizabeth, 2021).

Alat yang digunakan dalam pemeriksaan funduskopi berupa *ophthalmoscope* adalah alat yang membantu menerangi dan memperbesar gambar mata. Ada dua macam alat *ophthalmoscope* yang ditunjukkan pada Gambar 2.5, yaitu *direct ophthalmoscope* untuk dokter umum dan *indirect ophthalmoscope* untuk dokter spesialis mata. Perbedaan kedua alat tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.2, alat *direct ophthalmoscope* digunakan

untuk pemeriksaan mata dengan melihat secara langsung. Caranya yaitu arah pandang dan yang menyinarinya diletakkan sejajar. Sedangkan, alat *indirect ophthalmoscope* dengan lensa 20 dioptri bertujuan untuk memperjelas dan memperbesar gambar yang terbentuk pada retina sehingga membutuhkan jarak dekat seperti *direct ophthalmoscope* (Elizabeth, 2021).

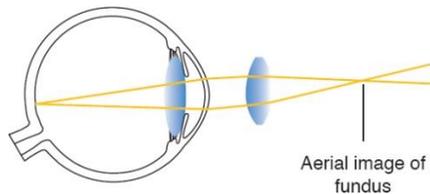
Oftalmoskopi sebagai instrumen untuk melihat retina dan jaringan yang berkaitan dengan fundus mata mempunyai 3 elemen penting yaitu sumber penerangan, metode pemantulan cahaya menuju mata, dan sarana optik dalam memotret gambar fundus yang kurang tajam (Brodie, 2021).



Gambar 2. 3 Lensa Kontak 3 Cermin Goldmann
(Brodie, 2021)

Gambar 2.3 merupakan lensa kontak 3 cermin Goldmann dengan lensa kontak yang berada di depan datar mempunyai dasar untuk meniadakan

kekuatan pada mata dan membuat pandangan menjadi tegak ke kutub posterior. Cermin yang berada di berbagai sudut membentuk pandangan alternatif (terbalik) dari berbagai bagian dari retina dan pada sudut bilik mata bagian depan (gonioskopi). Sedangkan pada Gambar 2.4 merupakan oftalmoskopi tidak langsung slit-lamp dengan lensa plus yang berdaya tinggi (60 D dan 90 D) terpasang di depan mata dan membentuk gambar retina terbalik pada rentang fokus biomikroskop slit-lamp (Brodie, 2021).



Gambar 2. 4 Lensa Plus Berdaya Tinggi Untuk Oftalmoskopi Tidak Langsung Slit-lamp (Brodie, 2021)

Tetes mata midriatik atau sikloplegik dibutuhkan pada pemeriksaan funduskopi untuk melebarkan pupil. Akan tetapi perlu mempertimbangkan efek samping dan komplikasi akibat penggunaan tetes mata tersebut karena dapat membuat pandangan kabur setelah melakukan

pemeriksaan terutama pada jarak yang dekat. Selain itu, tetes mata midriatik tidak direkomendasikan bagi pasien yang mempunyai peningkatan tekanan intraokular (TIO) dan lebih baik untuk melakukan tonometry terlebih dahulu (Elizabeth, 2021).

Pemeriksaan funduskopi secara *direct* maupun *indirect* memerlukan tempat dengan pencahayaan yang netral atau dengan meredupkan tempat pemeriksaan yang bertujuan agar hasil dilatasi pupil pada pasien maksimal. Selain itu, selama berlangsungnya pemeriksaan pasien diminta untuk fokus melihat objek yang letaknya sekitar 1 m di belakang pemeriksa. Hasil pemeriksaan funduskopi mata ditunjukkan pada Gambar 2.6 (Elizabeth, 2021).



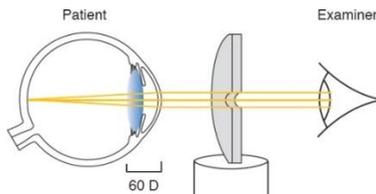
Gambar 2. 5 Alat *Direct Ophthalmoscope* dan *Indirect Ophthalmoscope* (Elizabeth, 2021)

Direct Ophthalmoscope atau oftalmoskopi langsung menganggap optik mata pada pasien seperti kaca pembesar sederhana dalam melihat

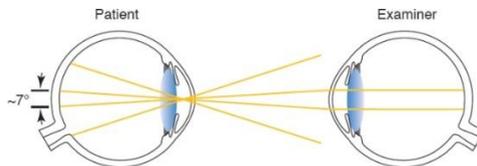
retina ketika pemeriksaan. Apabila antara pemeriksa dan pasien memiliki penglihatan emetropik dan tidak akomodatif, sinar cahaya yang datang pada titik tertentu di retina pasien akan keluar secara paralel dengan vergensi nol dan selanjutnya melewati lubang intip kosong dalam oftalmoskopi direk. Sinar cahaya paralel tersebut difokuskan pada retina pemeriksa sehingga menjadi konjugasi terhadap retina pasien pada penggunaan oftalmoskopi langsung (Brodie, 2021).

Pemeriksaan oftalmoskopi langsung dengan melihat pada lubang intip tanpa lensa terpasang yang hanya melalui tepi (atau bukaan dalam) cermin yang memantulkan cahaya menuju mata pasien dan hampir koaksial dengan pandangan pemeriksa, virtual, posisi tegak, serta terlihat bayangan pada retina diperbesar. Optik pada mata normal emetropia sekitar +60 D dan penggunaan rumus dalam kaca pembesar sederhana, perbesarannya menjadi $60/4$ atau sama dengan 15x seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 Retina pada pasien terlihat 15 kali lebih besar dibandingkan retina yang dilepas dari mata dan ditahan dengan jarak 25 cm. Sehingga pada oftalmoskopi langsung hanya terlihat

bidang pandang kecil (sekitar 7°) yang disebabkan karena sedekat apapun pasien, sinar perifer yang datang dari perifer retina pasien tidak akan tertangkap karena sinar tersebut masuk pada pupil pemeriksa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 (Brodie, 2021).



Gambar 2. 6 Pembesaran Oftalmoskopi Langsung (Brodie, 2021)



Gambar 2. 7 Bidang Pandang Dengan Oftalmoskopi Langsung (Brodie, 2021)

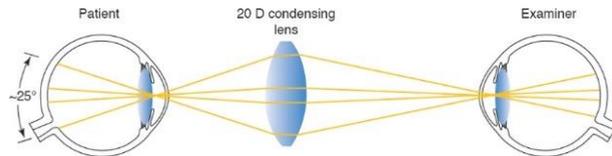
Prosedur pemeriksaan funduskopi menggunakan *direct ophthalmoscope* ditunjukkan pada Gambar 2.8 (Elizabeth, 2021):

- Lensa *ophthalmoscope* disesuaikan dengan ukuran kaca mata pasien.
- Pemeriksaan mata kanan pasien menggunakan mata kanan pemeriksa begitu juga sebaliknya.

- Menyalakan lampu *ophthalmoscope*, maka lubang akan dipindahkan ke lubang yang lebih kecil.
- Pemeriksa mengatur diopter lensa pada angka "0" apabila tidak menggunakan kacamata.
- Pasien diminta untuk fokus pada satu titik yang berada di belakang pemeriksa.
- *Ophthalmoscope* diarahkan ke pupil dengan jarak 25-30 cm bertujuan untuk melihat refleks pada fundus dan cahaya harus dapat menyinari pupil. Sehingga pantulan sinar yang berwarna merah dapat terlihat pada pupil. Perhatikan juga tingkat kekeruhan pada kornea atau lensa pada saat pemeriksaan berlangsung.
- Memeriksa pasien secara seksama yaitu dengan maju perlahan mendekati pasien ± 5 cm.
- Apabila telah terjadi kontak dengan retina pasien, roda diopter diputar dengan menggunakan jari telunjuk hingga struktur retina terlihat dengan fokus tajam.
- Struktur retina diamati secara sistematis mulai dari pupil, nervus optik, arteri dan vena retina sentral, area macula dan retina parifer.



Gambar 2. 8 Pemeriksaan Funduskopi Menggunakan Alat *Direct Ophthalmoscope* (Elizabeth, 2021)



Gambar 2. 9 Bidang Pandang Dengan Oftalmoskopi Tidak Langsung (Brodie, 2021)

Indirect ophthalmoscope atau oftalmoskopi tidak langsung dengan lensa kondensasi oftalmik dalam meningkatkan bidang pandang dan sinar perifer (yang hilang dalam oftalmoskopi langsung) yang ditangkap, dibawa menuju pupil pemeriksa seperti pada Gambar 2.9. Sehingga bidang pandang terlihat jauh lebih luas dengan menggunakan oftalmoskopi tidak langsung (contohnya, kira-kira 25° menggunakan lensa kondensasi 20 D biasa) (Brodie, 2021).

Mata pasien diasumsikan mempunyai penglihatan normal dengan sinar cahaya yang

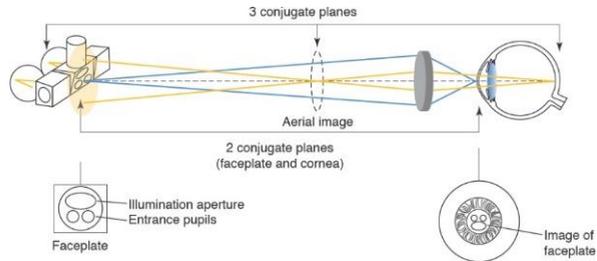
datang dari sebuah titik di retina pasien dengan vergensi nol yang tertinggal dan dikumpulkan serta difokuskan oleh lensa kondensasi menjadi gambar udara perantara yaitu sebagai gambaran retina pasien ketika diluar angkasa. Pada lensa kondensasi 20 D, gambar tersebut berada $1/20$ m lebih dekat dengan pemeriksa, sehingga gambar retina yang terlihat pada pasien nyata secara optik dan terbalik serta terlihat 5 cm lebih dekat mata pemeriksa dibanding mata pasien. Pemeriksa yang melihat gambar udara tersebut akan terfokus dengan retina pasien. Jadi dalam oftalmoskopi tidak langsung, retina pada pasien, gambar udara dan juga retina pemeriksa mengalami konjugasi satu dengan yang lainnya (Brodie, 2021).

Oftalmoskopi tidak langsung dengan bidang konjugat yang terpenting berupa kornea dan muka pada oftalmoskopi tidak langsung seperti pada Gambar 2.10. Fungsi utama lensa kondensasi adalah membuat pelat muka pada oftalmoskopi tidak langsung berkonjugasi dengan kornea pasien. Ketika cahaya terang melalui kornea di tempat yang berbeda dan diimbangi dengan letak pupil pemeriksa yang mengamati dalam menghindari

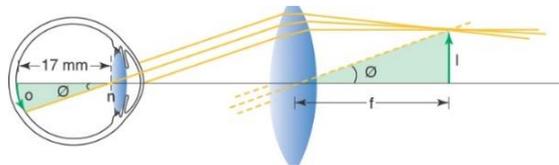
pantulan balik berasal dari kornea menuju mata pemeriksa. Hal tersebut penting karena kornea memantulkan cahaya sekitar 2% sedangkan cahaya bayangan retina yang diamati hanya 0,1%. Akibatnya retina tidak terlihat ketika terdapat cahaya kornea yang memantul kembali ke pengamat. Sehingga jalur cahaya oftalmoskopi tidak langsung terpisah dengan jalur observasi yaitu dengan pencitraan pelat muka kornea menggunakan lensa kondensasi dan akan tampak gambaran udara pada retina. Gambaran pupil mata pengamat di bidang kornea berupa lingkaran kecil sekitar 10% diameter pupil pengamat yang membentuk lubang kecil seperti pada Gambar 2.10. Pintu masuk pupil yang kecil membatasi cahaya dalam melihat fundus bagi pengamat namun tidak menutup kemungkinan gambar akan terlihat jelas di depan media mata yang kurang sempurna seperti katarak maupun serpihan vitreos (Brodie, 2021).

Oftalmoskopi tidak langsung dengan lensa mata binokular melewati cermin atau prisma dan mengurangi jarak antar pupil dari 60 mm ke 15 mm sebagai bentuk penyesuaian gambar pupil pemeriksa serta sumber cahaya pada pupil pasien

yang memungkinkan penglihatan binokuler. (apabila pupil pada pasien kecil, maka jalur iluminasi dan observasi didekatkan dengan posisi cermin atau prima pada lensa mata divariasikan). Sehingga penglihatan stereoskop pada pemeriksa mengalami penurunan 60/15 atau 4x yang keuntungannya dikompensasi dengan perbesaran aksial pada gambar udara (Brodie, 2021).



Gambar 2. 10 Bidang Konjugasi Pada Oftalmoskopi Tidak Langsung (Brodie, 2021)



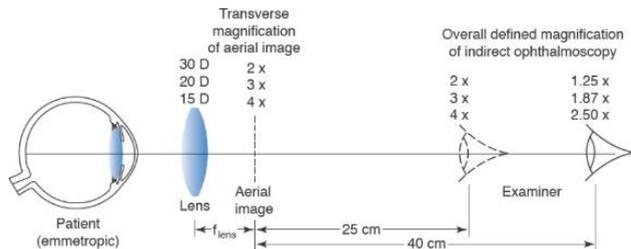
Gambar 2. 11 Perbesaran Gambar Udara Pada Oftalmoskopi Tidak Langsung (Brodie, 2021)

Perbesaran transversal bayangan udara merupakan kekuatan mata yang dibagi dengan kekuatan pada lensa yang mengembun seperti yang

ditunjukkan pada Gambar 2.11 yaitu $60/20$ atau $3x$ pada mata emetropik dan lensa kondensasi 20 D . Sehingga bayangan udara yang terbentuk lebih lebar jika dibandingkan dengan benda sebenarnya pada retina. Perbesaran aksial $9x$ kuadrat perbesaran transversal (lateral atau linier) menyebabkan gambar yang diamati terdistorsi dan membantu dalam menutupi tidak adanya stereoakuitas karena jarak antar pupil berkurang. Perbesaran aksial $9/4$ atau $2,25x$ karena lensa mata mengurangi kedalamannya empat kali lipat menjadikan benda yang diamati $3x$ lebih besar dan $2,25x$ lebih dalam. Penggunaan kekuatan lensa kondensasi yang berbeda akan menghasilkan rasio perbesaran melintang dan lateral yang berbeda pula (Brodie, 2021).

Pada Oftalmoskopi tidak langsung, perbesaran transversal $3x$ lipat dalam gambar udara tidaklah perbesaran transversal secara keseluruhan. Karena perbesaran transversal keseluruhan bergantung dengan jarak pengamat gambar udara. Pada jarak 40 cm , perbesaran transversal keseluruhannya $3 \times 25/40$ atau $1,87$ pada lensa kondensasi 20 D yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 dan angka tersebut

cenderung kecil jika dibandingkan dengan oftalmoskopi langsung perbesarannya sebesar 15x (lihat Gambar 2.6). Sehingga dapat disimpulkan bahwa detail kecil yang diamati oftalmoskopi langsung tidak terlihat oleh oftalmoskopi tidak langsung (Brodie, 2021).



Gambar 2. 12 Perbesaran Keseluruhan Oftalmoskopi Tidak Langsung Dengan Lensa Kondensasi Yang Berbeda Bergantung Pada Jarak Pengamat Gambar Udara (Brodie, 2021)



Gambar 2. 13 Pemeriksaan Funduskopi Menggunakan Alat *Indirect Ophthalmoscope* (Elizabeth, 2021)

Prosedur pemeriksaan funduskopi menggunakan *indirect ophthalmoscope* ditunjukkan pada Gambar 2.5 (Elizabeth, 2021):

- Pemeriksaan dilakukan dengan jarak ± 50 cm atau setara dengan panjang lengan orang dewasa.
- Pemeriksaan dilakukan di tempat yang gelap.
- Penggunaan lensa tambahan untuk dipegang oleh pemeriksa berupa lensa konveks dengan kekuatan 15-20 D yang diletakkan ± 10 cm jaraknya dari mata pasien.
- Mata pasien dibuka lebar dan meminta pasien untuk fokus memandangi pada satu titik.
- Pasien diminta untuk menggerakkan bola mata untuk memeriksa bagian lain dari retina yang akan diamati.
- Bayangan akan terbentuk oleh lensa kondensasi berupa gambaran fundus okuli yang lebar.

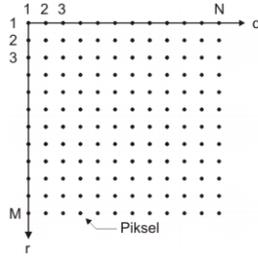


Gambar 2. 14 Hasil Pemeriksaan Funduskopi Normal Dan Retinopati Diabetik (Laksmita,)

5. Dasar Pengolahan Citra

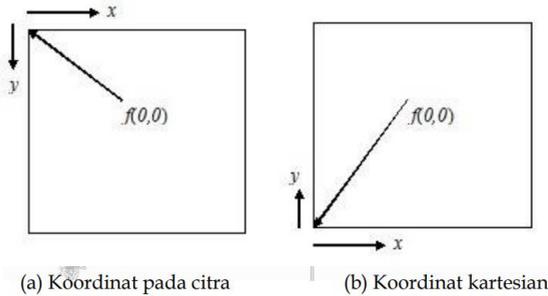
Pengolahan citra adalah cara untuk merubah citra dalam bentuk citra lain sesuai keinginan atau menjadi lebih lengkap. Pengertian lain menyebutkan bahwa pengolahan citra sebagai suatu tindakan pengambilan citra input yang menghasilkan output citra yang sesuai keinginan. Pengolahan citra yang dilakukan secara digital adalah pengolahan citra menggunakan data dua dimensi.

Citra digital merupakan larik (*array*) yang berisi nilai kompleks atau nyata diwakili dengan urutan bit tertentu. Citra digital secara matematis disebut sebagai fungsi intensitas dua variabel x dan y atau $f(x,y)$. (x,y) merupakan koordinat spasial bidang dua dimensi dan $f(x,y)$ adalah intensitas cahaya yang terdapat pada koordinat tersebut. Representasi lanjutan dari citra asli mengubah citra menjadi data digital dengan cara memodifikasi citra secara kontinyu. Sistem bilangan biner komputer dalam menangani masalah mempunyai kemungkinan dalam proses gambar yaitu ekstraksi data gambar analog asli dikirim ke komputer berbentuk biner atau yang sering disebut dengan digitalisasi (Sulistiyanti *et al.*, 2016).



Gambar 2. 15 Representasi Sistem Koordinat Pada Citra Digital (Mutiara, 2020)

Citra yang ditampilkan mempunyai fungsi $f(x,y)$. Posisi horizontal dilambangkan dengan variabel x sedangkan y posisi vertikal. $f(m,n)$ sebagai versi diskrit citra yang diproses komputer. m dan n merupakan urutan dari posisi dengan $m=0,1,2,\dots,M-1$ dan $n=0,1,2,\dots,N-1$. Ukuran ketelitian data pada citra sebanyak $M \times N$ pada posisi diskrit. Setiap titik (m,n) mempunyai detail elemen pixel atau gambar. Representasi sistem koordinat yang terdapat dalam citra digital ditunjukkan oleh Gambar 2.7. Terdapat perbedaan cara dalam mempresentasikan posisi titik koordinat citra dengan koordinat grafik (kartesian). Gambar 2.8 menunjukkan perbedaan posisi titik $(0,0)$ koordinat citra dan koordinat kartesian.



Gambar 2. 16 Perbedaan Posisi Titik $(0,0)$ Antara Koordinat Pada Citra dan Koordinat Kartesian
(Sulistiyanti et al., 2016)

Macam-macam pengolahan dalam citra, diantaranya (Mutiara, 2020):

- a. Meningkatkan kualitas pada citra (*image enhancement*)

Pengolahan dilakukan untuk memanipulasi parameter pada kualitas citra. Selain itu, untuk menekankan ciri khas citra. Berikut merupakan beberapa operasi yang digunakan untuk meningkatkan kualitas citra:

- 1) Penyesuaian terhadap kontras yang berupa gelap atau terang
- 2) Penguatan tepi (*edge enhancement*)
- 3) Mempertajam citra (*sharpening*)
- 4) Penyaringan terhadap kebisingan (*noise filtering*)

b. Perbaikan pada citra (*image restoration*)

Proses ini berfungsi untuk menghilangkan atau meminimalisir kesalahan pada citra dan bertujuan untuk perbaikan citra atau bisa dikatakan hampir sama dengan pemulihan citra, akan tetapi penyebab kerusakan yang ada pada citra dapat diketahui dengan perbaikan citra. Berikut merupakan beberapa operasi yang digunakan untuk perbaikan citra:

- 1) Menghilangkan kekaburan (*debluring*)
- 2) Pengurangan pada kebisingan (*noise*)
- 3) Memperhalus citra (*smoothing*)

c. Pemampatan pada citra (*image compression*)

Operasi ini berfungsi dalam menampilkan citra dengan format lebih kecil dan memori yang dipakai akan lebih sedikit juga. Proses pemampatan pada citra sangat penting dalam menghasilkan kualitas citra yang baik karena dapat merubah ukuran citra dari 258 kb menjadi 49kb.

d. Segmentasi pada citra (*image segmentation*)

Proses ini bertujuan membagi citra dalam beberapa segmen menurut kriteria dan sangat berkaitan pada pengenalan pola.

e. Analisis terhadap citra (*image analysis*)

Operasi ini bertujuan sebagai penghitung besaran kuantitatif pada citra dan deskripsinya. Terkadang pada proses ini membutuhkan segmentasi dalam melokalisasikan objek citra yang diinginkan.

6. Ekstraksi Ciri Tekstur

Ekstraksi ciri tekstur merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperoleh ciri berdasarkan tekstur tiap citra pada proses pengenalan kelas (objek). Proses ini mempunyai tujuan dalam memberi informasi secara detail terhadap perbedaan antar kelas pada beberapa citra dan memungkinkan citra berada di kelas berbeda (Septiarini & Wardoyo, 2015). Pada penelitian ini, menggunakan metode statistik orde satu yaitu histogram dan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yang merupakan statistik orde kedua.

6.1 Histogram

Persamaan histogram merupakan teknik untuk meningkatkan kontras pada citra atau disebut juga sebagai distribusi probabilitas statistik *grayscale* citra digital. Selain itu, Histogram adalah suatu skema yang

menunjukkan penyebaran yang terjadi pada intensitas indeks citra atau warna. Metode pemerataan histogram digunakan karena dianggap mudah, kinerja dan kesederhanaan yang dimiliki cukup baik pada semua jenis citra. Cara operasinya yaitu dengan pemetaan kembali *grayscale* citra menurut distribusi probabilitas *grayscale* input. Metode ini sangat efektif dalam memperbaiki citra secara menyeluruh dan menambah detail tekstur pada citra (Ahmad & Hadinegoro, 2012). Histogram mempunyai beberapa fitur. Pada penelitian ini, fitur yang digunakan terdapat pada persamaan 2.1 sampai 2.6 (Damayanti, 2023).

- a. Mean (m) merupakan suatu fitur yang menghasilkan tingkat kecerahan rata-rata pada suatu objek dengan vektor variabel p terdiri dari pengamatan skalar L .

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p(i) \quad (2.1)$$

Dengan:

m = Rerata pada intensitas

i = Arah keabuan citra

$p(i)$ = Probabilitas kemunculan i dan L

i dan L = Nilai aras keabuan tertinggi

- b. Standar deviasi (σ) merupakan gambaran pada penyebaran data rata-rata ukuran dan m adalah mean.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i)} \quad (2.2)$$

- c. Varian (σ^2) merupakan jumlah kontras suatu citra dan sebagai kuadrat dari standar deviasi.

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i) \quad (2.3)$$

- d. Entropi sebagai fitur yang menggambarkan terjadinya penyebaran informasi dari rata-rata nilai besaran.

$$Entropi = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} p(i) \log_2(p(i))} \quad (2.4)$$

- e. *Skewness* adalah fitur ketidakseimbangan ukuran pada intensitas rata-rata.

$$Skewness = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^3 p(i)} \quad (2.5)$$

- f. Kurtosis adalah fitur ketajaman pada kurva histogram.

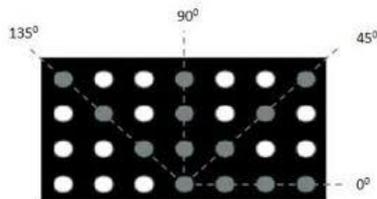
$$Kurtosis = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^4 p(i) - 3} \quad (2.6)$$

6.2 Gray Level Co-Occurance Matrix (GLCM)

Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) adalah ekstraksi orde kedua atau metode analisis tekstur citra dengan matriks kookurensi yang merupakan matriks yang menjelaskan hubungan tetangga antar piksel pada suatu citra

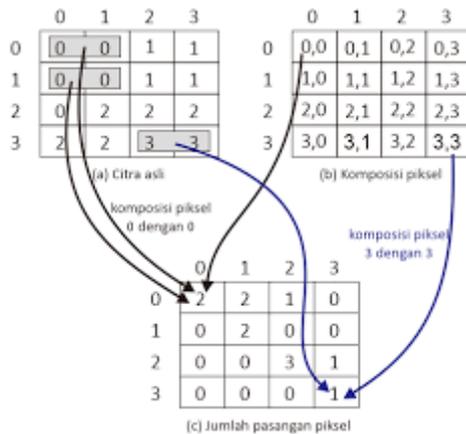
dari berbagai jarak dan arah. Pada orde kedua ini mempertimbangkan hubungan yang terjadi antar pasangan piksel pada citra asli. Hal tersebut karena pada orde pertama mengabaikan kedekatan piksel dan hanya memakai kalkulasi statistik menurut nilai piksel citra asli (Hall-Beyer, 2017).

GLCM mempunyai arah sudut yang dinyatakan dengan derajat yaitu 0° , 45° , 90° dan 135° . Perubahan pada nilai hubungan skala abu-abu menjadi matriks *co-occurrence* bersamaan dengan perubahan ukuran *window* 3×3 , 5×5 , 7×7 , 9×9 dan seterusnya. Setiap *window* yang terbentuk ditentukan oleh hubungan spasial yang terjadi antar BV yaitu fungsi pada sudut dan jarak. Pada Gambar 2.17 menunjukkan arah sudut pada GLCM (Abdul, 2012).



Gambar 2. 17 Arah GLCM Sudut 0° , 45° , 90° dan 135° (Abdul, 2012)

Kookurensi yang terdapat pada GLCM merupakan jumlah kejadian yang terjadi secara bersamaan yaitu jumlah kejadian pada satu level nilai piksel yang bersebelahan dengan satu level nilai piksel yang lainnya dalam jarak (d) dan orientasi direpresentasikan dalam bentuk derajat. Orientasi pada GLCM terbentuk karena adanya empat arah sudut yaitu 0° , 45° , 90° dan 135° . Sedangkan untuk jarak antar piksel ditetapkan dengan seukuran satu piksel (Putra, 2021).



Gambar 2. 18 Penentuan Awal Matriks GLCM Pasangan Dua Piksel (Abdul, 2012)

Piksel yang bersebelahan sesungguhnya merepresentasikan hubungan antar dua piksel

yang bersebelahan secara horizontal dengan arah sudut 0° , sehingga jumlah kumpulan piksel yang memenuhi hal tersebut dapat dilakukan perhitungan (Putra, 2021). Seperti yang terdapat pada Gambar 2.18.

Pada metode GLCM terdapat tahap perhitungan ciri tekstur yang terdiri dari 28 fitur. Akan tetapi hanya sebanyak 14 fitur yang dapat dikalkulasikan menggunakan metode GLCM pada suatu citra yaitu *Angular Second Moment (ASM)*, *Entropy*, *Contrast*, *Correlation*, *Sum of Squares (Variance)*, *Inverense Different Moment (IDM)*, *Sum Average*, *Sum Variance*, *Different Variance*, *Sum Entropy*, *Different Entropy*, *Maximal Correlation Coefficient*, *Information Measure of Correlation 1 dan 2* (Haralick, Shanmugam & Dinstein, 1973). Namun pada penelitian ini, ciri tekstur GLCM sebagai statistik orde kedua hanya memanfaatkan 4 ciri yaitu energi, kontras, korelasi dan homogenitas (Praseptiyana, Widodo & Rahman, 2019).

a. Energi

Energi adalah suatu karakteristik yang digunakan untuk mengetahui tingkat keseragaman pada tekstur. Semakin tinggi nilai energi yang didapat maka tingkat homogenitas pada tekstur akan tinggi dan variasi intensitas pada citra akan mengecil.

$$Energi = \sum_i \sum_j p^2(i, j) \quad (2.7)$$

b. Kontras

Kontras adalah representasi nilai pada variasi tingkat keabuan dari matriks *co-occurrence* yang berfungsi untuk menampilkan distribusi elemen pada matriks (momen inersia) suatu citra. Apabila terdapat piksel yang bertetangga mempunyai nilai intensitas yang saling berdekatan maka kontras tekstur yang didapat akan rendah. Akan tetapi apabila elemen gambar lebih jauh dari diagonal utama maka nilai kontras yang didapat akan tinggi.

$$Kontras = \sum_i \sum_j (i - j)^2 p(i, j) \quad (2.8)$$

c. Korelasi

Korelasi adalah suatu nilai ukuran yang tergantung pada linier antar nilai keabuan pada suatu citra.

$$\text{Korelasi} = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y} \sum_i = 1 \sum_j = 1 (i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i, j) \quad (2.9)$$

d. Homogenitas

Homogenitas digunakan untuk mengukur tingkat homogen atau kesamaan variasi pada intensitas keabuan citra dalam matriks *co-occurrence*. Homogenitas akan bernilai tinggi apabila pasangan piksel mempunyai nilai keabuan yang seragam.

$$\text{Homogenitas} = \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (2.10)$$

Keterangan :

$p(i, j)$ = Matriks GLCM pada baris i dan kolom j

i = Nomor baris

j = Nomor kolom

σ = Rerata

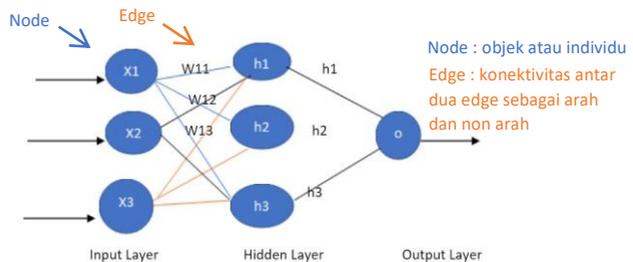
μ = Standar deviasi nilai piksel

7. **Multilayer Perceptron (MLP)**

Perceptron pertama kali didefinisikan oleh Frank Rosenblatt yaitu suatu unit dasar pada jaringan saraf tiruan dalam mendefinisikan neuron buatan pada jaringan saraf dan sebagai algoritma dalam

pembelajaran yang terawasi dan berisi nilai node, masukan, fungsi aktivasi dan bobot dalam menghitung keluaran (Singh, 2024).

Multilayer perceptron (MLP) merupakan suatu jaringan syaraf tiruan *feedforward* yang letaknya berada diantara lapisan *input* dan lapisan *output* dan mempunyai satu ataupun lebih lapisan tersembunyi (*hidden layer*) yang setiap lapisnya terhubung pada lapisan selanjutnya. MLP termasuk dalam kelas deep learning. Algoritma yang digunakan untuk melatih model ini adalah backpropagation dalam meningkatkan akurasi pada model pelatihan. (Suwarno & Abdillah, 2016). MLP bekerja hanya dengan arah maju. Seluruh node akan terhubung sepenuhnya pada jaringan dan seluruh node akan meneruskan nilainya pada node yang datang dengan arah maju (Singh, 2024).



Gambar 2. 19 Arsitektur MLP (Ermawati, 2020)

Gambar 2.9 menunjukkan grafik arsitektur *multilayer perceptron* yang mempunyai dua lapisan *hidden* dan lapisan *output*. Jaringan yang ditunjukkan saling terhubung sehingga dapat diartikan bahwa setiap lapisan jaringan pada *neuron* terhubung dengan setiap *neuron (node)* pada lapisan sebelumnya. Aliran sinyal yang melewati jaringan searah maju yaitu secara lapis demi lapis dan dari kiri ke kanan (Ermawati, 2020).

Berdasarkan namanya yaitu multi, MLP memiliki beberapa lapisan. Secara umum, *multilayer perceptron* mempunyai tiga lapisan yaitu lapisan *input*, lapisan *hidden*, dan lapisan *output*. Berikut merupakan penjelasan lapisan yang terdapat pada MLP (Fara, 2020):

- a. Lapisan *input* sebagai lapisan awal yang berfungsi untuk menerima nilai masukan. Pada kumpulan data pelatihan membutuhkan masukan untuk diteruskan pada lapisan tersembunyi. Terdapat n node masukan dalam lapisan masukan dengan jumlah nodenya tergantung dengan jumlah fitur pada kumpulan data. Seluruh variabel vektor yang terdapat pada masukan akan didistribusikan pada seluruh node dalam lapisan yang tersembunyi.

b. Lapisan *hidden* atau tersembunyi terdiri dari seluruh komputasi yang ada pada jaringan saraf dengan penggunaan fungsi aktivasi dan sebagai jantung pada jaringan saraf tiruan yang berfungsi dalam pengenalan nilai *input*. Tepi dari lapisan ini memiliki bobot yang dikalikan nilai node.

Pada setiap model, setidaknya terdapat satu atau dua lapisan tersembunyi. Node yang terdapat pada lapisan tersembunyi harus akurat karena menyebabkan model tidak dapat berfungsi secara baik pada data kompleks. Jumlah node yang berlebihan menyebabkan terjadinya *overfitting*.

c. Lapisan *output* berfungsi dalam menghasilkan nilai keluaran. Banyaknya jumlah node yang dihasilkan bergantung pada jenis masalahnya. Penggunaan satu node untuk menargetkan satu variabel.

Cara kerja MLP seperti otak manusia yang mempunyai struktur mikro. Jaringan syaraf tiruan (JST) sering digunakan untuk berbagai macam ilmu kecerdasan buatan dalam klasifikasi dan pengenalan pola. Node yang terdapat pada masukan mewakili sebagai fitur kumpulan data dan diteruskan menuju pada lapisan tersembunyi dengan tiap sisi akan

mempunyai bobot yang dikalikan oleh variabel masukan. Untuk menghasilkan nilai keluaran maka menjumlahkan seluruh nilai produk dalam node tersembunyi. Penggunaan fungsi aktivasi pada lapisan tersembunyi untuk mengidentifikasi node yang aktif. Kemudian hasil yang diperoleh akan diteruskan menuju pada lapisan *output* dan menghitung perbedaan pada keluaran yang terprediksi dan keluaran aktual. Setelah melakukan perhitungan pada keluaran yang diprediksi, selanjutnya menggunakan propagasi balik (Singh, 2024).

Algoritma backpropagation berfungsi dalam meningkatkan akurasi keluaran yaitu dengan cara mengurangi terjadinya kesalahan yang terdapat dalam keluaran prediksi dan keluaran aktual. Berdasarkan algoritma ini, tingkat kesalahan dihitung setelah melakukan perhitungan keluaran pada jaringan saraf multilayer perceptron. Kesalahan tersebut merupakan perbedaan yang terjadi antara hasil keluaran jaringan saraf dan keluaran yang sebenarnya. Selanjutnya hasil kesalahan yang dihitung akan diumpankan kembali ke jaringan yaitu dari lapisan keluaran menuju lapisan tersembunyi dan sebagai masukan pada jaringan. Pengurangan kesalahan pada model dengan cara

menyesuaikan bobot lapisan tersembunyi. Perhitungan prediksi keluaran pada bobot yang telah disesuaikan dan diperiksa kesalahan untuk meminimalisir kesalahan sehingga tidak ada sama sekali (Singh, 2024).

Tabel 2. 3 Perbedaan Jaringan *Multilayer Perceptron* Dengan Jaringan Konvensional (Singh, 2024)

	Jaringan Multilayer Perceptron	Jaringan Konvensional
Jenis Masukan	Vektor	Vektor dan matriks
Tipe Jaringan	Jaringan terhubung sepenuhnya	Jaringan terhubung spasial
Masalah Fokus	Non-linier	Linier
Aplikasi	Klasifikasi gambar sederhana	Klasifikasi gambar kompleks

Kelebihan yang dimiliki MLP adalah arsitektur yang sederhana dan dilengkapi dengan algoritma pembelajaran yang memudahkan dalam mengimplementasi serta akurasi yang dimiliki cenderung baik. MLP secara dasar merupakan suatu lapisan tunggal (*node*) yang terorganisir pada lapisan. Lapisan *input* menjadi karakter dalam objek klasifikasi memiliki nilai-nilai kuantitatif sebagai nilai tekstur dari hasil ekstraksi. Semua nilai masuk pada *neuron* akan memperoleh nilai *output* melalui fungsi aktivasi.

Manfaat MLP sebagai fungsi aktivasi *non-linear* atau fungsi *sigmoid biner* yaitu fungsi yang mempunyai *range* (0,1) (Ermawati, 2020).

Keuntungan yang diperoleh menggunakan *multilayer perceptron* adalah mudah dalam menangani masalah non-linier, mampu menangani masalah yang kompleks pada kumpulan data besar, dapat mengatasi masalah kebugaran pada jaringan saraf tiruan, mempunyai tingkat akurasi yang tinggi dan dapat mengurangi kesalahan dalam prediksi dengan propagasi balik, setelah melakukan pelatihan model maka akan semakin cepat dalam memprediksi keluaran. Sedangkan kekurangan yang diperoleh adalah meningkatnya biaya model secara keseluruhan karena jaringan berasal dari komputasi yang besar, performa model yang baik apabila dilatih secara sempurna, koneksi pada model yang cukup erat mengakibatkan jumlah parameter dan redundansi pada node mengalami peningkatan(Singh, 2024).

8. *Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA)*

Weka atau sering disebut juga dengan *Waikato Environment for Knowledge Analysis* adalah paket *tools* dari *machine learning* untuk bidang pendidikan,

penelitian atau berbagai aplikasi. Pada dunia nyata, Weka mempunyai manfaat untuk menyelesaikan berbagai masalah data mining. Selain itu, kelebihan lain dari Weka adalah penggunaan yang mudah dan menyediakan implimentasi algoritma dalam pembelajaran dengan *state of the art* dapat diterapkan di *command line*. Weka menyediakan juga *tools* untuk klasifikasi, *pre-processing* data, clustering, regresi, serta visualisasi dan asosiasi (Purnamasari *et al.*, 2013).

Weka hampir digunakan pada setiap platform. Penulisan Weka dalam hirarki *class java* menggunakan metode orientasi objek dan dapat berjalan pada setiap platform (Pujiono, Amborowati & Suyanto, 2013). Pada Gambar 2.10 merupakan tampilan awal pada *machine learning* Weka.



Gambar 2. 20 Tampilan Awal Weka (Sumber data pribadi)

9. Indeks Pengukuran

Indeks pengukuran mempunyai fungsi menentukan kinerja pada metode pengolahan citra yang digunakan. Tahap klasifikasi pada penelitian ini digunakan sebagai menghitung tingkat keberhasilan pada suatu kegiatan. Berhasil atau tidaknya metode yang digunakan ditunjukkan oleh nilai indeks pengukuran yang didapat dari data hasil klasifikasi. *Confusion matrix* adalah nilai indeks pengukuran yang digunakan (Damayanti, 2023). *Confusion matrix* sebagai alat pembelajaran yang sering dipakai karena terawasi (*supervised learning*). Setiap baris matriks mewakili kelas berdasarkan pada kejadian yang sebenarnya dan setiap kolomnya merupakan contoh kelas yang diperkirakan. Informasi yang terdapat pada *confusion matrix* adalah aktual (*actual*) dan prediksi (*predicted*) terhadap sistem klasifikasi (Supriyadi, 2017).

Tabel 2. 4 *Confusion matrix* (Markoulidakis et al., 2021)

		Predicted Class	
		Positive	Negative
Actual Class	Positive	TP	FN
	Negative	FP	TN

Tabel 2.3 menunjukkan hasil *confusion matrix* yaitu terdiri dari nilai *false positive* (FP), *true positive* (TP), *true negative* (TN) dan *false negative* (FN). Perhitungan yang dipakai pada klasifikasi dengan menggunakan nilai *confusion matrix* yang berasal dari pengukuran adalah sensitivitas (*sensitivity*), akurasi (*accuracy*) dan spesifisitas (*specificity*). Rumus indeks pengukuran berdasarkan pada nilai *confusion matrix* ditunjukkan pada persamaan 2.11 sampai 2.13 (Damayanti, 2023).

- a. Akurasi merupakan presentase dari setiap data yang diidentifikasi dan dianggap benar.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \times 100\% \quad (2.11)$$

- b. Sensitivitas mempunyai kemampuan dalam memprediksi suatu kelas tertentu menurut kumpulan data dan TPR (*True Positive Rate*).

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (2.12)$$

- c. Spesifisitas sebagai nilai yang menyatakan ukuran dua tugas kelas yang sesuai dengan TNR (*True Negative Rate*).

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP} \times 100\% \quad (2.13)$$

Dengan :

TP = *True Positive* yaitu mata normal yang terdeteksi sebagai mata normal

TN = *True Negative* yaitu retinopati diabetik yang terdeteksi retinopati diabetik

FN = *False Negative* yaitu retinopati diabetik yang terdeteksi normal

FP = *False Positive* yaitu mata normal yang terdeteksi retinopati diabetik

B. Kajian Pustaka

Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya mengenai klasifikasi citra digital yang sesuai dengan penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yustriandy (2013) mempunyai tujuan untuk mengklasifikasi *grade* retinopati diabetik pada citra fundus mata. Menggunakan bahasa pemrograman yang berupa Matlab. Ekstraksi fitur yang digunakan ada 3 jenis yang diperoleh dari ekstraksi jumlah pixel pada *blood vessels*, *microaneurysms* dan *exudates*. Citra yang dihasilkan dari ekstraksi diklasifikasi dengan *fuzzy k-means* untuk mengetahui tingkatan stadium pada penderita retinopati diabetik. Hasil nilai akurasi dari klasifikasi memperoleh nilai sebesar 97,69%. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian diatas adalah penggunaan fitur ekstraksi ciri yang berupa ekstraksi ciri tekstur sedangkan pada penelitian diatas menggunakan ekstraksi hasil ekstraksi jumlah pixel pada *blood vessels*, *microaneurysms* dan *exudates*. Penelitian diatas dengan metode *fuzzy k-*

means. Sementara penelitian yang akan dilakukan dengan metode *multilayer perceptron*. Bahasa pemrograman yang digunakan penelitian di atas adalah Matlab sedangkan penelitian yang akan dilakukan dengan *Python Google Colaboratory*.

2. Penelitian Putranto dan Candradewi (2018) mempunyai tujuan dalam mengklasifikasi tingkat keparahan retinopati diabetik. Matlab digunakan sebagai bahasa pemrograman. Ekstraksi yang digunakan berupa fitur area dan tekstur dengan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Citra dari hasil ekstraksi diklasifikasikan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) dengan kernel *Radial Basis Function* (RBF) untuk klasifikasi dalam membedakan 4 fase retinopati diabetik (normal, mild NPDR, moderate NPDR, severe NPDR). Nilai akurasi yang dihasilkan pada klasifikasi sebesar 95,93%.

Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian diatas adalah ekstraksi fitur yang digunakan berupa area dan tekstur berupa *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Pada penelitian yang akan dilakukan hanya menggunakan ekstraksi ciri tekstur. Metode yang digunakan pada penelitian di atas adalah *Support Vector Machine* (SVM) sedangkan

penelitian yang akan dilakukan menggunakan *multilayer perceptron*. Pada penelitian diatas menggunakan bahasa pemrograman Matlab. sedangkan penelitian yang akan dilakukan dengan *Python Google Colaboratory*.

3. Pada penelitian Damayanti (2023) mempunyai tujuan dalam mengklasifikasi citra CT-Scan paru-paru untuk membedakan kasus tumor jinak dan ganas. Bahasa pemrograman yang dipakai berupa Matlab. Ekstraksi yang digunakan fitur tekstur dengan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Citra yang dihasilkan dari ekstraksi fitur diseleksi dengan metode *Information Gain* yang selanjutnya diklasifikasikan menggunakan metode K-Means Clustering. Nilai akurasi yang dihasil adalah sebesar 66,00%.

Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian di atas adalah citra yang diklasifikasi. Pada penelitian diatas menggunakan citra CT-Scan tumor paru-paru sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan citra fundus mata. Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian di atas berupa Matlab sedangkan penelitian yang akan dilakukan dengan *Python Google Colaboratory*. Metode yang digunakan pada penelitian di atas

adalah *k-means Clustering* sedangkan penelitian yang akan dilakukan dengan *multilayer perceptron*.

4. Pada penelitian Putra dkk (2017) memiliki tujuan untuk mendeteksi penyakit retinopati diabetik melalui retina pada mata berdasarkan pengolahan citra dengan mengimplementasikan metode *Local Binary Pattern* (LBP) dan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Bahasa pemrograman yang digunakan berupa Matlab. Ekstraksi ciri yang digunakan adalah dengan metode *local binary pattern*. Selanjutnya citra hasil ekstraksi diklasifikasikan dengan *learning vector quantization*. Hasil yang diperoleh dalam pengujian tersebut mempunyai nilai akurasi sebesar 85% yang tergolong cukup baik dalam mendeteksi penyakit retinopati diabetik.

Perbedaan penelitian di atas dengan penelitian yang akan dilakukan adalah fitur ekstraksi yang digunakan berupa *local binary pattern*. Sementara penelitian yang akan dilakukan berupa fitur ekstraksi ciri tekstur menggunakan *gray level co-occurrence matrix* (GLCM). Metode yang digunakan dalam mengklasifikasi hasil ekstraksi berupa *learning vector quantization* (LVQ) sedangkan pada penelitian yang

akan dilakukan, metode klasifikasinya berupa *multilayer perceptron*. Bahasa pemrograman yang digunakan penelitian di atas adalah Matlab sedangkan penelitian yang akan dilakukan dengan *Python Google Colaboratory*.

5. Pada penelitian Munawaroh (2022) mempunyai tujuan mengklasifikasikan citra mammografi pada kasus tumor jinak dan ganas berbasis ciri tekstur dan morfologi dengan metode *multilayer perceptron* (MLP). *Software* yang digunakan untuk klasifikasi adalah *machine learning Weka*. Sedangkan untuk bahasa pemrogramannya berupa Scilab. Hasil yang diperoleh dari proses tersebut yaitu nilai akurasi sebesar 74,00% dengan 5 *folds cross validation* pada *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning Weka*.

Perbedaan penelitian di atas dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penggunaan citra pada penelitian diatas berupa citra mammografi atau payudara sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan dengan citra fundus mata. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Scilab sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan berupa *Python Google Colaboratory*. Fitur ekstraksi

ciri yang digunakan berupa tekstur dan morfologi sedangkan penelitian yang akan dilakukan hanya dengan ciri tekstur.

6. Pada penelitian Ermawati (2020) memiliki tujuan untuk mengklasifikasikan nodul payudara berdasarkan ciri tekstur citra ultrasonografi (USG) dengan menggunakan Scilab. Fitur ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi ciri tekstur dengan histogram dan *gray level co-occurrence matrix* (GLCM). Proses klasifikasi nodul payudara pada penelitian ini membutuhkan *machine learning* Weka dan untuk arsitektur berupa *multilayer perceptron* (MLP) dengan *10 folds cross validation*. Hasil yang diperoleh dari pengujian tersebut menunjukkan nilai akurasi 88,89% dengan 30 ciri tekstur dan 80,56% dengan 10 ciri tekstur yang dapat disimpulkan bahwa semakin banyak ciri tekstur yang dipakai maka akan lebih banyak pula informasi nodul yang didapat dalam meningkatkan nilai akurasi untuk proses klasifikasi.

Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian diatas adalah citra yang digunakan adalah citra payudara dari ultrasonografi (USG) sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan berupa citra

fundus mata. Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini adalah Scilab sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan dengan *Python Google Colaboratory*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian dengan data yang berkaitan dengan angka dan statistik. Dan data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2024 di Laboratorium Terpadu FST kampus III Universitas Islam Negeri walisongo Semarang. Pengambilan data berasal dari website Zenodo dengan Alamat <https://zenodo.org/record/4647952#.YGNjXVUzbIU> sebagai database sedangkan untuk keterangan dari data tersebut di website Nasional Library of Medicine dengan Alamat <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8257963/>.

C. Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Laptop dengan spesifikasi DESKTOP-23A6KQM Intel(R) Celeron(R) N4000 CPU @ 1.10GHz 1.10 GHz, RAM 4.00 GB (3.83 GB usable), 14inch

(1366*768) HD, kartu grafis terintegrasi Intel UHD Graphic 600, 1TB HDD.

- b. Python Google Colaboratory.
- c. *Machine Learning* Weka versi 3.9.6.
- d. Microsoft word.
- e. Microsoft excel.

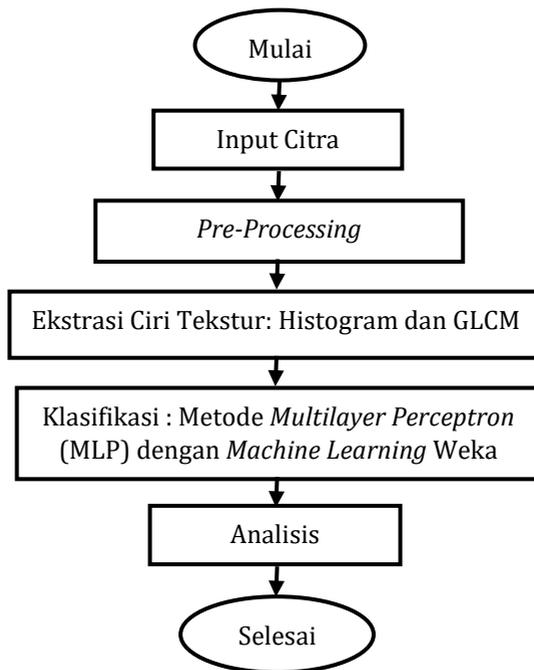
D. Bahan Penelitian

Bahan penelitian pada penelitian ini berupa citra digital retina yang berasal dari Zenodo sebagai layanan untuk mengidentifikasi yang berisi arsip besar gambar fundus dan tersedia bagi umum. Zenodo sebagai database yang berisi 757 gambar fundus warna yang diperoleh pada Departement of Ophthalmology of the Hospital de Clinicas, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Data tersebut membantu para dokter dan peneliti dalam mendeteksi penyakit retinoperia (NPRD) yang tidak berproliferasi dan pada penderita retinopati diabetik dengan perkembangbiakan yang berbeda tahapan. Sedangkan untuk keterangan dari database tersebut berada pada website Nasional Library of Medicine. Website tersebut dapat diakses oleh semua kalangan atau disebut juga dengan *open access*. Semua orang dapat mengambil gambar pada website tersebut akan tetapi tidak semua

orang dapat mengunggah gambar pada website tersebut. Hanya para ahli yang dapat memasukkan gambar maupun mengganti atau merubah gambar yang ada pada website tersebut. Sehingga gambar yang ada tidak diragukan lagi keabsahannya. Arsip terbaru pada tanggal 10 Februari 2021.

E. Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdapat beberapa tahap. Tahapan tersebut ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahap-Tahap Prosedur Penelitian

1. Input citra

Gambar 3.1 menunjukkan tahapan pada prosedur penelitian yang dimulai dengan memasukkan citra atau input citra funduskopi retinopati diabetik yang didapat dari website Zenodo untuk menuju ke tahap selanjutnya yaitu tahap pre-processing.

2. Pre-processing

Citra yang diperoleh dari website Zenodo merupakan citra warna atau RGB sehingga perlu melewati proses *grayscale* untuk mendapatkan citra *grayscale*. Citra *grayscale* merupakan citra yang memiliki skala keabuan dengan nilai intensitas terkecil sebesar 0 berupa warna hitam dan warna putih sebagai warna dengan nilai intensitas terbesar yaitu sebesar 255 (Wahyudi, Triyanti & Ruslianto, 2015).

Tahap yang dilakukan setelah proses *grayscale* adalah *filtering*. Filter yang digunakan berupa median filter yaitu suatu filter non linier pengembangan dari Tukey yang berfungsi untuk mengurangi noise dan menghaluskan citra. Disebut dengan non linier karena cara kerjanya tidak termasuk dalam operasi konvolusi. Perhitungan pada operasi non linier dilakukan dengan

mengurutkan nilai intensitas dari sekumpulan piksel dan nilai piksel yang diproses akan diganti dengan nilai tertentu (Fadillah & Gunawan, 2019).

Penapis atau *window* yang terdapat pada median filter memuat sejumlah piksel ganjil yang digeser dari titik ke titik di semua daerah pada citra. Kemudian mengurutkan nilai yang dihasilkan tersebut secara *ascending* untuk menghitung nilai mediannya. Nilai median sebagai pengganti nilai yang ada dalam pusat bidang *window*. Penggunaan filter ini cocok dalam mereduksi noise salt and pepper. Berikut merupakan contoh *filtering* 3x3 (Fadillah & Gunawan, 2019).

Tabel 3. 1 Filter 3x3 (Fadillah & Gunawan, 2019)

	123	126	126	130	140	
	122	124	126	127	135	
	118	120	150	125	134	
	119	115	119	123	133	
	111	116	110	120	130	

Citra diatas menggunakan filter 3x3. Nilai pada masing-masing piksel bertetangan setelah diurutkan menjadi 115, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 127, 150. Hasil pengurutan tersebut memperoleh nilai median 124. Penggunaan nilai median sebagai

pengganti dari nilai pusat masukan sehingga nilai 150 diganti 124.

Berdasarkan pada Tabel 3.1 terdapat beberapa proses sebagai berikut (Fadillah & Gunawan, 2019):

- a. Pra pengolahan dilakukan untuk menambah noise secara manual atau tingkat intensitas noise.
- b. Pengolahan merupakan proses pengolahan lanjutan dari pra pengolahan. Pada proses ini, citra yang memiliki *noise* difilter dengan median filter dan menjadi data keluaran.
- c. Analisis dilakukan untuk menganalisis citra secara sederhana yang terdapat pada citra untuk dibandingkan yaitu citra asli atau citra yang tidak mempunyai noise dan citra yang telah melewati proses filter.

3. Ekstraksi ciri tekstur

Ekstraksi ciri tekstur dilakukan setelah tahap pre-processing. Ekstraksi ciri tekstur ini menjadi salah satu ekstraksi ciri penting karena dapat menghasilkan ciri terhadap setiap citra menurut teksturnya (Septiarini & Wardoyo, 2015). Proses segmentasi pada tahap ini tidak diperlukan lagi

karena ekstraksi ciri tekstur bertujuan dalam memberi informasi secara detail mengenai perbedaan antar kelas pada beberapa citra sehingga citra satu dengan yang lainnya mempunyai kemungkinan berada pada kelas yang berbeda. Pada penelitian ini menggunakan 2 metode ekstraksi ciri tekstur yaitu histogram yaitu mean, *skewness*, standar deviasi, varian, kurtosis, dan entropi dan GLCM yang berupa energi, korelasi, kontras, dan homogenitas sehingga nilai yang dihasilkan berisi informasi citra yang dibutuhkan untuk tahap selanjutnya.

4. Klasifikasi

Klasifikasi citra dilakukan setelah melalui beberapa tahapan sebelumnya. Klasifikasi citra menggunakan metode *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning* Weka. Tujuan dari klasifikasi ini untuk memisahkan antara citra funduskopi retinopati pada penderita diabetes melitus dan normal.

F. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini untuk mengetahui tingkat keberhasilan yang didapat pada proses klasifikasi citra yang sebelumnya telah diolah dan melewati tahap-tahap diatas. Analisis data ini menggunakan parameter

berupa nilai akurasi, sensitivitas, dan juga spesifisitas seperti yang terdapat pada persamaan 2.11 sampai 2.13.

BAB IV

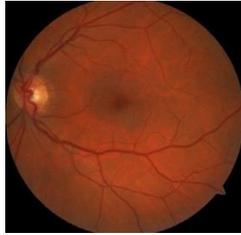
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Berdasarkan metodologi penelitian yang terdapat pada bab tiga, bab ini menjelaskan hasil pengolahan data dari proses klasifikasi citra fundus mata normal dan retinopati diabetik berdasarkan ciri tekstur dengan metode *multilayer perceptron* (MLP). Proses pengolahan data tersebut dijelaskan secara rinci oleh beberapa tahapan berikut:

1. Tahap Input Data

Citra input yang digunakan pada penelitian ini adalah citra fundus mata yang bersumber dari website Zenodo *public acces* dengan alamat <https://zenodo.org/record/4647952#.YGNjXVUzbIU> sebagai database sedangkan untuk keterangan dari data tersebut di website Nasional Library of Medicine dengan alamat <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8257963/>. Citra fundus mata pada website tersebut berisi 757 gambar berwarna dengan 187 citra mata normal dan 570 citra retinopati diabetik. Citra fundus mata tersebut sudah dalam bentuk jpg. Berikut sampel citra mata normal dan retinopati diabetik pada Gambar 4.1.



(a)



(b)

Gambar 4. 1 (a) Citra Mata Normal dan (b) Citra Retinopati Diabetik

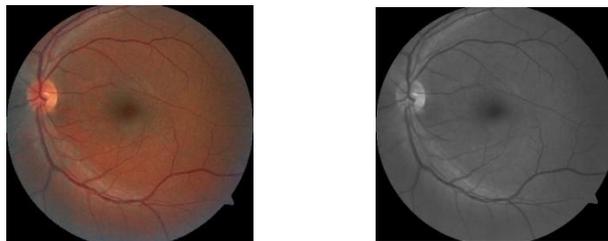
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa struktur mata pada citra fundus mata normal dengan pembuluh darah mata atau *retinal vasculature* dan pembuluh darah kecil yang terbilang sempurna yaitu yang terdiri dari retina, *fovea*, *makula*, *posterior pole* dan *blind spot* atau *optic disc*. Sedangkan untuk citra fundus mata retinopati diabetik menunjukkan bahwa terdapat kerusakan pada pembuluh darah mata kecil yaitu adanya *microneurysm* yang terjadi karena dinding terkecil *vessel* mengalami kelemahan. Luka yang terdapat pada *vessel* tersebut dapat menjadikan adanya *exudates* yaitu titik kekuning-kuningan di area retina. Akibatnya orang yang mempunyai kondisi mata tersebut akan kesulitan dalam membaca, penglihatan menjadi kabur, penglihatan turun secara tiba-tiba pada satu mata, terlihat adanya lingkaran cahaya, bintik gelap dan cahaya terlihat

berkedip. Hal tersebut terjadi karena adanya rebesan darah pada retina yang mengenai lensa mata.

2. Tahap Pre-Processing

Tahap *pre-processing* merupakan tahap awal yang dilalui pada setiap citra input. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada input citra, citra input merupakan citra hasil pindai alat oftalmoskopi yang diperoleh melalui situs web Zenodo. Citra yang terdapat pada situs Zenodo masih berupa citra warna atau RGB yang setiap piksel citra merupakan kombinasi tiga warna dasar yaitu merah, hijau dan biru, setiap warna dasar menyimpan 8 bit sehingga setiap warna mempunyai gradasi 225 warna dan setiap piksel terdapat 16 juta lebih kombinasi warna. Tahap yang dibutuhkan dalam menyederhanakan hal tersebut adalah proses *grayscale* yang berfungsi untuk menghasilkan citra *grayscale* dengan bahasa pemrograman yang dipakai berupa *Python Google Colaboratory*. Proses tersebut dilakukan karena nilai intensitas tiap piksel pada citra *grayscale* dinyatakan sebagai nilai tunggal yang mana piksel pada komponen merah, biru dan hijau mempunyai nilai intensitas yang sama. Selain itu, citra *grayscale* mudah untuk diproses karena mempunyai satu nilai intensitas tiap pikselnya.

Citra *grayscale* yang diperoleh selanjutnya akan melalui proses filter yang berupa median filter untuk meningkatkan kualitas citra (*image enhancement*) dan yang paling penting adalah untuk mengurangi distorsi (*noise*) dalam citra. Hal tersebut karena sering kali citra yang diproses mempunyai kualitas kurang baik sehingga menyebabkan kesulitan untuk proses pengolahan dan informasi pada citra sulit untuk dikenali (*pattern recognition*). Kualitas citra yang kurang baik disebabkan karena terdapat banyak gangguan informasi pada citra yang muncul sehingga dibutuhkan mengurangi gangguan dengan median filter.



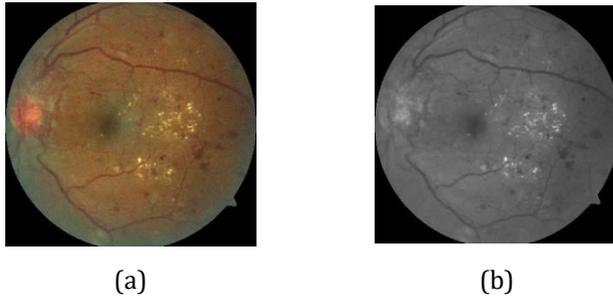
(a)

(b)

Gambar 4. 2 (a) Citra RGB Mata Normal dan (b) Citra Mata Normal Setelah Proses *Grayscale* dan Medan Filter

Pada Gambar 4.2 menunjukkan perubahan citra mata normal setelah mengalami proses *grayscale* dan median filter sedangkan pada Gambar 4.3 merupakan

perubahan citra retinopati diabetik setelah melewati proses *grayscale* dan median filter.



Gambar 4. 3 (a) Citra RGB Retinopati Diabetik dan (b) Citra Retinopati Diabetik Setelah Proses *Grayscale* dan Medan Filter

3. Tahap Ekstraksi Ciri Tekstur

Proses ekstraksi ciri tekstur dilakukan setelah tahap *grayscale* dan *filtering* dengan bantuan *Python Google Colaboratory*. Hasil yang didapat pada proses ekstraksi ciri tekstur ini berupa angka yang dipindah ke notepad dan dipindah kembali ke bentuk excel untuk mempermudah menuju tahap selanjutnya. Setelah data masuk ke excel, format file diubah menjadi csv secara online. Metode ekstraksi ciri tekstur berupa histogram dan GLCM. Sebanyak 10 atribut data yang diambil yang terdiri 6 atribut metode histogram yaitu standar deviasi, varian, mean, entropi, kurtosis dan *skewness*. Sedangkan untuk 4 atribut lainnya dari metode GLCM

yaitu kontras, energi, homogenitas dan korelasi. Data hasil ekstraksi ciri tekstur terdapat pada Lampiran 1 sedangkan kode program *Python Google Colaboratory* terdapat pada Lampiran 2.

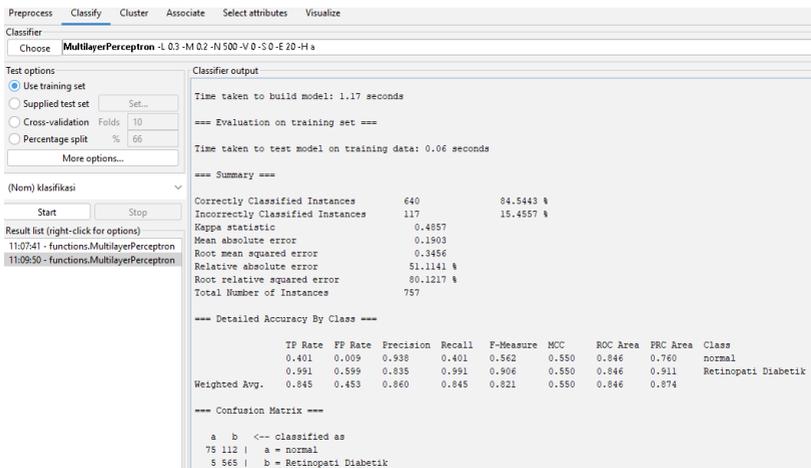
4. Tahap Klasifikasi

Klasifikasi menjadi tahap terakhir pada penelitian ini. Pada tahap ini, citra dikelompokkan berdasarkan jenis ciri. Secara kasat mata, dapat dilihat perbedaan ciri citra fundus mata yaitu perbedaan pada struktur matanya dan keterangan lebih rincinya terdapat pada bagian pembahasan. Pada tahap klasifikasi menggunakan metode *multilayer perceptron* yang memanfaatkan *machine learning* Weka. Data yang digunakan merupakan data yang telah melewati proses ekstraksi ciri tekstur berjumlah 757 citra. Data tersebut menjadi data masukkan yang berguna sebagai data latih atau *trainingset* dan data uji atau *testingset* dengan 5, 10, 15, 20 dan 25 *folds cross validation*. Selanjutnya akan memperoleh nilai TN, FN, FP dan TP untuk mendapat nilai sensitivitas, akurasi dan spesifisitas.

a. Hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* dengan *machine learning* Weka (*trainingset*)

Gambar 4.4 menunjukkan hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* dengan bantuan

machine learning Weka pada *trainingset*. Sebanyak 640 diprediksi benar dengan nilai akurasi yang diperoleh sebesar 84,54% sedangkan 117 diprediksi salah dengan presentase 15,46% dan waktu yang dibutuhkan untuk klasifikasi selama 0,06 *seconds*. Pada saat melakukan *trainingset*, pengetesan dilakukan dengan data *training* itu sendiri.

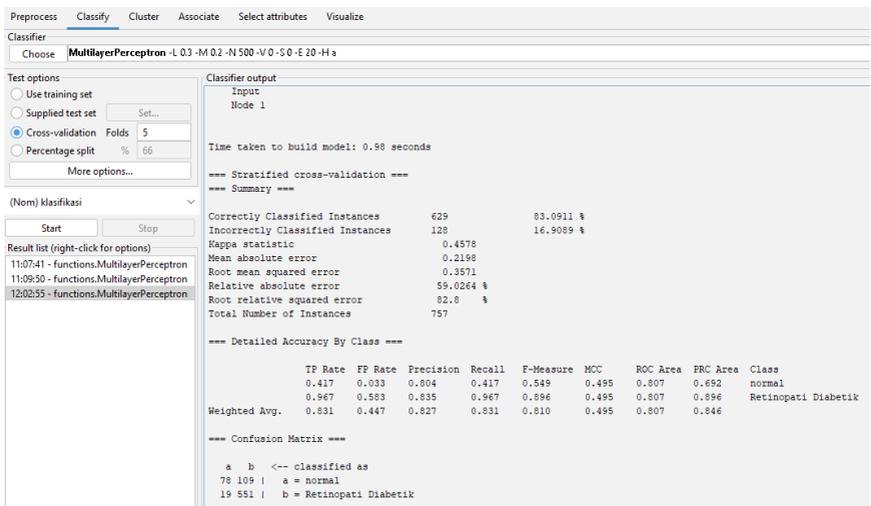


Gambar 4. 4 Klasifikasi Algoritma *Multilayer perceptron Trainingset*

- b. Hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* menggunakan *machine learning* Weka (*testingset 5 folds cross validation*)

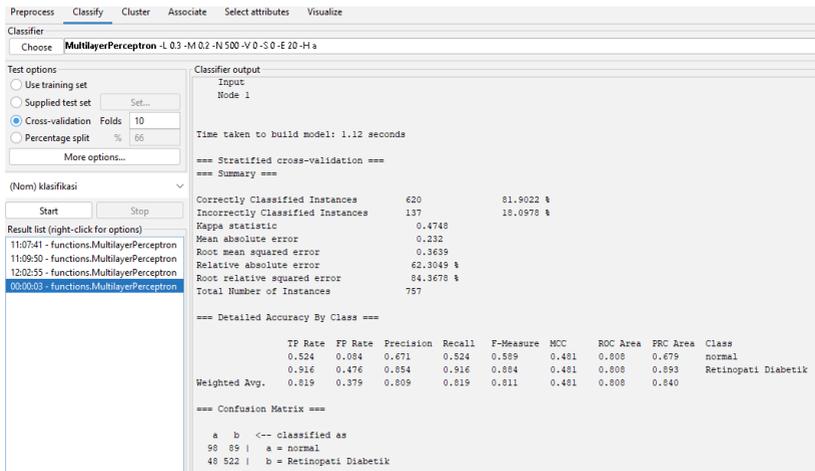
Gambar 4.5 menunjukkan hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning* Weka pada *testingset 5 folds cross*

validation yang menunjukkan hasil 629 prediksi benar dengan akurasi 83,09% dan 128 prediksi salah dengan presentase 16,91% dan waktu klasifikasi selama 0,98 seconds. Pada saat melakukan *testingset* menggunakan 5 *folds cross validation*, pengetestan dilakukan dengan membagi dataset menjadi 5 subset berjumlah sama. Model akan dilatih dan dievaluasi sebanyak 5 kali, 1 subset bertindak sebagai set pengujian dan 4 subset lainnya sebagai set pelatihan. Hasil yang diperoleh merupakan rata-rata yang didapatkan dari hasil evaluasi yang dilakukan sebanyak 5 kali.



Gambar 4. 5 Klasifikasi Algoritma *Multilayer Perceptron* 5 *Folds Cross Validation*

c. Hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* menggunakan *machine learning* Weka (*testingset 10 folds cross validation*)



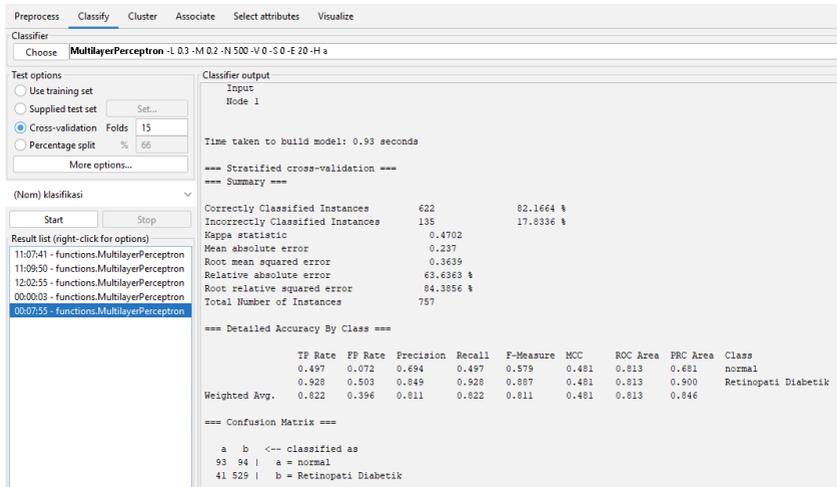
Gambar 4. 6 Klasifikasi Algoritma *Multilayer Perceptron* 10 *Folds Cross Validation*

Gambar 4.6 menunjukkan hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning* Weka pada *testingset 10 folds cross validation* yang menunjukkan hasil 620 prediksi benar dengan akurasi sebesar 81,90% dan 137 prediksi salah dengan presentase 18,10% dengan waktu klasifikasi yang dibutuhkan selama 1,12 *seconds*. Pada saat melakukan *testingset* menggunakan 10 *folds cross validation*, pengtesan dilakukan dengan membagi dataset menjadi 10

subset berjumlah sama. Model akan dilatih dan dievaluasi sebanyak 10 kali, 1 subset bertindak sebagai set pengujian dan 9 subset lainnya sebagai set pelatihan. Hasil yang diperoleh merupakan rata-rata yang didapatkan dari hasil evaluasi yang dilakukan sebanyak 10 kali.

- d. Hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* menggunakan *machine learning* Weka (*testingset 15 folds cross validation*)

Gambar 4.7 menunjukkan hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning* Weka pada *testingset 15 folds cross validation* yang menunjukkan hasil 622 prediksi benar dengan akurasi 82,17% dan 135 prediksi salah dengan presentase 17,83% waktu yang dibutuhkan klasifikasi selama 0,93 *seconds*. Pada saat melakukan *testingset* menggunakan 15 *folds cross validation*, pengetesan dilakukan dengan membagi dataset menjadi 15 subset berjumlah sama. Model akan dilatih dan dievaluasi sebanyak 15 kali, 1 subset bertindak sebagai set pengujian dan 14 subset lainnya sebagai set pelatihan. Hasil yang diperoleh merupakan rata-rata yang didapatkan dari hasil evaluasi yang dilakukan sebanyak 15 kali.

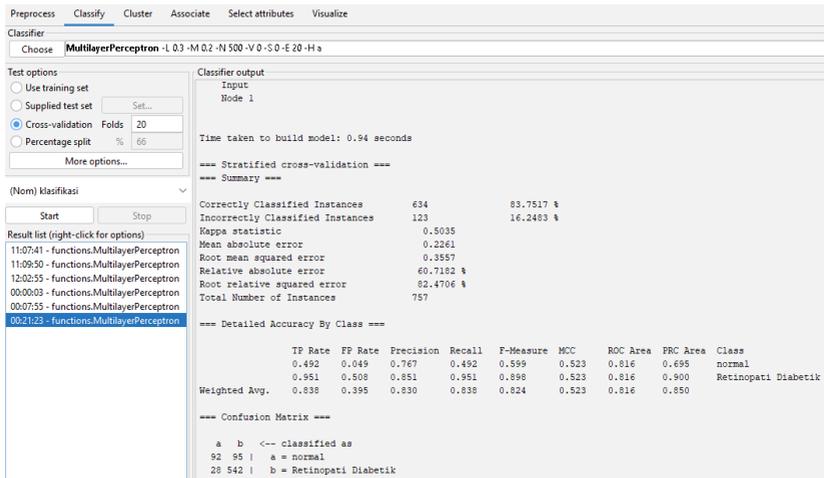


Gambar 4. 7 Klasifikasi Algoritma *Multilayer Perceptron* 15 *Folds Cross Validation*

e. Hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* menggunakan *machine learning* Weka (*testingset 20 folds cross validation*)

Gambar 4.8 menunjukkan hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning* Weka pada *testingset 20 folds cross validation* yang menunjukkan hasil 634 prediksi benar dengan nilai hasil akurasi sebesar 83,75% dan 123 prediksi salah dengan presentase 16,25% dengan waktu yang dibutuhkan untuk klasifikasi selama 0,94 *seconds*. Pada saat melakukan *testingset* menggunakan *20 folds cross validation*, pengujian dilakukan dengan membagi dataset menjadi 20

subset berjumlah sama. Model akan dilatih dan dievaluasi sebanyak 20 kali, 1 subset bertindak sebagai set pengujian dan 19 subset lainnya sebagai set pelatihan. Hasil yang diperoleh merupakan rata-rata yang didapatkan dari hasil evaluasi yang dilakukan sebanyak 20 kali.

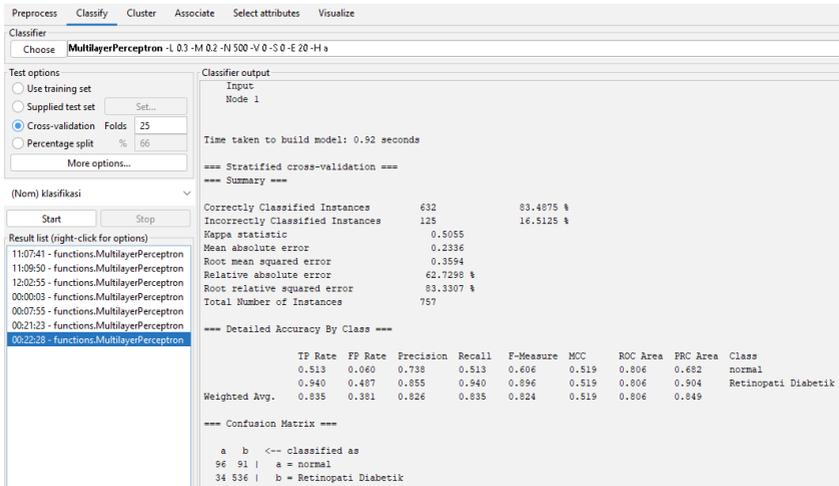


Gambar 4. 8 Klasifikasi Algoritma *Multilayer Perceptron* 20 *Folds Cross Validation*

f. Hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* menggunakan *machine learning* Weka (*testingset 25 folds cross validation*)

Gambar 4.9 menunjukkan hasil klasifikasi algoritma *multilayer perceptron* dengan bantuan *machine learning* Weka pada *testingset 25 folds cross validation* yang menunjukkan hasil 632 prediksi

benar dengan akurasi 83,49% dan 125 prediksi salah dengan presentase 16,51% waktu yang dibutuhkan untuk klasifikasi selama 0,92 *seconds*. Pada saat melakukan *testingset* menggunakan 25 *folds cross validation*, pengetesan dilakukan dengan membagi dataset menjadi 25 subset berjumlah sama. Model akan dilatih dan dievaluasi sebanyak 25 kali, 1 subset bertindak sebagai set pengujian dan 24 subset lainnya sebagai set pelatihan. Hasil yang diperoleh merupakan rata-rata yang didapatkan dari hasil evaluasi yang dilakukan sebanyak 25 kali.



Gambar 4. 9 Klasifikasi Algoritma *Multilayer Perceptron* 25 *Folds Cross Validation*

Tabel 4. 1 Perbandingan Proses Klasifikasi

No	Folds	Akurasi	Sensitivitas	Spesifisitas
1	Training	84.54%	40.11%	99.12%
2	5	83.09%	41.71%	96.67%
3	10	81.90%	52.41%	91.58%
4	15	82.17%	49.73%	92.81%
5	20	83.75%	49.20%	95.09%
6	25	83.49%	51.34%	94.04%

Pada Tabel 4.1 adalah hasil yang diperoleh setelah melakukan klasifikasi algoritma dengan *data testingset* yaitu *5 folds cross validation*, *10 folds cross validation*, *15 folds cross validation*, *20 folds cross validation*, dan *25 folds cross validation*.

B. Pembahasan

Proses pengolahan ekstraksi ciri tekstur menggunakan *Python Google Colaboratory* dengan metode yang digunakan berupa histogram dan GLCM. Data atribut yang diambil sebanyak 10 atribut, 6 atribut dari histogram yaitu mean, entropi, *skewness*, kurtosis, standar deviasi dan varian sedangkan untuk 4 atribut lainnya dari GLCM yaitu kontras energi, homogenitas dan korelasi.

Fitur tekstur mempunyai peran penting pada saat proses diagnosa antara mata normal dan retinopati diabetik. Hal tersebut karena fitur tekstur mempunyai

fungsi dalam menggambarkan pola lokal tertentu secara berulang dan adanya keteraturan pengaturan pada wilayah tertentu dari suatu gambar yang berguna sebagai karakteristik lokal pada suatu gambar serta karakteristik matrik seperti kekasaran, kehalusan dan keteraturan.

Pada penelitian ini, langkah berikutnya yang dilakukan untuk mengetahui mata normal dan retinopati diabetik adalah dengan menggunakan metode *multilayer perceptron* yaitu dilihat dari perbandingan nilai akurasi *trainingset* dan *testingset* yang terdapat pada Tabel 4.1. Pada tahap klasifikasi dibutuhkan proses *trainingset* dan *testingset*. Data *trainingset* adalah data hasil yang berfungsi untuk mengetahui kebenaran proses *multilayer perceptron* sedangkan *testingset* adalah hasil dari klasifikasi sebenarnya pada *multilayer perceptron*. Berdasarkan Tabel 4.1 hasil yang didapat, baik dan dapat dikatakan bahwa *multilayer perceptron* mempunyai kinerja yang baik.

Pada proses *cross validation*, semua data tidak dibandingkan antara *trainingset* dan *testingset*. Hasil yang peroleh dari klasifikasi mata normal dan retinopati diabetik membutuhkan perbandingan dengan menjadikan beberapa *k-folds cross validation*. Notasi K dalam *k-folds cross validation* merupakan jumlah *trainingset* dan

testingset dengan data acak (Nugroho, 2015). *Cross validation* mengambil sampel secara acak dengan sedemikian rupa sehingga tidak akan ada set tes yang saling tumpang tindih. Nilai hasil pada setiap bagian ditunjukkan dengan *folds*.

Berdasarkan Tabel 4.1 nilai akurasi yang diperoleh pada proses *trainingset* memperoleh nilai akurasi sebesar 84,54% yang menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan atau keberanan dari proses *multilayer perceptron* dalam mengklasifikasi mata normal dan retinopati diabetik terbilang baik dengan nilai sensitivitas dan spesifisitas sebesar 40,11% dan 99,12%. Sedangkan pada proses *testingset* yang digunakan untuk mengetahui hasil klasifikasi sebenarnya pada metode *multilayer perceptron* memperoleh nilai akurasi sebesar 83,09% pada 5 *folds cross validation* dengan nilai sensitivitas 41,71% dan 96,67% untuk nilai spesifisitas. Selanjutnya pada variasi 10 *folds cross validation* mendapatkan nilai akurasi sebesar 81,90% dengan sensitivitas sebesar 52,41% dan nilai sebesar 91,58% pada spesifisitas.

Pada 15 *folds cross validation*, nilai akurasi yang diperoleh sebesar 82,17% dengan nilai sensitifitas dan spesifisitas sebesar 49,73% dan 92,81%. Sedangkan pada variasi 20 *folds cross validation* menghasilkan nilai akurasi

yang paling baik diantara yang lain yaitu sebesar 83,75% dengan nilai sensitivitas 49,20% dan spesifisitas sebesar 95,09%. Selanjutnya untuk variasi yang terakhir yaitu 25 *folds cross validaton* memperoleh nilai akurasi sebesar 83,49% dengan nilai sensitivitas yang dihasilkan sebesar 51,34% dan 94,04% untuk nilai spesivitas. Nilai akurasi yang didapat dengan memvariasi *folds cross validation* terbilang baik namun belum mendapatkan hasil yang maksimal. Hal tersebut karena masih terdapat kesalahan pada saat proses klasifikasi dimana hasil yang didapat tidak sesuai dengan data yang sebenarnya seperti contoh yang seharusnya retinopati diabetik tetapi pada proses klasifikasi terbaca mata normal. Hal seperti itulah yang menyebabkan nilai akurasi yang dihasilkan kurang maksimal. Selain itu dapat dipengaruhi juga karena citra yang dipilih kurang baik dan kurang maksimalnya tahap *pre-pocessing*.

Perbandingan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu nilai akurasi yang diperoleh lebih tinggi sebesar 83,75% sedangkan penelitian Munawaroh (2022) memperoleh nilai akurasi sebesar 74,00%. Perbedaan nilai akurasi yang diperoleh disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya yaitu prosedur yang digunakan pada pengolahan citra. Secara keseluruhan prosedur yang

dilakukan terdapat beberapa perbedaan yaitu pada tahap *pre-processing* yang terdapat beberapa tahapan berupa *cropping*, *filtering* dan segmentasi sedangkan pada penelitian ini tahap *pre-processing* berupa *grayscale* dan *filtering*. Citra yang digunakan merupakan citra mammografi pada tumor ganas dan jinak sedangkan pada penelitian ini, citra yang digunakan berupa citra fundus pada mata normal dan retinopati diabetik. Fitur ekstraksi ciri yang digunakan adalah fitur ekstraksi ciri tekstur dan morfologi sedangkan untuk penelitian ini hanya ekstraksi ciri tekstur.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, hasil yang diperoleh pada penelitian ini cenderung lebih rendah yaitu sebesar 83,75% dibandingkan penelitian Putranto dan Candradewi (2018) dengan metode klasifikasi yang digunakan berupa *support vector machine* (SVM) dengan kernel *radial basis function* (RBF) dalam membedakan fase retinopati diabetik mempunyai nilai akurasi sebesar 95,93%. Perbedaan hasil yang diperoleh dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti metode yang digunakan pada pengolahan citra yang berupa *support vector machine* (SVM) maupun fitur ekstraksi yang digunakan yaitu area dan tekstur sedangkan penelitian ini hanya menggunakan ekstraksi tekstur.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari klasifikasi citra fundus mata dalam membedakan antara mata normal dan retinopati diabetik menggunakan metode *multilayer perceptron* (MLP), nilai akurasi yang terbaik terdapat pada 20 *folds cross validation* sebesar 83,75% dengan nilai sensitivitas dan spesifisitas sebesar 49,20% dan 95,09%.

B. Saran

Berikut merupakan beberapa saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya untuk melengkapi penelitian ini:

1. Pemilihan gambar citra dan *pre-processing* yang digunakan dalam penelitian selanjutnya diharapkan lebih akurat untuk mendapatkan nilai akurasi lebih tinggi.
2. Fitur ekstraksi ciri yang digunakan pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk menambahkan fitur ekstraksi ciri lain selain ekstraksi ciri tekstur dan membutuhkan tambahan parameter ciri lain selain yang terdapat pada penelitian ini.
3. Metode klasifikasi untuk penelitian selanjutnya diharapkan dengan metode selain *multilayer perceptron*

untuk mengetahui dan membandingkan nilai akurasi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, K. (2012) *Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta.
- Adi Putranto, T.G. & Candradewi, I. (2018) 'Sistem Klasifikasi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetik Menggunakan Support Vector Machine', *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 8(1), p. 37. Available at: <https://doi.org/10.22146/ijeis.31206>.
- Ahmad, N. & Hadinegoro, A. (2012) 'Metode Histogram Equalization untuk Perbaikan Citra Digital', in *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan (SEMANTII)*, pp. 439–445.
- Azra, Z.Y. (2016) *Perbedaan Skor Buta Warna Pada Pasien Retinopati Diabetika Non-Proliferatif dan Retinopati Diabetika Proliferatif*. Universitas Diponegoro.
- Brodie, S.E. (2021) '2021-2022 Basic and Clinical Science Course, Section 03: Clinical Optics', in S.E. Brodie et al. (eds) *2021-2022 Basic and Clinical Science Course*. illustrate. American Academy of Ophthalmology.
- Damayanti, M.P. (2023) *Klasifikasi Tumor Paru-Paru Pada Citra CT-Scan Berdasarkan Ciri Tekstur Menggunakan Metode K-Means Clustering*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Elizabeth, J. (2021) *Funduscopy, Alomedika*.

- Ermawati, E. (2020) 'Klasifikasi Nodul Payudara Berdasarkan Ciri Tekstur pada Citra Ultrasonografi Menggunakan Scilab', *Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang* [Preprint]. Available at: <https://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/12860/>.
- Fadillah, N. & Gunawan, C.R. (2019) 'Mendeteksi Keakuratan Metode Noise Salt and Pepper Dengan Median Filter', *Jurnal Informatika*, 6(1), pp. 91–95. Available at: <https://doi.org/10.31311/ji.v6i1.5439>.
- Fara, N.J.A. (2020) *Klasifikasi Nodul Payudara (Mammae) Berbasis Ciri Tepi Pada Citra Hasil Ultrasonografi (USG) Di RSUD Tugurejo Semarang Menggunakan Scilab*. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Hall-Beyer, M. (2017) 'GLCM Texture: A Tutorial vol 3.0', *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*, (February), p. 75. Available at: <http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/tutorial.htm>.
- Haralick, R.M., Shanmugam, K. & Dinstein, I. (1973) 'Textural Features for Image Classification', *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, SMC-3(6), pp. 610–621.
- Hidayat, R. (2009) 'Implementasi.Penggabungan.Metode Fitur Ciri Orde 1 dan Fitur Ciri Orde 2 Pada Citra Untuk Pengklasifikasian Jenis Batu Akik', *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, pp. 5–24.

- Internasional Diabetes Federation (IDF) (2021) 'IDF Diabetes Atlas 10th Edition', in. IDF.
- KEMENAG RI (2022) *Al-Qur'an Online Al-a'raf Terjemahan dan Tafsir Bahasa Indonesia, NU Online.*
- Laksmita, Y. (no date) *Skrining Retinopati Diabetik: Kapan Dan Bagaimana?, Alomedika.*
- Lestari, Zulkarnain & Sijid, S.A. (2021) 'Diabetes Melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan', *UIN Alauddin Makassar*, (November), pp. 237-241. Available at: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>.
- Munawaroh, L. (2022) *Klasifikasi Citra Mammografi Pada Kasus Tumor Jinak dan Ganas Berbasis Ciri Tekstur dan Morfologi Menggunakan Metode Multilayer Perceptron.* Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Mutiara, S. (2020) *Perbedaan Citra Analog dan Digital.*
- Neneng, N., Adi, K. & Isnanto, R. (2016) 'Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Citra Jenis Daging Berdasarkan Tekstur Menggunakan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM)', *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.21456/vol6iss1pp1-10>.
- Ningsih, D.F. (2021) *Klasifikasi Jenis Penyakit Daun Kentang*

Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Model Arsitektur Googlenet. Universitas Yudharta Pasuruan.

Nugroho, A. (2015) *Klasifikasi Nodul Tiroid Berbasis Ciri Tekstur Pada Citra Ultrasonografi.* Universitas Gajah Mada.

Pearce, E.C. (2018) *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis.* Edited by S.Y. Handoyo. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

PERDAMI (2018) 'Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Retinopati Diabetika', *Perdami*, pp. 6–26. Available at: <https://perdami.or.id/wp-content/uploads/2022/03/Panduan-Nasional-Pelayanan-Kedokteran-Retinopati-Diabetik.pdf>.

Praseptiyana, W.I., Widodo, A.W. & Rahman, M.A. (2019) 'Pemanfaatan Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) untuk Deteksi Melasma pada Citra Wajah', *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(11), pp. 10402–10409. Available at: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.

Pujiono, S., Amborowati, A. & Suyanto, M. (2013) 'Analisis Kepuasan Publik Menggunakan Weka Dalam Mewujudkan Good Governance Di Kota Yogyakarta', *DASI*, 14(2)

- Purnama, R.F.N., Nintyastuti, I.K. & Rizki, M. (2023) 'Retinopati Diabetik: Manifestasi Klinis, Diagnosis, Tatalaksana dan Pencegahan', *Lombok Medical Journal*, 2(1), pp. 39-42. Available at: <https://doi.org/10.29303/lmj.v2i1.2410>.
- Purnamasari, D. *et al.* (2013) *Get Easy Using Weka*. Edited by L.Y. Banowosari. Jakarta Timur: Dapur Buku.
- Putra, A.P.P., Nurhasanah, Y.I. & Zulkarnain, A. (2017) 'Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati Pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan Citra', *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 3(2), pp. 376-390. Available at: <https://doi.org/10.28932/jutisi.v3i2.640>.
- Putra, M.F.T. (2021) 'Penerapan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Penyakit Retina Mata', *Tugas Akhir*, p. 85.
- Riyadi, A. (2014) *Deteksi Diabetic Retinopathy Pada Citra Digital Fundus Mata Menggunakan Metode Statistical Region Marging (SRM)*. Available at: <http://etheses.uin-malang.ac.id/7995/1/07650035.pdf>.
- Roberti de Siqueira, F., Robson Schwartz, W. & Pedrini, H. (2013) 'Multi-scale gray level co-occurrence matrices for texture description', *Neurocomputing*, 120, pp. 336-345. Available at:

- <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2012.09.042>.
- Sánchez López de Nava, A., Somani, A.N. & Salini, B. (2023) 'Physiology, Vision.', in. Treasure Island (FL).
- Sapra, A. & Bhandari, P. (2023) 'Diabetes.', in. Treasure Island (FL).
- Satria, D. & Mushthofa, M. (2013) 'Perbandingan Metode Ekstraksi Ciri Histogram dan PCA untuk Mendeteksi Stoma pada Citra Penampang Daun Freycinetia', *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, 2(1), p. 20. Available at: <https://doi.org/10.29244/jika.2.1.20-28>.
- Septiarini, A. & Wardoyo, R. (2015) 'Kompleksitas Algoritma GLCM untuk Ekstraksi Ciri Tekstur pada Penyakit Glaucoma', *Prosiding Seminar Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, (April), pp. 98-102.
- Singh, S.M. (2024) *Apa Itu Jaringan Saraf Multilayer Perceptron (MLP), Shiksa Daring*.
- Sulistiyanti, S.R. *et al.* (2016) *Pengolahan Citra: Dasar dan Contoh Penerapannya*. 1st edn. Edited by Warsito. Yogyakarta: Teknosain.
- Sunayan Eye Clinic (no date) *Diabetes Eye Care, Sunayan Eye Clinic*.
- Supriyadi, E. (2017) 'Metode SVM Berbasis PSO untuk Meningkatkan Prediksi Ketepatan Waktu Kelulusan Mahasiswa', *Jurnal Sistem Informasi STMIK Antar*

- Bangsa*, 6(2), pp. 113–120.
- Susetianingtias, D.T. *et al.* (2017) 'Pengolahan Citra Fundus Diabetik Retinopati Edisi 1', (February).
- Suwarno & Abdillah, A. (2016) 'Penerapan Algoritma Bayesian Regularization Backpropagation Untuk Memprediksi Penyakit Diabetes', *MIPA*, 39(2).
- Wahyudi, E., Triyanti, D. & Ruslianto, I. (2015) 'Identifikasi Teks Dokumen Menggunakan Metode Profile Projection Dan Template Matching', *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 03(2), pp. 1–10.
- Yuliana, L. & Suwandi, S.W. (2018) 'Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan Mata Mahasiswa Pada Gedung G Universitas Balikpapan', *IDENTIFIKASI jurnal Ilmiah Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lindungi Lingkungan*, 4(2), pp. 28–42. Available at: <https://doi.org/10.36277/identifikasi.v4i2.48>.
- Yusran, M. (2017) 'Retinopati Diabetik: Tinjauan Kasus Diagnosis dan Tatalaksana', *JK Unila*, 1(3), pp. 578–582.
- Yustriandy, F. (2013) 'Clustering Fitur Diabetic Retinopathy Menggunakan Fuzzy K-Means'.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Klasifikasi Ciri Tekstur Histogram dan GLCM dengan *Python Google Colaboratory*

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Normal	78.95958	42.57026	1812.22740	15.05480	-0.88061	-0.24222	8.67737	0.99760	0.18945	0.57652
Normal	68.95335	35.46885	1258.03954	15.06486	-1.18552	0.07101	11.8595	0.99528	0.19223	0.47572
Normal	69.80817	35.75447	1278.38198	15.06577	-1.21324	0.10526	11.6531	0.99554	0.19284	0.48484
Normal	76.26778	42.01145	1764.96200	15.04986	-0.74306	-0.32323	11.0538	0.99687	0.18971	0.48071
Normal	76.75114	42.65600	1819.53399	15.04757	-0.70001	-0.37744	11.4199	0.99686	0.18973	0.47901
Normal	62.68836	33.58053	1127.65184	15.05677	-0.87781	-0.01915	13.7535	0.99389	0.18891	0.42804
Normal	72.59618	38.33651	1469.68797	15.05923	-1.00337	-0.03152	13.8407	0.99529	0.19009	0.44039
Normal	47.87330	28.52018	813.40054	15.03801	0.35059	3.89873	4.71014	0.99710	0.19624	0.58261
Normal	65.87550	36.52279	1333.91416	15.04717	-0.75725	-0.38652	9.96885	0.99626	0.19015	0.47227
Normal	63.87941	33.02965	1090.95757	15.06428	-1.13169	0.12266	6.81418	0.99687	0.19091	0.54016
Normal	45.15036	25.38408	644.35157	15.04833	-0.32754	1.46163	3.69669	0.99713	0.19601	0.65491
Normal	34.67870	22.83107	521.25792	15.01763	1.58582	12.86413	2.42802	0.99767	0.19878	0.65367
Normal	55.69313	30.50371	930.47633	15.05282	-0.58197	1.03377	7.30593	0.99607	0.19246	0.50520
Normal	62.31516	33.26809	1106.76550	15.05728	-0.91444	-0.06009	9.41810	0.99574	0.19097	0.52212
Normal	47.99275	26.69603	712.67794	15.05115	-0.31778	2.13806	5.32024	0.99626	0.19482	0.56687
Normal	70.01492	36.07387	1301.32435	15.06440	-1.17928	0.07629	12.3111	0.99526	0.19151	0.46199
Normal	74.47229	38.80436	1505.77837	15.06203	-1.10794	-0.05376	11.3284	0.99623	0.19066	0.48549
Normal	82.87437	42.58862	1813.79033	15.06526	-1.17504	0.19122	7.83132	0.99784	0.19882	0.71641
Normal	82.87437	42.58862	1813.79033	15.06526	-1.17504	0.19122	7.83132	0.99784	0.19882	0.71641
Normal	82.87437	42.58862	1813.79033	15.06526	-1.17504	0.19122	7.83132	0.99784	0.19882	0.71641
Normal	99.23614	54.89399	3013.34980	15.03604	-1.02142	-0.49692	6.92365	0.99885	0.20199	0.67361
Normal	76.76304	39.08661	1527.76321	15.06705	-1.25976	1.13589	9.30206	0.99695	0.19223	0.53950
Normal	98.31910	53.62745	2875.90350	15.04002	-1.07013	-0.32543	12.4718	0.99783	0.20212	0.55763
Normal	57.32873	31.66799	1002.86151	15.05034	-0.63206	0.17310	5.50561	0.99725	0.19233	0.61217
Normal	65.71484	35.54549	1263.48168	15.05409	-0.84942	-0.16445	7.54823	0.99701	0.19033	0.56604
Normal	90.47215	47.89675	2294.09898	15.05745	-1.07852	-0.32167	16.7831	0.99634	0.18809	0.45724
Normal	62.47318	34.42333	1184.96556	15.04978	-0.72432	-0.11511	6.19258	0.99738	0.19090	0.58572
Normal	75.04370	39.14739	1532.51804	15.06173	-1.10850	-0.07776	8.64280	0.99718	0.19061	0.53747
Normal	94.49787	47.66246	2271.71039	15.06874	-1.34789	0.12810	14.5869	0.99679	0.18978	0.48833
Normal	82.16020	42.02387	1766.00531	15.06589	-1.24777	0.03858	11.0796	0.99686	0.19075	0.52370
Normal	27.92223	15.63002	244.29753	15.04803	-0.49336	0.37307	1.20079	0.99754	0.21412	0.78007
Normal	26.81674	14.30567	204.65230	15.05839	-0.82715	0.49905	0.93442	0.99771	0.22131	0.80602
Normal	30.78600	17.57856	309.00561	15.04199	-0.50279	-0.29005	1.21460	0.99803	0.20931	0.80258
Normal	31.12331	16.54234	273.64910	15.05840	-0.94989	-0.07507	1.18090	0.99784	0.21473	0.80354
Normal	31.21294	16.36923	267.95181	15.06142	-1.00021	0.20271	1.38753	0.99741	0.22297	0.77773
Normal	27.76060	14.75683	217.76410	15.05828	-0.92918	0.04256	1.20495	0.99723	0.21666	0.76819
Normal	27.65363	15.04999	226.50218	15.05227	-0.74733	0.27615	1.36240	0.99699	0.21700	0.76812
Normal	26.11508	13.97261	195.23375	15.05491	-0.95548	-0.11035	1.20494	0.99691	0.21820	0.77623
Normal	28.36991	18.96612	359.71370	15.01804	1.75177	11.35742	1.24169	0.99827	0.22045	0.78394
Normal	30.86348	20.41302	416.69148	15.02077	1.68078	11.01155	1.35286	0.99838	0.22118	0.78616
Normal	29.46142	16.83430	283.39361	15.04718	0.04970	3.32718	1.38978	0.99755	0.21939	0.78148
Normal	27.55956	15.47113	239.35571	15.05063	-0.13001	2.71415	1.22652	0.99744	0.22373	0.78408
Normal	30.31652	16.51600	272.77809	15.05530	-0.52270	1.46242	1.49160	0.99706	0.21977	0.77372
Normal	28.72568	14.83957	220.21288	15.06424	-1.13865	0.11534	1.29074	0.99726	0.22264	0.77770
Normal	28.67760	14.65121	214.65796	15.06631	-1.24647	0.04186	1.47692	0.99656	0.22520	0.78014
Normal	30.60780	16.93393	286.75812	15.05075	-0.56477	0.34677	1.39679	0.99756	0.21516	0.76711
Normal	32.72829	16.76158	280.95056	15.06575	-1.22258	0.07120	1.53257	0.99727	0.21987	0.77033
Normal	29.48468	15.26541	233.03263	15.06405	-1.12254	0.03336	1.17751	0.99747	0.22607	0.80551
Normal	29.85025	15.01385	225.41580	15.06974	-1.35208	0.16665	1.20100	0.99733	0.24236	0.81017
Normal	29.73964	16.36390	267.77733	15.05086	-0.67540	1.06899	1.31572	0.99754	0.21014	0.76364
Normal	29.31742	15.77331	248.79726	15.05620	-0.79788	0.25012	1.39270	0.99720	0.21357	0.75688
Normal	29.33461	15.43610	238.27333	15.06016	-1.04751	-0.15050	1.10237	0.99768	0.21570	0.80026
Normal	28.25568	17.37085	301.74659	15.01986	-0.25023	-0.73967	0.83649	0.99861	0.20389	0.81454
Normal	27.62984	15.72040	247.13101	15.04465	-0.36947	0.40083	1.21043	0.99755	0.21616	0.77753
Normal	31.06898	16.51168	272.63559	15.05771	-0.99014	-0.22060	1.52236	0.99720	0.21183	0.77988
Normal	29.62687	15.37655	236.43821	15.06308	-1.12942	-0.03674	1.40878	0.99702	0.22047	0.77848
Normal	30.21090	16.23010	263.41610	15.05647	-0.83285	0.02490	1.38722	0.99736	0.21625	0.77537
Normal	29.88291	16.20060	262.45951	15.05476	-0.74754	0.09012	1.33760	0.99745	0.21898	0.78037
Normal	27.41773	15.43303	238.17848	15.04411	-0.64671	-0.41965	1.26032	0.99735	0.21006	0.78883
Normal	30.78790	16.31962	266.33010	15.06007	-0.85354	0.44335	1.45460	0.99727	0.22446	0.78780
Normal	29.46772	16.47490	271.42243	15.05006	-0.32874	1.36169	1.24245	0.99771	0.22092	0.79094
Normal	31.73095	16.88749	285.18729	15.05943	-0.79264	0.69110	1.65931	0.99709	0.21999	0.78854
Normal	31.63267	16.72334	279.66998	15.06077	-0.85944	0.50643	1.55614	0.99721	0.22469	0.79104

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Normal	27.86225	14.28103	203.94786	15.06560	-1.22760	0.00003	1.36514	0.99665	0.22542	0.78885
Normal	31.42189	16.70735	279.13569	15.06000	-0.76026	0.90842	1.55692	0.99721	0.22433	0.78832
Normal	29.12862	16.83928	283.56139	15.04200	-0.12948	1.44461	1.30472	0.99770	0.21435	0.78744
Normal	24.58376	13.74979	189.05679	15.04851	-0.45288	0.67153	0.98259	0.99740	0.21908	0.78716
Normal	32.32691	18.44101	340.07102	15.04453	-0.27554	1.06579	1.35260	0.99801	0.20986	0.77974
Normal	29.12537	15.74721	247.97475	15.05499	-0.78971	0.12578	1.35998	0.99725	0.21662	0.80385
Normal	31.16616	17.47979	305.54298	15.04724	-0.50605	0.26418	1.40099	0.99771	0.21016	0.76552
Normal	32.47801	16.79374	282.02974	15.06374	-1.15772	-0.00145	1.47432	0.99738	0.21629	0.76794
Normal	28.21912	16.23144	263.45971	15.03797	-0.58070	-0.67443	1.60373	0.99695	0.20742	0.79493
Normal	30.43462	15.77575	248.87428	15.06340	-1.12625	0.03649	1.37726	0.99723	0.21857	0.77466
Normal	33.50834	18.25283	333.16586	15.05276	-0.77481	-0.06774	1.59167	0.99761	0.20886	0.77348
Normal	32.15977	16.61624	276.09945	15.06409	-1.14992	0.03644	1.52875	0.99723	0.21799	0.77389
Normal	31.55784	17.01109	289.37713	15.05664	-0.68928	0.87851	1.45955	0.99748	0.21751	0.76733
Normal	31.40755	16.65030	277.23253	15.05947	-0.87752	0.47698	1.43635	0.99741	0.21601	0.76499
Normal	74.93787	42.37085	1795.28919	15.04622	-0.37852	0.71183	6.13116	0.99829	0.19431	0.72231
Normal	55.07771	31.40444	986.23907	15.04563	-0.19347	1.66440	3.10534	0.99842	0.19996	0.74617
Normal	57.55011	31.57539	997.00532	15.05147	-0.72214	-0.12859	6.21007	0.99688	0.19802	0.75292
Normal	56.19283	30.57705	934.95610	15.05380	-0.71202	0.33152	3.86472	0.99793	0.19883	0.74491
Normal	32.72275	17.56447	308.51072	15.05584	-0.90118	-0.21353	1.52144	0.99753	0.20907	0.75260
Normal	29.73162	16.08561	258.74687	15.05619	-0.53572	1.96680	1.32133	0.99744	0.22374	0.79005
Normal	30.93532	17.12841	293.38234	15.05381	-0.05338	4.68831	1.42586	0.99757	0.23174	0.78815
Normal	29.67546	15.44971	238.69352	15.06288	-0.97172	0.84214	1.39254	0.99708	0.23572	0.78649
Normal	27.85569	14.75734	217.77913	15.05928	-0.84673	0.82300	1.38024	0.99683	0.22768	0.79051
Normal	28.57273	16.24134	263.78112	15.04323	-0.50110	-0.15894	1.18821	0.99765	0.20954	0.77014
Normal	28.43327	15.15803	229.76584	15.05713	-0.96382	-0.23166	1.17099	0.99745	0.21309	0.77306
Normal	27.93716	15.88511	252.33685	15.04469	-0.36861	0.52967	1.27535	0.99747	0.21406	0.76299
Normal	30.41296	19.72545	389.09334	15.02124	1.18392	7.27247	1.34694	0.99827	0.21383	0.77570
Normal	35.83593	18.68537	349.14301	15.06279	-1.02149	0.32659	1.71409	0.99754	0.21810	0.77754
Normal	32.78898	17.34045	300.69130	15.06013	-0.88430	0.48152	1.48161	0.99753	0.21736	0.76913
Normal	32.29937	17.20371	295.96775	15.05822	-0.88717	0.15671	1.57005	0.99734	0.21590	0.78631
Normal	41.03257	21.70106	470.93609	15.05996	-0.92424	0.19738	2.03788	0.99783	0.21093	0.77644
Normal	39.86248	20.00692	400.27694	15.06981	-1.38456	0.15126	2.30995	0.99711	0.22263	0.78324
Normal	38.97646	20.52836	421.41343	15.06039	-0.98670	0.08930	1.98603	0.99764	0.21016	0.77946
Normal	31.26420	16.51544	272.75982	15.05957	-0.99035	-0.06894	1.46400	0.99732	0.21664	0.79729
Normal	27.75738	14.10999	199.06629	15.06734	-1.27724	0.12081	1.23325	0.99690	0.23465	0.80133
Normal	30.80061	15.73618	247.62736	15.06654	-1.21490	0.20745	1.45408	0.99706	0.22895	0.79809
Normal	27.88499	17.58713	309.30724	15.02341	0.66839	4.70553	1.29012	0.99791	0.21257	0.75148
Normal	32.03139	17.94736	322.10776	15.04739	-0.48337	0.65992	1.53116	0.99762	0.20668	0.74386
Normal	30.71453	18.85337	355.44944	15.02232	-0.17077	-0.53791	1.58165	0.99777	0.20695	0.78038
Normal	24.55111	13.25013	175.56595	15.05460	-0.87572	-0.27293	1.16855	0.99667	0.21775	0.79270
Normal	24.16742	15.06569	226.97495	15.01323	-0.27649	-0.92454	1.12916	0.99751	0.20580	0.80079
Normal	27.60049	17.42180	303.51918	15.02629	0.95753	6.96376	1.11521	0.99816	0.21215	0.78362
Normal	26.71233	17.34867	300.97628	15.01336	0.71004	3.91126	1.61106	0.99732	0.20630	0.77036
Normal	24.64748	15.04919	226.47803	15.02226	-0.27340	-0.76527	1.57089	0.99653	0.20846	0.77923
Normal	24.64967	13.37708	178.94639	15.05299	-0.86382	-0.32721	1.28174	0.99641	0.21660	0.79559
Normal	27.04957	14.79831	218.98992	15.05067	-0.83873	-0.45902	1.29119	0.99705	0.21235	0.78973
Normal	28.24452	14.66059	214.93300	15.06328	-1.09488	0.18091	1.24962	0.99709	0.22127	0.77467
Normal	27.66333	15.59963	243.34838	15.04552	-0.48929	0.31377	1.10263	0.99773	0.21339	0.79437
Normal	31.35085	17.06300	291.14597	15.05357	-0.64406	1.02193	1.45365	0.99750	0.21210	0.75463
Normal	29.74756	16.93603	286.82903	15.04942	0.27076	6.10148	1.48214	0.99741	0.21785	0.75182
Normal	30.82765	19.82996	393.22717	15.02792	1.85852	16.90561	1.49574	0.99810	0.21379	0.74887
Normal	31.55410	18.93406	358.49855	15.03593	0.43249	5.27508	1.51741	0.99788	0.21010	0.75311
Normal	29.72706	16.39197	268.69662	15.05019	-0.68387	-0.06483	1.30817	0.99756	0.20955	0.75287
Normal	27.99059	16.16557	261.32574	15.04215	-0.13305	1.88629	1.28234	0.99754	0.21364	0.76130
Normal	26.13443	13.99372	195.82417	15.05552	-0.97690	-0.35068	1.35328	0.99654	0.21418	0.77879
Normal	28.65408	16.50350	272.36558	15.04279	-0.16099	1.68788	1.28182	0.99764	0.21505	0.76592
Normal	30.54464	15.84526	251.07218	15.06404	-1.03464	0.50226	1.46882	0.99707	0.22508	0.78624
Normal	26.86761	15.37446	236.37387	15.04548	-0.05099	2.91865	1.18140	0.99750	0.21739	0.78264
Normal	33.21009	17.63654	311.04760	15.05881	-0.89725	0.34110	1.81967	0.99707	0.21291	0.78586
Normal	34.14644	19.10861	365.13879	15.05205	0.02164	4.48089	1.73204	0.99763	0.21861	0.75361
Normal	27.16376	15.49329	240.04213	15.04434	-0.30106	0.99685	1.17928	0.99754	0.21496	0.77622
Normal	29.09420	16.93937	286.94237	15.04325	0.13854	3.01480	1.45788	0.99746	0.21693	0.77199
Normal	30.74174	17.70139	313.33937	15.04357	-0.12254	1.64516	1.37949	0.99780	0.21566	0.76619

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Normal	32.54001	16.50775	272.50580	15.06773	-1.29518	0.10596	1.54799	0.99716	0.22546	0.78788
Normal	30.39804	16.12387	259.97907	15.05838	-0.97352	-0.06584	1.30367	0.99749	0.21346	0.77615
Normal	31.21486	17.15946	294.44696	15.05224	-0.57794	0.73884	1.29195	0.99780	0.21505	0.78201
Normal	29.25316	15.74402	248.81965	15.05611	-0.74313	0.52997	1.23893	0.99751	0.21841	0.78533
Normal	30.42235	16.34568	267.18115	15.05974	-0.40253	4.50736	1.16974	0.97808	0.21824	0.78073
Normal	31.63650	16.98094	288.35227	15.05662	-0.84967	-0.01096	1.35983	0.99764	0.21804	0.80582
Normal	31.94577	17.27728	298.50447	15.05427	-0.85049	-0.22588	1.41379	0.99763	0.21316	0.80711
Normal	31.37197	17.42485	303.62549	15.04890	-0.62086	-0.00524	1.32859	0.99781	0.21206	0.80478
Normal	32.97758	16.90156	285.66262	15.06565	-1.21692	0.05095	1.64566	0.99712	0.22338	0.79710
Normal	33.54588	17.15803	294.39782	15.06558	-1.26503	-0.01798	1.52553	0.99741	0.22685	0.79852
Normal	31.55336	16.22135	263.13232	15.06515	-1.20762	-0.03422	1.39976	0.99734	0.21964	0.80634
Normal	28.95299	15.32182	234.75806	15.05848	-1.03042	-0.23846	1.13072	0.99759	0.21650	0.81121
Normal	31.27020	16.43999	270.27338	15.06010	-1.05566	-0.15110	1.25726	0.99767	0.21651	0.80790
Normal	30.26434	16.08697	258.79062	15.05848	-0.90490	0.19910	1.48980	0.99712	0.21266	0.74744
Normal	30.38729	18.20137	331.29003	15.03587	0.41685	5.34656	1.30096	0.99803	0.21069	0.76636
Normal	29.93272	17.08790	291.99624	15.04841	0.22072	5.42963	1.33513	0.99771	0.21808	0.76952
Normal	27.48105	20.27784	411.19083	14.99411	2.77565	21.14107	1.23301	0.99850	0.21005	0.76406
Normal	27.47442	17.18423	295.29764	15.02825	0.92423	7.65291	1.24891	0.99788	0.21548	0.76188
Normal	28.20242	16.07833	258.51262	15.04759	0.09619	4.47104	1.21196	0.99765	0.21557	0.76631
Normal	26.43838	16.31976	266.33450	15.03018	0.70350	6.08268	1.17309	0.99780	0.21519	0.76913
Normal	31.18359	16.69272	278.64702	15.05811	-0.72759	1.03802	1.40472	0.99748	0.21476	0.76010
Normal	29.31870	16.62824	276.49845	15.04805	-0.03547	3.59758	1.33585	0.99758	0.21636	0.77978
Normal	28.14822	14.26563	203.50825	15.06844	-1.24603	0.37916	1.26944	0.99688	0.24273	0.79595
Normal	30.58924	16.09997	259.20891	15.06079	-0.97344	0.14767	1.53976	0.99703	0.22069	0.79439
Normal	30.56308	16.51016	272.58532	15.05570	-0.73449	0.46845	1.35012	0.99752	0.21495	0.77043
Normal	23.57924	12.71925	161.77930	15.05453	-0.88810	-0.29718	0.88027	0.99728	0.21842	0.79544
Normal	23.96400	13.30665	177.06685	15.04285	-0.52278	-0.30188	0.86008	0.99757	0.21552	0.79206
Normal	29.27891	16.78101	281.60238	15.04226	-0.36538	0.25000	1.37075	0.99756	0.21044	0.77298
Normal	29.06642	17.15544	294.30898	15.03635	-0.13701	0.52266	1.25393	0.99787	0.21380	0.77260
Normal	28.40913	15.90881	227.97421	15.05843	-0.92210	0.05134	1.18564	0.99740	0.21855	0.78104
Normal	30.32151	16.20796	262.69790	15.05748	-0.84841	0.25072	1.22022	0.99767	0.21645	0.78639
Normal	28.74896	14.83548	220.09158	15.06545	-1.04787	0.58498	1.36399	0.99690	0.24146	0.79223
Normal	25.59671	15.36219	235.99703	15.02613	-0.39166	-0.82486	1.32095	0.99720	0.20750	0.80908
Normal	31.54535	20.65237	426.52022	15.01940	1.31844	8.32911	1.35201	0.99841	0.21107	0.77168
Normal	33.95419	18.85874	355.65223	15.05168	-0.31737	1.96796	1.60760	0.99774	0.21411	0.76539
Normal	88.42870	56.75355	3220.96541	15.00973	0.09561	-0.11155	6.90477	0.99893	0.19056	0.63609
Normal	93.38022	47.84893	2289.52048	15.06530	-1.24029	-0.00341	1.68653	0.99631	0.18979	0.45752
Normal	31.04800	16.58148	274.94543	15.05805	-0.79658	0.75373	1.36987	0.99751	0.21385	0.76462
Normal	31.20197	16.30588	265.88161	15.06026	-1.04428	0.37145	1.47921	0.99721	0.23011	0.79282
Normal	31.29099	16.44680	270.49716	15.05908	-1.00094	0.35857	1.46323	0.99729	0.22721	0.79269
Normal	33.18603	17.06174	291.10312	15.06268	-1.25942	0.00362	1.69601	0.99708	0.22483	0.78796
Normal	27.57900	16.25346	264.17509	15.03732	-0.04620	1.40645	1.06632	0.99798	0.21181	0.80005
Normal	25.81820	13.49351	182.07492	15.06225	-1.03389	0.12573	1.00523	0.99724	0.22725	0.79946
Normal	32.84718	17.58673	309.29293	15.05903	-0.64418	1.49496	1.48569	0.99760	0.22453	0.78653
Normal	27.54078	16.13195	260.23989	15.03866	-0.06199	1.60798	1.24508	0.99761	0.21017	0.76306
Normal	34.98401	20.98882	412.04211	15.04173	-0.05334	1.93845	1.67648	0.99796	0.20820	0.75353
Normal	28.13123	15.41499	237.62178	15.05236	-0.64326	0.49677	1.22613	0.99742	0.21253	0.76145
Normal	27.90476	14.94555	223.36958	15.05622	-0.93115	-0.23847	1.66256	0.99627	0.21455	0.79385
Normal	26.89391	14.33170	205.39771	15.05851	-0.85711	0.21587	1.16687	0.99716	0.22612	0.79759
Normal	26.70791	14.52774	211.05511	15.05436	-0.69677	0.25875	1.16261	0.99724	0.22502	0.79487
Normal	26.99830	14.66384	215.02813	15.05406	-0.73762	0.25381	1.11079	0.99741	0.21680	0.78848
Normal	33.80597	16.99820	288.93885	15.06964	-1.35138	0.20177	1.74890	0.99697	0.23200	0.77755
Normal	24.87522	17.16647	294.68773	15.00448	1.69251	11.05938	1.03308	0.99825	0.21033	0.77676
Normal	30.02433	16.89330	285.38359	15.04734	-0.34834	1.45379	1.20917	0.99788	0.21033	0.76743
Normal	27.79723	17.48831	305.84108	15.02791	1.08529	9.01228	1.15398	0.99811	0.21408	0.77198
Normal	27.43999	16.58743	275.14295	15.03398	0.48718	5.17612	1.14324	0.99792	0.21140	0.76701
Normal	33.47917	17.70710	313.54148	15.05993	-0.89914	0.42588	1.66581	0.99734	0.21388	0.75372
Normal	29.66231	17.09563	292.26049	15.04185	-0.22004	1.23309	1.41645	0.99757	0.21004	0.74918
Normal	31.12190	16.08922	258.86312	15.06369	-1.16530	-0.02612	1.48606	0.99713	0.21516	0.75317
Normal	29.85483	17.33352	300.45093	15.04033	-0.19818	0.78991	1.47682	0.99754	0.21177	0.74720
Normal	31.30179	17.85173	318.68441	15.04469	-0.21073	1.90634	1.35515	0.99787	0.20773	0.75176
Retinopati Diabetik	65.31570	34.86506	1215.57251	15.05766	-0.86272	0.25401	7.44225	0.99694	0.19338	0.56924
Retinopati Diabetik	61.01108	33.09060	1094.98798	15.05439	-0.72561	0.44920	6.62939	0.99697	0.19366	0.58309

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	82.95370	42.57049	1812.24673	15.06511	-1.22607	-0.00023	15.4083	0.99574	0.18955	0.45162
Retinopati Diabetik	54.77098	29.53538	872.33873	15.05545	-0.80148	0.20135	6.41192	0.99632	0.19311	0.56360
Retinopati Diabetik	64.23814	33.74781	1138.91492	15.06223	-0.87304	0.85489	5.39645	0.99763	0.19784	0.66755
Retinopati Diabetik	60.41327	32.75078	1072.61362	15.05564	-0.66214	0.68095	4.72955	0.99779	0.19688	0.67214
Retinopati Diabetik	63.48225	35.99978	1295.98394	15.03156	-0.80218	-0.47563	3.74815	0.99855	0.20559	0.69116
Retinopati Diabetik	56.23062	33.20088	1102.29859	15.03245	-0.31219	0.09269	4.43682	0.99799	0.19329	0.69820
Retinopati Diabetik	56.14857	32.62155	1064.16558	15.03773	-0.33812	0.32228	3.98596	0.99813	0.19339	0.69442
Retinopati Diabetik	77.95736	43.94832	1931.45464	15.04593	-0.51536	-0.06259	14.6985	0.99619	0.18866	0.57365
Retinopati Diabetik	71.66267	36.56945	1337.32490	15.06667	-1.25129	0.05871	8.40850	0.99685	0.19393	0.62039
Retinopati Diabetik	66.47049	36.76811	1351.89417	15.04773	-0.79369	-0.52775	6.83079	0.99747	0.19017	0.60973
Retinopati Diabetik	73.73818	46.00404	2116.37195	15.02045	0.05443	0.04331	10.3594	0.99755	0.18868	0.59103
Retinopati Diabetik	55.47416	36.88213	1360.29154	14.99965	0.27117	0.09440	6.58960	0.99758	0.19094	0.65866
Retinopati Diabetik	66.90306	37.24531	1387.21318	15.04688	-0.69509	-0.25096	7.69849	0.99722	0.19042	0.61908
Retinopati Diabetik	68.15088	40.30191	1624.24406	15.03368	-0.25371	-0.03818	9.13529	0.99719	0.19050	0.65403
Retinopati Diabetik	85.61790	47.29468	2236.78651	15.04901	-0.74465	-0.37186	15.2021	0.99660	0.18740	0.50750
Retinopati Diabetik	92.87797	52.12921	2717.45460	15.04500	-0.66672	-0.48225	21.1070	0.99611	0.18646	0.46226
Retinopati Diabetik	90.70776	46.17720	2132.33346	15.06704	-1.28113	0.03823	15.8002	0.99629	0.18905	0.55248
Retinopati Diabetik	81.98488	52.31083	2736.42278	15.00910	-0.08277	-0.79868	15.0666	0.99725	0.18781	0.61209
Retinopati Diabetik	71.71069	42.90707	1841.01702	15.02824	-0.34776	-0.66086	11.9048	0.99676	0.18920	0.64625
Retinopati Diabetik	73.16541	44.83896	2010.53197	15.02123	-0.25134	-0.74675	10.3584	0.99742	0.18965	0.65278
Retinopati Diabetik	60.41329	32.75074	1072.61092	15.05564	-0.66214	0.68096	4.72958	0.99779	0.19687	0.67213
Retinopati Diabetik	66.90304	37.24535	1387.21619	15.04688	-0.69509	-0.25096	7.69846	0.99722	0.19043	0.61909
Retinopati Diabetik	68.15088	40.30191	1624.24406	15.03368	-0.25371	-0.03818	9.13529	0.99719	0.19050	0.65403
Retinopati Diabetik	85.61787	47.29472	2236.79037	15.04901	-0.74465	-0.37186	15.2021	0.99660	0.18742	0.50751
Retinopati Diabetik	92.87797	52.12921	2717.45460	15.04500	-0.66672	-0.48225	21.1070	0.99611	0.18646	0.46226
Retinopati Diabetik	90.70778	46.17715	2132.32936	15.06704	-1.28113	0.03823	15.8002	0.99629	0.18903	0.55247
Retinopati Diabetik	81.98491	52.31079	2736.41908	15.00911	-0.08277	-0.79868	15.0667	0.99725	0.18779	0.61208
Retinopati Diabetik	71.71069	42.90707	1841.01702	15.02824	-0.34776	-0.66086	11.9048	0.99676	0.18920	0.64625
Retinopati Diabetik	73.16544	44.83892	2010.52868	15.02123	-0.25134	-0.74675	10.3584	0.99742	0.18963	0.65277
Retinopati Diabetik	64.23814	33.74781	1138.91492	15.06223	-0.87304	0.85489	5.39645	0.99763	0.19784	0.66755
Retinopati Diabetik	63.48268	35.99903	1295.92991	15.03159	-0.80216	-0.47563	3.74855	0.99855	0.20527	0.69104
Retinopati Diabetik	56.23062	33.20088	1102.29859	15.03245	-0.31219	0.09269	4.43682	0.99799	0.19329	0.69820
Retinopati Diabetik	56.14859	32.62151	1064.16307	15.03773	-0.33812	0.32228	3.98599	0.99813	0.19337	0.69442
Retinopati Diabetik	77.95736	43.94832	1931.45464	15.04593	-0.51536	-0.06259	14.6985	0.99619	0.18866	0.57365
Retinopati Diabetik	71.66267	36.56945	1337.32490	15.06667	-1.25129	0.05871	8.40850	0.99685	0.19393	0.62039
Retinopati Diabetik	66.47049	36.76811	1351.89417	15.04773	-0.79369	-0.52775	6.83079	0.99747	0.19017	0.60973
Retinopati Diabetik	73.73818	46.00404	2116.37195	15.02045	0.05443	0.04331	10.3594	0.99755	0.18868	0.59103
Retinopati Diabetik	55.47419	36.88210	1360.28906	14.99965	0.27117	0.09440	6.58964	0.99758	0.19093	0.65865
Retinopati Diabetik	78.87434	40.74333	1660.01884	15.06378	-1.17890	-0.03699	9.81516	0.99731	0.19137	0.55232
Retinopati Diabetik	60.16574	33.99020	1155.33391	15.04359	-0.57664	-0.12390	5.44715	0.99764	0.19275	0.63295
Retinopati Diabetik	85.28749	48.97112	2398.17080	15.03677	-0.64463	-0.70520	9.81753	0.99795	0.18937	0.53361
Retinopati Diabetik	74.38713	42.38873	1796.80474	15.03923	-0.64819	-0.51296	7.35015	0.99795	0.19100	0.57219
Retinopati Diabetik	80.18351	43.45612	1888.43477	15.05394	-0.81217	-0.13229	5.68262	0.99849	0.19368	0.69916
Retinopati Diabetik	84.96854	45.34914	2056.54481	15.05633	-0.98707	-0.30968	11.2670	0.99726	0.18872	0.49274
Retinopati Diabetik	66.98431	36.98487	1367.88038	15.04981	-0.69257	-0.20152	6.19764	0.99773	0.19182	0.56686
Retinopati Diabetik	95.50220	48.63474	2365.33829	15.06665	-1.27930	0.05831	18.5796	0.99607	0.18960	0.44273
Retinopati Diabetik	61.24825	33.30478	1109.20812	15.05334	-0.76681	0.05339	6.10334	0.99725	0.19270	0.56476
Retinopati Diabetik	72.78139	38.52702	1484.33144	15.05836	-1.04282	-0.27771	9.07159	0.99694	0.18816	0.52343
Retinopati Diabetik	28.75350	16.00290	256.09280	15.04794	-0.64211	-0.17272	1.11242	0.99783	0.21105	0.78308
Retinopati Diabetik	26.52947	14.68665	215.69778	15.04779	-0.77314	-0.51155	1.14792	0.99734	0.21072	0.78912
Retinopati Diabetik	29.84534	15.78866	249.28187	15.05829	-1.04543	-0.26374	1.17105	0.99765	0.21302	0.78318
Retinopati Diabetik	26.13869	13.79244	190.23137	15.05903	-1.05489	-0.24410	0.99299	0.99739	0.21697	0.78756
Retinopati Diabetik	26.56250	15.08379	227.52058	15.04111	-0.64888	-0.62817	1.14328	0.99749	0.20791	0.78103
Retinopati Diabetik	27.52304	14.85210	220.58502	15.05579	-0.75941	0.29248	1.29672	0.99706	0.22145	0.79540
Retinopati Diabetik	23.64145	13.32757	177.62419	15.04666	-0.41632	0.58664	1.06682	0.99699	0.22013	0.79741
Retinopati Diabetik	27.52193	14.85196	220.58074	15.05579	-0.75914	0.29240	1.30923	0.99703	0.22111	0.79298
Retinopati Diabetik	27.52193	14.85196	220.58074	15.05579	-0.75914	0.29240	1.30923	0.99703	0.22111	0.79298
Retinopati Diabetik	27.29141	14.63765	214.26079	15.05510	-0.91985	-0.17028	1.20306	0.99719	0.21701	0.76900
Retinopati Diabetik	33.65761	17.15652	294.34605	15.06665	-1.26956	0.03892	1.55441	0.99736	0.22112	0.78869
Retinopati Diabetik	87.26321	47.43941	2250.49761	15.05401	-0.72464	0.20932	9.12922	0.99797	0.19209	0.67717
Retinopati Diabetik	90.35670	48.11075	2314.64448	15.05845	-0.86981	0.22131	10.4865	0.99773	0.19416	0.67425
Retinopati Diabetik	29.10682	14.85386	220.63722	15.06677	-1.23408	0.11577	1.24300	0.99718	0.23102	0.79886
Retinopati Diabetik	28.78183	14.64792	214.56142	15.06737	-1.25008	0.14923	1.21059	0.99718	0.23498	0.79789

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	31.19160	16.67739	278.13545	15.05678	-0.91487	-0.10119	1.35933	0.99755	0.21439	0.79917
Retinopati Diabetik	30.21283	16.14368	260.61828	15.05664	-0.93923	-0.17981	1.29425	0.99751	0.21524	0.80016
Retinopati Diabetik	35.66406	19.38482	375.77123	15.05337	-0.72899	0.20712	1.51493	0.99798	0.21776	0.79442
Retinopati Diabetik	29.66748	15.91225	253.19964	15.05539	-0.89098	-0.03454	1.35249	0.99733	0.21597	0.76246
Retinopati Diabetik	29.07697	15.35699	235.83718	15.05846	-1.01869	-0.06477	1.32306	0.99719	0.21908	0.76816
Retinopati Diabetik	28.24234	16.02998	256.96024	15.04738	-0.70307	0.26654	1.32685	0.99742	0.22410	0.77843
Retinopati Diabetik	33.99618	20.42184	417.05150	15.03024	-0.11670	0.48182	1.21288	0.99854	0.20197	0.78853
Retinopati Diabetik	24.39315	13.01278	169.33237	15.05728	-0.94612	-0.20341	0.96263	0.99715	0.22171	0.81147
Retinopati Diabetik	28.15302	16.85903	284.22679	15.02804	-0.33282	-0.60837	1.80540	0.99682	0.20582	0.80046
Retinopati Diabetik	24.88427	12.73745	162.24262	15.06577	-1.25117	-0.02953	1.12013	0.99654	0.23061	0.80904
Retinopati Diabetik	25.01862	15.02779	225.83459	15.03140	-0.02733	0.96061	0.93305	0.99793	0.21291	0.80797
Retinopati Diabetik	24.31060	14.24619	202.95406	15.03320	-0.47829	-0.68279	1.09612	0.99730	0.20981	0.80700
Retinopati Diabetik	25.39606	13.64942	186.30672	15.05513	-0.93100	-0.33088	1.03118	0.99723	0.21652	0.80919
Retinopati Diabetik	27.99120	16.16721	261.37856	15.04215	-0.13101	1.90227	1.30907	0.99749	0.21358	0.76125
Retinopati Diabetik	32.69029	16.54747	273.81889	15.06821	-1.29710	0.19747	1.61194	0.99705	0.23237	0.78430
Retinopati Diabetik	30.09029	15.55178	241.54705	15.06454	-1.11587	0.17796	1.41028	0.99708	0.23214	0.78767
Retinopati Diabetik	33.65761	17.15645	294.34571	15.06665	-1.26956	0.03892	1.54534	0.99736	0.22112	0.78869
Retinopati Diabetik	82.13104	44.48221	1973.86556	15.05480	-0.78697	0.02074	3.73835	0.99814	0.19460	0.69641
Retinopati Diabetik	33.65763	17.15648	294.34477	15.06665	-1.26956	0.03892	1.54538	0.99736	0.22111	0.78869
Retinopati Diabetik	83.58545	43.85221	1923.01601	15.06115	-1.01036	0.12618	6.97259	0.99818	0.19431	0.69298
Retinopati Diabetik	73.32520	40.63763	1651.41660	15.04971	-0.58989	0.29386	5.23147	0.99841	0.19420	0.73404
Retinopati Diabetik	69.18338	40.84721	1668.49441	15.02385	-0.31844	0.73716	4.18608	0.99874	0.20907	0.70964
Retinopati Diabetik	81.19408	42.99880	1848.89696	15.05841	-1.01183	-0.17224	8.43923	0.99772	0.19106	0.61807
Retinopati Diabetik	67.39394	34.48635	1189.30854	15.06660	-1.17589	0.31072	6.45147	0.99728	0.19590	0.62021
Retinopati Diabetik	58.16624	32.55314	1059.70681	15.04662	-0.60127	-0.05585	5.59182	0.99736	0.19150	0.60812
Retinopati Diabetik	76.30840	42.44585	1801.65007	15.03566	-0.93751	-0.40753	7.30358	0.99805	0.20319	0.61120
Retinopati Diabetik	50.56978	30.23188	913.96659	15.02883	-0.27205	-0.05190	4.11328	0.99775	0.19164	0.65342
Retinopati Diabetik	52.12020	30.53486	932.37770	15.03419	-0.37763	-0.06722	4.24994	0.99772	0.19201	0.64206
Retinopati Diabetik	62.09250	32.57050	1060.83722	15.06134	-1.01958	0.06076	6.57777	0.99690	0.19340	0.61296
Retinopati Diabetik	108.76271	55.82901	3116.87862	15.06486	-1.24512	-0.05996	17.5195	0.99719	0.18731	0.48570
Retinopati Diabetik	52.82753	30.42406	925.62349	15.03896	-0.45909	-0.07321	4.75196	0.99743	0.19211	0.63020
Retinopati Diabetik	50.68409	28.44981	809.39159	15.04730	-0.46482	0.54632	4.02609	0.99671	0.19475	0.64433
Retinopati Diabetik	108.49485	55.83381	3117.41434	15.06424	-1.22950	-0.08212	19.8194	0.99682	0.18746	0.46008
Retinopati Diabetik	51.63664	27.76185	770.72050	15.05741	-0.71494	0.69663	4.09800	0.99734	0.19904	0.64242
Retinopati Diabetik	110.94706	56.57496	3200.72591	15.06638	-1.28374	0.00421	24.1660	0.99622	0.18679	0.44445
Retinopati Diabetik	96.28109	51.08209	2609.38011	15.05747	-1.04193	-0.31817	14.9642	0.99713	0.18752	0.49239
Retinopati Diabetik	66.73970	36.60651	1340.03678	15.05020	-0.80793	-0.34620	6.83098	0.99745	0.18995	0.58772
Retinopati Diabetik	75.42437	38.79863	1505.33402	15.06469	-1.21094	-0.00676	9.14779	0.99696	0.19151	0.55592
Retinopati Diabetik	107.16641	60.17259	3620.74039	15.03328	-0.87825	-0.46051	13.8897	0.99808	0.20037	0.55053
Retinopati Diabetik	52.40704	29.08286	845.81301	15.05071	-0.50067	0.54808	4.29718	0.99746	0.19682	0.64599
Retinopati Diabetik	54.40254	29.76264	885.81485	15.05399	-0.58623	0.59890	5.54738	0.99687	0.19514	0.62115
Retinopati Diabetik	90.08917	48.29065	2331.98723	15.05539	-0.96636	-0.33890	15.7240	0.99662	0.18708	0.50081
Retinopati Diabetik	62.70800	34.80104	1211.11234	15.04789	-0.70589	-0.27287	7.51500	0.99689	0.19071	0.57753
Retinopati Diabetik	78.98034	42.01472	1765.23698	15.05768	-0.96725	-0.15342	13.0614	0.99630	0.18909	0.51819
Retinopati Diabetik	108.93614	56.01254	3137.40470	15.06496	-1.21146	-0.03876	23.8990	0.99619	0.18630	0.47083
Retinopati Diabetik	109.81792	58.62863	3437.31583	15.05727	-0.93100	-0.19920	24.1794	0.99648	0.18675	0.48550
Retinopati Diabetik	81.98964	42.50067	1806.30669	15.06304	-1.15994	-0.08088	10.2247	0.99717	0.18970	0.53514
Retinopati Diabetik	63.37085	34.03608	1158.45449	15.05620	-0.84591	0.07160	6.53982	0.99756	0.19261	0.61161
Retinopati Diabetik	79.22397	41.73877	1742.12494	15.05986	-1.00812	0.02494	8.28368	0.99762	0.19190	0.57235
Retinopati Diabetik	74.08959	39.22949	1538.95308	15.05889	-0.96524	0.05006	8.31676	0.99729	0.19131	0.53516
Retinopati Diabetik	70.58600	37.47598	1404.44877	15.05886	-0.89428	0.31160	9.00130	0.99679	0.19211	0.54644
Retinopati Diabetik	68.21352	37.85582	1433.06274	15.04977	-0.56202	0.30140	9.49999	0.99668	0.19092	0.53651
Retinopati Diabetik	66.38028	35.79956	1281.60846	15.05514	-0.80796	0.17493	8.34177	0.99674	0.19267	0.53933
Retinopati Diabetik	72.33539	41.02299	1682.88560	15.03248	-0.68293	0.14387	6.43113	0.99809	0.20645	0.62003
Retinopati Diabetik	58.15517	30.98112	959.82989	15.05814	-0.89433	0.13905	6.16481	0.99678	0.19324	0.59903
Retinopati Diabetik	68.69419	37.25483	1387.92270	15.05383	-0.80432	-0.08401	7.46535	0.99731	0.19095	0.55077
Retinopati Diabetik	65.65914	50.58442	2558.78382	15.05836	-1.04202	-0.22739	14.4974	0.99716	0.18886	0.48595
Retinopati Diabetik	98.17467	52.18916	2723.70872	15.05710	-1.01473	-0.27497	15.84840	0.99715	0.18824	0.47360
Retinopati Diabetik	67.70635	36.80768	1354.80516	15.05335	-0.78529	-0.08898	8.07520	0.99702	0.19100	0.53190
Retinopati Diabetik	57.28436	32.22289	1038.31438	15.04571	-0.58228	-0.29847	4.01609	0.99806	0.19443	0.66713
Retinopati Diabetik	56.19458	32.65357	1066.25577	15.03736	-0.41836	-0.38990	3.57164	0.99832	0.19294	0.66689
Retinopati Diabetik	57.67779	32.52847	1058.10135	15.04495	-0.57630	-0.31232	3.94396	0.99813	0.19274	0.64968
Retinopati Diabetik	77.78420	40.18638	1614.94531	15.06368	-1.18989	-0.07102	11.0529	0.99657	0.18926	0.48921

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	79.32445	41.31812	1707.18731	15.06196	-1.13520	-1.13931	11.4397	0.99665	0.18826	0.47652
Retinopati Diabetik	54.00872	31.02802	962.73814	15.04374	-0.14071	1.68467	5.44249	0.99717	0.19395	0.55288
Retinopati Diabetik	66.20135	37.70935	1421.99472	15.04144	-0.53370	-0.16701	11.8852	0.99582	0.18988	0.44467
Retinopati Diabetik	40.87398	27.83236	774.64036	14.98939	0.42474	1.42537	6.35713	0.99589	0.19048	0.51093
Retinopati Diabetik	39.26758	26.90303	723.77287	14.98694	0.45330	1.64051	6.50066	0.99551	0.19084	0.51471
Retinopati Diabetik	81.60054	50.36907	2537.04281	15.01899	-0.19450	-0.60988	13.0178	0.99743	0.18837	0.44227
Retinopati Diabetik	78.63279	40.99906	1680.92297	15.06179	-1.11798	-0.11277	12.8848	0.99616	0.18957	0.47543
Retinopati Diabetik	91.65739	46.93240	2202.65014	15.06546	-1.25069	-0.00797	19.5888	0.99555	0.18872	0.43221
Retinopati Diabetik	56.90336	31.09332	966.79448	15.05313	-0.66222	0.37491	6.21574	0.99678	0.19389	0.56646
Retinopati Diabetik	51.81365	28.67749	822.39847	15.05052	-0.54843	0.60585	5.45418	0.99668	0.19413	0.56914
Retinopati Diabetik	61.74759	33.15217	1099.06640	15.05682	-0.84021	0.20277	4.09214	0.99814	0.19330	0.67703
Retinopati Diabetik	76.18202	41.04332	1684.55394	15.04356	-1.13455	-0.21493	5.34507	0.99841	0.20763	0.66945
Retinopati Diabetik	62.11626	35.41500	1254.22332	15.04209	-0.51654	-0.25485	3.95825	0.99842	0.19100	0.68519
Retinopati Diabetik	72.84150	39.77269	1581.86710	15.05088	-0.87083	-0.48426	7.46939	0.99764	0.18910	0.59615
Retinopati Diabetik	72.38851	38.12826	1453.76453	15.05988	-1.04484	-0.18545	7.05560	0.99757	0.19017	0.59934
Retinopati Diabetik	101.25879	50.75081	2575.64508	15.07002	-1.39722	0.16864	17.1658	0.99666	0.18929	0.49910
Retinopati Diabetik	105.57093	53.31522	2842.51312	15.06851	-1.34455	0.09456	18.5087	0.99674	0.18804	0.50129
Retinopati Diabetik	85.36624	44.02822	1938.48414	15.06439	-1.18538	-0.04482	9.36028	0.99758	0.18911	0.57356
Retinopati Diabetik	64.31900	34.49087	1189.62039	15.05668	-0.87601	-0.06143	4.43899	0.99813	0.19211	0.66933
Retinopati Diabetik	76.39715	41.06012	1685.93342	15.05499	-0.94285	-0.35267	6.65735	0.99802	0.18903	0.62607
Retinopati Diabetik	79.85018	41.18341	1696.07289	15.06444	-1.18705	-0.04927	6.92927	0.99795	0.19027	0.60408
Retinopati Diabetik	83.60630	44.71588	1999.51037	15.04484	-1.20720	-0.24015	6.05135	0.99849	0.20634	0.66423
Retinopati Diabetik	65.06403	35.84435	1284.81729	15.05023	-0.72894	-0.24723	4.95116	0.99807	0.19046	0.64916
Retinopati Diabetik	77.22515	41.01982	1682.62582	15.05761	-1.01891	-0.29715	6.83028	0.99797	0.18916	0.61284
Retinopati Diabetik	70.34801	39.14244	1532.13052	15.04664	-0.74533	-0.51176	6.74272	0.99780	0.18889	0.61858
Retinopati Diabetik	82.27583	43.94571	1931.22533	15.05573	-1.01996	-0.39187	10.8355	0.99719	0.18809	0.55829
Retinopati Diabetik	71.12688	40.34359	1627.60495	15.04169	-0.65587	-0.63860	7.82523	0.99759	0.18771	0.58709
Retinopati Diabetik	76.74077	41.47777	1720.40581	15.05340	-0.93092	-0.43787	7.66205	0.99777	0.18777	0.57663
Retinopati Diabetik	76.13707	39.56479	1565.37242	15.06280	-1.14197	-0.11474	6.31926	0.99798	0.18963	0.60770
Retinopati Diabetik	76.87800	40.61739	1649.77209	15.05908	-1.02997	-0.20335	7.71016	0.99766	0.18967	0.60032
Retinopati Diabetik	29.10791	14.85415	220.64584	15.06675	-1.23437	0.11609	1.22920	0.99721	0.23155	0.80134
Retinopati Diabetik	28.78330	14.64864	214.58267	15.06735	-1.25035	0.14955	1.20057	0.99720	0.23557	0.80034
Retinopati Diabetik	28.39014	16.19437	262.25762	15.04368	-0.37540	0.40576	1.09022	0.99792	0.21224	0.79303
Retinopati Diabetik	30.46324	17.34861	300.97428	15.04236	-0.54860	-0.42461	0.99671	0.99834	0.20866	0.81972
Retinopati Diabetik	30.74219	16.39669	268.85148	15.05670	-0.99200	-0.31767	1.21031	0.99775	0.21102	0.80053
Retinopati Diabetik	29.83703	16.26068	264.40985	15.05189	-0.85111	-0.40559	1.14323	0.99784	0.20912	0.79806
Retinopati Diabetik	28.19114	15.45330	238.80442	15.05015	-0.83599	-0.46797	1.07292	0.99775	0.20998	0.79885
Retinopati Diabetik	25.14287	15.21257	231.42226	15.02308	-0.37703	-0.85050	0.75026	0.99838	0.20659	0.81604
Retinopati Diabetik	28.47528	19.15029	366.73376	15.00783	-1.00352	4.13720	1.69911	0.99768	0.21258	0.79937
Retinopati Diabetik	28.18123	14.47732	209.59265	15.06514	-1.20707	0.01141	1.22568	0.99707	0.22612	0.80367
Retinopati Diabetik	74.02352	38.73466	1500.37378	15.06149	-1.06320	-0.04992	8.84711	0.99705	0.19066	0.54001
Retinopati Diabetik	89.16728	49.95566	2495.56763	15.03305	-0.94227	-0.56935	7.07423	0.99858	0.20025	0.56711
Retinopati Diabetik	58.77596	33.16848	1100.14816	15.04462	-0.55040	-0.01915	5.59640	0.99745	0.19124	0.59631
Retinopati Diabetik	90.12687	50.86273	2587.01764	15.04312	-0.66560	-0.56246	19.3233	0.99626	0.18610	0.45949
Retinopati Diabetik	88.61778	48.79402	2380.85638	15.04851	-0.83629	-0.53337	16.2098	0.99659	0.18661	0.47573
Retinopati Diabetik	64.93870	37.13606	1379.08724	15.03996	-0.57447	-0.48422	7.99894	0.99710	0.18955	0.56484
Retinopati Diabetik	66.80078	36.74446	1330.38603	15.05204	-0.78788	-0.20791	7.49513	0.99718	0.19051	0.56690
Retinopati Diabetik	95.57562	55.11224	3037.35847	15.03753	-0.55073	-0.61128	23.6241	0.99611	0.18621	0.41111
Retinopati Diabetik	98.10244	56.40198	3181.18388	15.03737	-0.61050	-0.69882	25.6979	0.99596	0.18575	0.41076
Retinopati Diabetik	95.72264	54.39231	2958.52289	15.04203	-0.59260	-0.50058	20.1869	0.99659	0.18644	0.44978
Retinopati Diabetik	85.42706	48.50781	2353.00735	15.04078	-0.67097	-0.66154	16.7707	0.99643	0.18625	0.45039
Retinopati Diabetik	98.06598	53.77792	2892.06476	15.05021	-0.82080	-0.43785	21.2941	0.99631	0.18612	0.45237
Retinopati Diabetik	94.21841	53.59374	2872.28890	15.04185	-0.58670	-0.50255	22.0604	0.99616	0.18589	0.45808
Retinopati Diabetik	91.04935	48.46431	2348.78887	15.05797	-0.94742	-0.16503	17.1866	0.99634	0.18742	0.48129
Retinopati Diabetik	88.97074	49.40247	2440.60436	15.04718	-0.75199	-0.48371	17.5744	0.99640	0.18629	0.48118
Retinopati Diabetik	81.04384	41.38008	1712.31072	15.06637	-1.24984	0.07168	9.66503	0.99717	0.19138	0.55157
Retinopati Diabetik	90.82952	46.66621	2177.73562	15.06484	-1.22500	-0.02902	13.1500	0.99698	0.18954	0.53221
Retinopati Diabetik	103.65973	55.94046	3129.33496	15.04225	-1.16000	-0.31373	9.75598	0.99844	0.20042	0.54892
Retinopati Diabetik	65.64984	34.44164	1186.22630	15.06125	-1.00923	0.15133	5.71357	0.99759	0.19365	0.61940
Retinopati Diabetik	89.21288	46.19157	2133.66144	15.06335	-1.16687	-0.08342	15.1492	0.99645	0.18883	0.51352
Retinopati Diabetik	112.72318	58.00319	3364.37037	15.06468	-1.20987	-0.04826	24.5637	0.99634	0.18673	0.47127
Retinopati Diabetik	116.96771	59.28340	3514.52106	15.06790	-1.30908	0.08769	25.6149	0.99635	0.18692	0.46801
Retinopati Diabetik	113.65955	57.76387	3336.66488	15.06731	-1.29010	0.06547	22.0827	0.99669	0.18728	0.46397

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	83.39605	45.65466	2084.34798	15.05081	-0.81829	-0.39667	11.1337	0.99733	0.18804	0.52609
Retinopati Diabetik	64.74596	34.42263	1184.91769	15.05805	-0.94754	-0.00420	6.61135	0.99721	0.19187	0.60293
Retinopati Diabetik	94.62212	48.29582	2329.01053	15.06650	-1.26614	0.04165	13.0468	0.99720	0.18933	0.50930
Retinopati Diabetik	72.65403	38.51909	1483.78220	15.05803	-1.01272	-0.18154	7.49825	0.99747	0.19046	0.57631
Retinopati Diabetik	103.42882	53.76506	2890.68150	15.06229	-1.15131	-0.13685	18.5862	0.99678	0.18756	0.48872
Retinopati Diabetik	106.89841	59.34500	3521.82886	15.04685	-0.77419	-0.54131	23.5587	0.99665	0.18530	0.45933
Retinopati Diabetik	106.41285	58.71493	3447.44309	15.04861	-0.79687	-0.50304	20.3396	0.99705	0.18556	0.47444
Retinopati Diabetik	109.72691	57.42595	3297.73997	15.06121	-1.09219	-0.15634	20.3455	0.99691	0.18584	0.49601
Retinopati Diabetik	66.06587	36.08427	1302.07474	15.05194	-0.78021	-0.15339	6.85076	0.99737	0.19094	0.58508
Retinopati Diabetik	27.10941	14.88182	221.46856	15.05361	-0.48997	1.28793	1.06479	0.99759	0.22181	0.79962
Retinopati Diabetik	26.95554	14.71409	216.50435	15.05481	-0.53579	1.21698	1.04958	0.99757	0.22387	0.80223
Retinopati Diabetik	61.74762	33.15213	1099.06349	15.05683	-0.84021	0.02078	4.09220	0.99814	0.19329	0.67702
Retinopati Diabetik	76.18208	41.04320	1684.54456	15.04356	-1.13455	-0.21493	5.34518	0.99841	0.20760	0.66944
Retinopati Diabetik	62.11631	35.41492	1254.21660	15.04209	-0.51654	-0.25485	3.95834	0.99842	0.19097	0.68518
Retinopati Diabetik	72.84145	39.77278	1581.87383	15.05088	-0.87083	-0.48425	7.46930	0.99764	0.18913	0.59616
Retinopati Diabetik	72.38851	38.12826	1453.76453	15.05988	-1.04484	-0.18545	7.05560	0.99757	0.19017	0.59934
Retinopati Diabetik	101.25879	50.57081	2575.64508	15.07002	-1.39722	0.16864	17.1658	0.99666	0.18929	0.49910
Retinopati Diabetik	105.57097	53.31513	2842.50330	15.06852	-1.34455	0.09456	18.5088	0.99674	0.18802	0.50127
Retinopati Diabetik	85.36619	44.02832	1938.49258	15.06439	-1.18538	-0.04482	9.36034	0.99758	0.18918	0.57357
Retinopati Diabetik	64.31903	34.49083	1189.61750	15.05669	-0.87601	-0.06143	4.43902	0.99813	0.19210	0.66932
Retinopati Diabetik	76.39715	41.06012	1685.93342	15.05499	-0.94285	-0.35267	6.65735	0.99802	0.18903	0.62607
Retinopati Diabetik	79.85023	41.18332	1696.06550	15.06445	-1.18705	-0.04927	6.92936	0.99795	0.19024	0.60407
Retinopati Diabetik	83.60584	44.71673	1999.58550	15.04482	-1.20720	-0.24016	6.05072	0.99849	0.20656	0.66434
Retinopati Diabetik	65.06406	35.84431	1284.81421	15.05023	-0.72894	-0.24723	4.95121	0.99807	0.19045	0.64915
Retinopati Diabetik	77.22548	41.01922	1682.57660	15.05764	-1.01890	-0.29716	6.83084	0.99797	0.18893	0.61243
Retinopati Diabetik	70.34801	39.14244	1532.13052	15.04664	-0.74533	-0.51176	6.74272	0.99780	0.18889	0.61858
Retinopati Diabetik	88.62417	45.74356	2092.47370	15.06380	-1.20200	-0.09474	10.9660	0.99737	0.18883	0.52235
Retinopati Diabetik	74.89510	39.53155	1562.74322	15.05948	-1.01218	-0.08632	9.21724	0.99705	0.19088	0.58043
Retinopati Diabetik	102.61781	52.73122	2780.58112	15.06475	-1.22198	-0.01446	16.0929	0.99710	0.18915	0.50746
Retinopati Diabetik	82.27583	43.94571	1931.22533	15.05573	-1.01996	-0.39187	10.8355	0.99719	0.18809	0.55829
Retinopati Diabetik	69.27740	35.86215	1286.09404	15.06375	-1.13434	0.06446	6.84966	0.99734	0.19266	0.58134
Retinopati Diabetik	90.65802	48.26469	2329.48064	15.05625	-1.03910	-0.34184	13.4625	0.99711	0.18876	0.52024
Retinopati Diabetik	99.80115	52.54542	2761.02110	15.05930	-1.07661	-0.23045	13.3946	0.99757	0.18806	0.50264
Retinopati Diabetik	91.58352	49.29729	2430.22244	15.05475	-0.95059	-0.25339	12.3867	0.99745	0.18844	0.49744
Retinopati Diabetik	71.12686	40.34363	1627.60815	15.04169	-0.65587	-0.63860	7.82520	0.99759	0.18773	0.58709
Retinopati Diabetik	92.82431	47.19978	2227.81894	15.06717	-1.28286	0.08238	11.6250	0.99739	0.19069	0.54289
Retinopati Diabetik	93.69500	48.73755	2375.34917	15.06227	-1.13034	-0.07807	14.5540	0.99693	0.18972	0.52435
Retinopati Diabetik	76.74073	41.47786	1720.41291	15.05339	-0.93092	-0.43787	7.66196	0.99777	0.18780	0.57664
Retinopati Diabetik	76.13690	39.56511	1565.39762	15.06279	-1.14198	-0.11474	6.31764	0.99798	0.18971	0.60778
Retinopati Diabetik	76.87798	40.61743	1649.77574	15.05908	-1.02997	-0.20335	7.71010	0.99766	0.18968	0.60032
Retinopati Diabetik	69.37374	35.54232	1263.25663	15.06603	-1.19376	0.21397	6.74197	0.99733	0.19607	0.60073
Retinopati Diabetik	77.98878	43.18825	1865.22462	14.92662	-0.99437	-0.40366	16.7668	0.99550	0.20339	0.55137
Retinopati Diabetik	70.02248	36.67360	1344.95304	15.06123	-1.05550	-0.00107	6.24987	0.99767	0.19206	0.60300
Retinopati Diabetik	70.95289	37.03847	1371.84828	15.06193	-1.08076	-0.00605	6.96217	0.99746	0.19207	0.60048
Retinopati Diabetik	106.77843	53.77031	2891.24614	15.06899	-1.36441	0.12662	16.6386	0.99712	0.18924	0.49043
Retinopati Diabetik	72.21478	37.63040	1416.04700	15.06186	-1.12088	-0.04033	7.76363	0.99726	0.19356	0.58681
Retinopati Diabetik	79.12283	41.06593	1686.41041	15.06303	-1.12804	-0.00946	7.98857	0.99763	0.19105	0.56934
Retinopati Diabetik	59.32471	30.56944	934.49073	15.06411	-1.21868	-0.09434	5.41033	0.99710	0.19461	0.61124
Retinopati Diabetik	101.12168	50.84000	2584.70588	15.06943	-1.37334	0.14589	20.1570	0.99610	0.18830	0.44825
Retinopati Diabetik	106.90877	56.63927	3208.00658	15.05714	-1.08165	-0.34041	18.8043	0.99707	0.18682	0.45172
Retinopati Diabetik	30.87892	16.65934	287.61934	15.05100	-0.71892	-0.07419	1.9189	0.99793	0.21081	0.78922
Retinopati Diabetik	96.03738	50.40147	2540.30854	15.06029	-1.08323	-0.18792	14.2364	0.99719	0.18842	0.50706
Retinopati Diabetik	131.65584	66.71661	4451.10542	15.06753	-1.32690	0.06274	23.8291	0.99732	0.18740	0.46067
Retinopati Diabetik	29.91201	16.37219	268.04858	15.05255	-0.70891	0.01953	1.91178	0.99643	0.21208	0.79303
Retinopati Diabetik	86.20125	45.20851	2043.80927	15.05991	-1.11768	-0.21793	10.4967	0.99743	0.18969	0.54208
Retinopati Diabetik	86.71472	51.08489	2609.66627	15.03041	-0.51513	-0.85163	14.4930	0.99722	0.18704	0.49364
Retinopati Diabetik	28.62248	14.61255	213.52670	15.06659	-1.25661	0.02141	1.11641	0.99738	0.22988	0.81981
Retinopati Diabetik	126.33792	64.85337	4205.95979	15.06471	-1.24734	-0.06016	21.1867	0.99748	0.18742	0.48993
Retinopati Diabetik	119.16773	59.75766	3570.97789	15.06984	-1.39173	0.17166	20.9075	0.99707	0.18879	0.47777
Retinopati Diabetik	28.06890	14.35072	205.94317	15.06628	-1.25135	-0.00345	1.03282	0.99749	0.22972	0.82296
Retinopati Diabetik	70.35321	36.37290	1322.98802	15.06441	-1.10137	0.25687	6.13005	0.99768	0.19496	0.61943
Retinopati Diabetik	28.38894	16.19401	262.24602	15.04370	-0.37513	0.40577	1.09986	0.99790	0.21193	0.79070
Retinopati Diabetik	28.35224	19.22778	369.70771	14.99261	0.45971	1.18830	1.09850	0.99851	0.20473	0.78494

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	77.88695	43.15727	1862.54981	15.03628	-0.96442	-0.34377	5.41201	0.99855	0.20595	0.67262
Retinopati Diabetik	29.12925	15.37559	236.40870	15.05939	-0.99847	0.11187	1.37310	0.99709	0.21821	0.78399
Retinopati Diabetik	26.88492	17.35089	301.05322	15.01064	0.34262	1.26455	1.01512	0.99831	0.20925	0.78744
Retinopati Diabetik	79.40283	41.07032	1686.77106	15.06364	-1.15978	-0.00296	8.70095	0.99742	0.19209	0.58533
Retinopati Diabetik	25.49625	13.98159	195.48482	15.05236	-0.62242	0.66277	1.08534	0.99722	0.21767	0.78569
Retinopati Diabetik	93.53132	50.01708	2501.70803	15.04446	-1.21179	-0.22363	8.31413	0.99834	0.20441	0.58924
Retinopati Diabetik	27.65325	16.45314	270.70582	15.03723	0.16104	2.16501	1.10908	0.99875	0.21752	0.79918
Retinopati Diabetik	76.50046	42.14628	1776.30907	15.04971	-0.74087	-0.21157	6.15620	0.99729	0.18890	0.58904
Retinopati Diabetik	82.51705	46.36128	2149.36836	15.03313	-0.87096	-0.37487	5.06645	0.99882	0.20283	0.65081
Retinopati Diabetik	58.76101	35.61318	1268.29824	15.02441	-0.29300	-0.66798	4.33248	0.99829	0.18933	0.63616
Retinopati Diabetik	56.52644	36.86286	1358.87048	15.00138	-0.02726	-0.85760	3.92260	0.99856	0.18968	0.68954
Retinopati Diabetik	86.16684	45.40738	2061.83061	15.05895	-1.08126	-0.24540	10.6451	0.99742	0.18826	0.51661
Retinopati Diabetik	105.15381	55.77913	3111.31178	15.05718	-1.05713	-0.32658	18.3742	0.99704	0.18661	0.45023
Retinopati Diabetik	80.84800	44.93676	2019.31273	15.04625	-0.78008	-0.57716	7.47255	0.99815	0.18804	0.55761
Retinopati Diabetik	90.48522	49.32262	2432.72089	15.05135	-0.87287	-0.45169	14.2193	0.99707	0.18600	0.45287
Retinopati Diabetik	72.93444	40.58373	1647.03892	15.04699	-0.71841	-0.45293	8.31660	0.99747	0.18828	0.51488
Retinopati Diabetik	72.64369	39.91906	1593.53110	15.05039	-0.74109	-0.06660	6.22789	0.99804	0.18956	0.60991
Retinopati Diabetik	82.69427	47.19234	2227.11699	15.03978	-0.60497	-0.51360	13.9293	0.99687	0.18904	0.51244
Retinopati Diabetik	84.14789	44.33790	1965.84978	15.05962	-1.03127	-0.09148	12.0252	0.99664	0.19016	0.52621
Retinopati Diabetik	68.43930	37.50237	1406.42751	15.05082	-0.76481	-0.07992	10.6198	0.99622	0.18999	0.50864
Retinopati Diabetik	79.70230	42.12114	1774.19039	15.05899	-1.01505	-0.13767	9.32049	0.99730	0.19041	0.54365
Retinopati Diabetik	79.49260	42.52681	1808.52927	15.05666	-0.89627	0.01189	10.8337	0.99707	0.18978	0.51212
Retinopati Diabetik	77.41031	40.87841	1671.04444	15.05993	-0.95015	0.19037	10.6212	0.99682	0.19028	0.51658
Retinopati Diabetik	72.13302	39.39479	1551.94966	15.05303	-0.69301	0.16563	7.60966	0.99755	0.19198	0.56884
Retinopati Diabetik	77.18663	41.89545	1755.22845	15.05378	-0.77555	0.05293	8.76720	0.99750	0.19108	0.56686
Retinopati Diabetik	81.60341	43.11535	1858.93362	15.05852	-1.05923	-0.26554	15.2488	0.99589	0.18820	0.45919
Retinopati Diabetik	52.57976	31.95345	1021.02282	15.02267	-0.28664	-0.53056	5.92179	0.99710	0.19041	0.54449
Retinopati Diabetik	85.23500	45.70492	2088.93991	15.05530	-0.96299	-0.35451	14.1292	0.99659	0.18718	0.44605
Retinopati Diabetik	70.65461	37.70476	1421.64872	15.05644	-0.98489	-0.29646	8.60517	0.99697	0.18985	0.50814
Retinopati Diabetik	82.20294	43.46103	1888.86149	15.05933	-0.97215	0.02602	13.5156	0.99642	0.18970	0.46789
Retinopati Diabetik	84.11134	44.92020	2017.82396	15.05693	-0.91956	-0.05534	14.3357	0.99644	0.18907	0.47119
Retinopati Diabetik	90.57889	47.65396	2270.89969	15.06001	-1.03802	-0.08859	12.5035	0.99724	0.18951	0.50248
Retinopati Diabetik	71.55101	38.28950	1466.08605	15.05673	-0.90352	-0.12865	8.84919	0.99678	0.19102	0.53591
Retinopati Diabetik	69.81160	37.26408	1388.61190	15.05743	-0.90823	-0.08241	7.52874	0.99729	0.19256	0.56722
Retinopati Diabetik	91.14426	47.22206	2229.92273	15.06307	-1.15921	-0.05540	17.0079	0.99618	0.18915	0.44113
Retinopati Diabetik	94.61890	48.58546	2360.54662	15.06538	-1.20133	0.03253	19.2449	0.99592	0.18902	0.47827
Retinopati Diabetik	75.16307	39.09246	1528.22019	15.06288	-1.09626	0.00399	11.2359	0.99632	0.19163	0.52788
Retinopati Diabetik	67.22033	39.04035	1524.14904	15.03736	-0.39993	-0.21086	6.38191	0.99790	0.19101	0.57210
Retinopati Diabetik	71.79773	41.87823	1753.78602	15.03356	-0.50545	-0.52709	8.88909	0.99746	0.18893	0.50334
Retinopati Diabetik	96.99550	50.39591	2539.74732	15.06264	-1.12985	-0.06492	19.4333	0.99617	0.18845	0.43000
Retinopati Diabetik	78.38483	43.61432	1902.20866	15.04847	-0.60166	0.00447	9.24147	0.99757	0.19114	0.54445
Retinopati Diabetik	79.88840	44.20445	1954.03318	15.04971	-0.63770	0.00385	9.36327	0.99760	0.19137	0.54446
Retinopati Diabetik	97.35313	50.94351	2595.24110	15.06094	-1.08637	-0.10777	15.8898	0.99693	0.18962	0.46245
Retinopati Diabetik	98.39360	50.98356	2599.32367	15.06310	-1.15044	-0.03675	17.7132	0.99659	0.18921	0.44717
Retinopati Diabetik	46.57805	27.07577	733.09727	15.04017	-0.13601	1.44613	3.52162	0.99760	0.19609	0.62525
Retinopati Diabetik	46.79196	27.24155	742.10209	15.03978	-0.12397	1.49236	3.48528	0.99765	0.19613	0.62911
Retinopati Diabetik	86.41582	50.04315	2504.31718	15.03868	-0.41170	-0.34786	15.8129	0.99684	0.18865	0.48753
Retinopati Diabetik	66.80733	37.76805	1426.42577	15.04403	-0.57088	-0.32092	10.7395	0.99623	0.19016	0.54780
Retinopati Diabetik	69.11558	38.95341	1517.36806	15.04445	-0.60391	-0.34256	12.4414	0.99590	0.18953	0.51581
Retinopati Diabetik	42.68808	25.72516	661.78367	15.03364	0.26154	2.80270	3.21733	0.99757	0.19759	0.62577
Retinopati Diabetik	52.03594	28.69031	823.13366	15.05150	-0.56457	0.65448	5.53304	0.99674	0.19434	0.56589
Retinopati Diabetik	57.90516	31.47479	990.66212	15.05335	-0.76800	0.09800	8.73231	0.99559	0.19175	0.49498
Retinopati Diabetik	61.68688	37.85896	1433.30094	15.01826	-0.31552	-0.76914	10.6827	0.99627	0.18915	0.50408
Retinopati Diabetik	47.99253	27.62922	763.37368	15.04161	-0.26477	0.99304	4.74339	0.99689	0.19412	0.60003
Retinopati Diabetik	76.40789	42.28629	1788.13020	15.04809	-0.75200	-0.39340	14.4614	0.99595	0.18860	0.47217
Retinopati Diabetik	70.78048	37.76709	1426.35295	15.05723	-0.91801	-0.04676	9.75338	0.99658	0.19101	0.49526
Retinopati Diabetik	31.03147	16.62295	276.32254	15.05690	-0.84660	0.12306	1.30565	0.99763	0.21737	0.78934
Retinopati Diabetik	34.11233	18.00547	324.19681	15.05912	-1.04422	-0.21947	2.15415	0.99667	0.21225	0.78523
Retinopati Diabetik	26.95104	16.00885	256.28324	15.03610	0.04193	1.46980	1.06737	0.99792	0.21653	0.78918
Retinopati Diabetik	29.66267	16.12916	260.14979	15.05408	-0.70815	0.30209	1.23332	0.99763	0.21664	0.78692
Retinopati Diabetik	28.63703	15.37804	236.48425	15.05680	-0.79560	0.30108	1.20409	0.99745	0.22010	0.78815
Retinopati Diabetik	24.87120	13.53680	183.24483	15.05291	-0.79210	-0.18693	0.97785	0.99733	0.21978	0.79638
Retinopati Diabetik	26.62744	14.20766	201.85769	15.05643	-0.98358	-0.29716	1.02590	0.99746	0.21579	0.79502

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	28.13437	15.20434	231.17203	15.05448	-0.83368	-0.11227	1.13018	0.99755	0.21567	0.78332
Retinopati Diabetik	27.12592	15.51611	240.74974	15.04002	-0.54910	-0.39728	1.16154	0.99759	0.21015	0.78922
Retinopati Diabetik	26.88331	15.14695	229.43004	15.04757	-0.37680	0.62398	1.16685	0.99745	0.22727	0.78580
Retinopati Diabetik	28.21774	15.90465	252.95778	15.04758	-0.36727	0.65860	1.22581	0.99757	0.22587	0.78477
Retinopati Diabetik	27.65369	16.45335	270.71260	15.03721	0.16086	2.16471	1.10100	0.99796	0.21790	0.80150
Retinopati Diabetik	30.47641	15.94371	254.20180	15.06142	-1.05965	0.02151	1.46564	0.99711	0.21839	0.79043
Retinopati Diabetik	32.69060	16.54760	273.82307	15.06819	-1.29740	0.19772	1.59882	0.99708	0.23295	0.78683
Retinopati Diabetik	30.09193	15.54016	241.49645	15.06463	-1.11605	0.17853	1.40330	0.99709	0.23227	0.78963
Retinopati Diabetik	35.85983	19.25533	370.76791	15.05470	-0.94674	-0.30846	1.98489	0.99732	0.20830	0.79003
Retinopati Diabetik	101.48560	53.65515	2878.87465	15.05844	-1.03418	-0.20431	9.18310	0.99840	0.19224	0.65423
Retinopati Diabetik	95.56367	49.12402	2413.16897	15.06498	-1.19108	0.08183	9.22426	0.99809	0.19510	0.70685
Retinopati Diabetik	77.61678	51.47805	2649.98964	14.99675	0.11200	-0.49613	12.4921	0.99764	0.19122	0.75739
Retinopati Diabetik	88.18356	49.82300	2482.33170	15.04666	-0.37260	0.60781	12.3173	0.99752	0.19101	0.60470
Retinopati Diabetik	33.44244	18.52399	343.13822	15.04851	-0.72727	-0.38801	1.21375	0.99823	0.20605	0.79383
Retinopati Diabetik	28.25666	16.31382	266.14088	15.02598	-0.74754	-0.66713	0.79435	0.99851	0.22185	0.80337
Retinopati Diabetik	28.62288	14.61181	213.50513	15.06664	-1.25660	0.02146	1.11792	0.99738	0.22966	0.81967
Retinopati Diabetik	28.06887	14.35076	205.94445	15.06628	-1.25135	-0.00345	1.03278	0.99749	0.22973	0.82297
Retinopati Diabetik	91.30943	47.79217	2284.09167	15.06145	-1.04584	0.04921	8.37399	0.99816	0.19374	0.70966
Retinopati Diabetik	88.65260	46.22783	2137.01188	15.06266	-1.04198	0.16470	8.86426	0.99792	0.19667	0.72866
Retinopati Diabetik	85.23159	49.39487	2439.85309	15.04075	-0.21188	0.68099	10.1482	0.99792	0.19058	0.61586
Retinopati Diabetik	89.58980	48.55681	2357.76364	15.05487	-0.72961	0.27667	15.0966	0.99679	0.19092	0.62904
Retinopati Diabetik	35.21961	19.63610	385.57630	15.03521	-0.92604	-0.43605	1.04772	0.99864	0.22108	0.79162
Retinopati Diabetik	25.86191	13.68039	187.15304	15.05889	-1.01565	-0.20634	0.93832	0.99749	0.21975	0.80643
Retinopati Diabetik	24.93714	16.51350	272.69571	14.99562	0.08296	-0.54434	0.88583	0.99837	0.20669	0.78985
Retinopati Diabetik	29.66461	18.76144	351.99171	15.00875	-0.16642	-0.73617	1.10886	0.99842	0.20348	0.78144
Retinopati Diabetik	94.26828	50.26587	2526.65812	15.05618	-1.01348	-0.34485	10.7469	0.99787	0.19209	0.71735
Retinopati Diabetik	88.75196	50.24144	2524.20215	15.04582	-0.38281	0.53104	10.5459	0.99791	0.19109	0.62463
Retinopati Diabetik	27.64432	14.44311	208.60332	15.06196	-1.09017	-0.13564	1.17326	0.99718	0.22056	0.80805
Retinopati Diabetik	24.18653	14.96210	223.86432	15.01940	-0.09563	-0.25911	0.89050	0.99801	0.21311	0.79712
Retinopati Diabetik	83.76731	44.97351	2022.61644	15.05571	-0.88567	-0.04175	10.0668	0.99751	0.19476	0.74803
Retinopati Diabetik	84.03569	44.42695	1973.75398	15.06045	-0.88419	0.42743	6.22482	0.99842	0.19791	0.74574
Retinopati Diabetik	28.95244	16.31893	266.30738	15.04531	-0.55680	-0.21385	1.86537	0.99649	0.21359	0.80914
Retinopati Diabetik	25.71101	13.30843	177.11438	15.06455	-1.06347	0.32163	1.16650	0.99670	0.24104	0.79303
Retinopati Diabetik	26.82330	14.02799	196.78449	15.06210	-1.04164	0.03789	1.21191	0.99692	0.22335	0.79296
Retinopati Diabetik	30.02761	15.70179	246.54621	15.06205	-1.03975	0.05295	1.28516	0.99739	0.22255	0.79399
Retinopati Diabetik	26.35965	16.98640	288.53782	15.00326	-0.07124	-0.70727	0.91697	0.99841	0.20597	0.78823
Retinopati Diabetik	25.22365	15.03643	226.09415	15.03033	-0.22554	-0.01978	1.00789	0.99777	0.21470	0.79886
Retinopati Diabetik	28.12210	15.97663	255.25283	15.04126	-0.56761	-0.30221	1.15465	0.99774	0.21224	0.78907
Retinopati Diabetik	31.03062	16.62314	276.32867	15.05688	-0.84642	0.12277	1.31629	0.99762	0.21717	0.78699
Retinopati Diabetik	83.73799	43.49561	1891.86809	15.06351	-1.05434	0.29450	8.68016	0.99770	0.20180	0.74347
Retinopati Diabetik	85.49331	45.75089	2093.14370	15.05770	-0.80958	0.33750	10.4021	0.99751	0.19444	0.71054
Retinopati Diabetik	31.43954	16.17791	261.72487	15.06568	-1.11178	0.32744	1.56650	0.99700	0.23563	0.78819
Retinopati Diabetik	28.68648	15.89131	252.53386	15.05005	-0.59305	0.17956	1.16655	0.99769	0.21518	0.78878
Retinopati Diabetik	24.50952	12.89198	166.20313	15.06024	-1.03875	-0.10942	0.88982	0.99732	0.22423	0.80834
Retinopati Diabetik	53.47758	29.06892	845.00226	15.05313	-0.79817	-0.08534	4.88958	0.99710	0.19333	0.58217
Retinopati Diabetik	93.24608	51.36342	2638.20116	15.05093	-0.66583	-0.01199	14.1439	0.99732	0.19189	0.70201
Retinopati Diabetik	90.86443	48.91242	2392.42466	15.05610	-0.80196	0.15497	12.3763	0.99741	0.19283	0.69743
Retinopati Diabetik	31.31750	15.94368	254.20101	15.06702	-1.27248	0.06233	1.31005	0.99742	0.22483	0.79141
Retinopati Diabetik	35.29395	18.69735	349.59082	15.05907	-0.98067	-0.12187	1.34014	0.99808	0.20952	0.79057
Retinopati Diabetik	82.60212	42.78512	1830.56611	15.06291	-1.17927	-0.10277	12.8724	0.99648	0.18935	0.64725
Retinopati Diabetik	43.15048	26.03137	677.63247	15.03250	0.28909	3.38543	2.95101	0.99782	0.19591	0.63857
Retinopati Diabetik	101.96738	51.52204	2654.52012	15.06818	-1.34094	0.10116	20.9354	0.99605	0.18957	0.45171
Retinopati Diabetik	94.37703	51.61374	2663.97790	15.05223	-0.73351	-0.11458	18.8860	0.99645	0.18879	0.47885
Retinopati Diabetik	75.88313	40.72730	1658.41964	15.05557	-0.92387	-0.26315	8.04555	0.99757	0.18979	0.54228
Retinopati Diabetik	91.34015	51.21312	2622.78338	15.04547	-0.64732	-0.37185	19.6525	0.99625	0.18730	0.45086
Retinopati Diabetik	108.19906	64.40063	4147.44083	15.02881	-0.41198	-0.77722	17.0082	0.99795	0.18633	0.46311
Retinopati Diabetik	89.48402	53.05702	2815.04738	15.03245	-0.29051	-0.35524	18.1557	0.99677	0.18779	0.46619
Retinopati Diabetik	84.33563	53.04997	2814.29926	15.01016	-0.24004	-0.92739	15.0362	0.99733	0.18754	0.46429
Retinopati Diabetik	46.12742	25.26828	638.48607	15.05355	-0.54226	1.13456	4.82218	0.99622	0.19551	0.57488
Retinopati Diabetik	78.13365	40.61593	1649.65338	15.06246	-1.12645	-0.02725	17.2826	0.99476	0.18978	0.43004
Retinopati Diabetik	85.53959	49.72652	2472.72729	15.03389	-0.56924	-0.74089	37.1918	0.99247	0.18660	0.34838
Retinopati Diabetik	79.78484	49.65396	2465.51539	15.01318	-0.29255	-0.90500	36.1852	0.99266	0.18550	0.35874
Retinopati Diabetik	86.85022	55.96425	3131.99754	15.00184	-0.16745	-1.00309	44.2389	0.99293	0.18515	0.33962

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	82.00209	48.38506	2341.11387	15.03033	-0.49074	-0.81416	53.0533	0.98866	0.18579	0.31798
Retinopati Diabetik	69.24887	37.75311	1425.29726	15.05213	-0.81258	-0.26352	13.8659	0.99513	0.18892	0.44230
Retinopati Diabetik	82.34892	47.09688	2218.11646	15.03906	-0.62304	-0.66063	37.5455	0.99153	0.18631	0.34347
Retinopati Diabetik	66.02592	48.26850	2329.84767	14.94564	0.16703	-0.86116	47.3953	0.98982	0.18558	0.32796
Retinopati Diabetik	72.53004	48.45860	2348.06141	14.98248	-0.14494	-1.02114	54.8669	0.98831	0.18545	0.31680
Retinopati Diabetik	94.78755	54.54439	2975.09023	15.03696	-0.61387	-0.71285	44.1927	0.99257	0.18562	0.33823
Retinopati Diabetik	55.63751	31.97074	1022.12838	15.03935	-0.54162	-0.54690	3.54152	0.99827	0.18964	0.65319
Retinopati Diabetik	63.18398	34.05570	1159.92689	15.05442	-0.92860	-0.37584	4.64779	0.99799	0.18961	0.62397
Retinopati Diabetik	63.02245	33.69933	1135.64517	15.05630	-0.97858	-0.33751	4.32884	0.99809	0.18922	0.61879
Retinopati Diabetik	27.52305	14.85208	220.58418	15.05579	-0.75941	0.29248	1.29673	0.99706	0.22144	0.79540
Retinopati Diabetik	23.64145	13.32758	177.62440	15.04666	-0.41632	0.58664	1.06681	0.99699	0.22014	0.79741
Retinopati Diabetik	27.52194	14.85193	220.57995	15.05579	-0.75914	0.29240	1.30924	0.99703	0.22110	0.79297
Retinopati Diabetik	27.52255	14.85041	220.53468	15.05588	-0.75898	0.29281	1.31207	0.99702	0.22092	0.79266
Retinopati Diabetik	29.15194	15.49214	240.00641	15.05746	-1.01744	-0.31013	1.26364	0.99736	0.21313	0.79947
Retinopati Diabetik	29.59290	15.44240	238.46777	15.06210	-1.09062	-0.07262	1.16352	0.99756	0.21865	0.79972
Retinopati Diabetik	27.14613	14.27132	203.67067	15.06014	-1.06456	-0.18765	1.12029	0.99725	0.22016	0.81502
Retinopati Diabetik	27.83473	15.96513	254.88543	15.03892	-0.58654	-0.65391	1.79825	0.99647	0.20919	0.80806
Retinopati Diabetik	27.72602	14.32811	205.29480	15.06384	-1.17692	-0.06515	1.22327	0.99702	0.22322	0.80614
Retinopati Diabetik	28.18139	14.47725	209.59088	15.06515	-1.20683	0.01331	1.23954	0.99704	0.22607	0.80363
Retinopati Diabetik	26.97367	14.24875	203.02694	15.05966	-0.98372	-0.05010	1.02258	0.99748	0.22308	0.80803
Retinopati Diabetik	26.39033	13.56990	184.14226	15.06480	-1.21209	-0.02700	1.14608	0.99688	0.22832	0.80814
Retinopati Diabetik	24.39428	13.01279	169.33258	15.05728	-0.94654	-0.20303	0.94798	0.99720	0.22224	0.81124
Retinopati Diabetik	28.15387	16.85904	284.22720	15.02805	-0.33290	-0.60820	1.79407	0.99684	0.20602	0.80304
Retinopati Diabetik	24.88528	12.73731	162.23909	15.06578	-1.25160	-0.02902	1.11101	0.99657	0.23105	0.81157
Retinopati Diabetik	25.01878	15.02790	225.83770	15.03138	-0.02752	0.96050	0.91872	0.99796	0.21337	0.81086
Retinopati Diabetik	24.31141	14.24629	202.95678	15.03319	-0.47852	-0.68263	1.08662	0.99732	0.21022	0.80968
Retinopati Diabetik	25.39709	13.64954	186.30987	15.05513	-0.93128	-0.33066	1.01843	0.99726	0.21687	0.81193
Retinopati Diabetik	26.97430	14.21826	202.15894	15.05822	-1.10390	-0.28035	1.18061	0.99708	0.22127	0.80716
Retinopati Diabetik	30.87879	16.95957	287.62716	15.05098	-0.71894	-0.07421	1.19178	0.99793	0.21091	0.87926
Retinopati Diabetik	24.87889	14.18600	201.24261	15.04096	-0.58227	-0.52563	0.93402	0.99768	0.21093	0.80092
Retinopati Diabetik	25.45870	14.41651	207.83567	15.04307	-0.58670	-0.37556	1.03112	0.99752	0.21268	0.79214
Retinopati Diabetik	29.11651	15.72132	247.15978	15.05450	-0.85916	-0.20866	1.22373	0.99752	0.21539	0.78786
Retinopati Diabetik	26.42797	15.42797	238.02233	15.03195	-0.59402	-0.86898	1.19212	0.99749	0.20870	0.79409
Retinopati Diabetik	31.05445	20.87813	435.89634	15.01203	1.29082	6.11107	1.97715	0.99773	0.21196	0.78479
Retinopati Diabetik	30.23625	15.67164	245.60028	15.06376	-1.09275	0.19823	1.25507	0.99744	0.22299	0.78349
Retinopati Diabetik	35.10535	18.07256	326.61725	15.06509	-1.16536	0.08683	1.65092	0.99747	0.22046	0.78460
Retinopati Diabetik	24.78946	14.70433	216.21737	15.02995	-0.40841	-0.66378	1.07960	0.99750	0.20853	0.78532
Retinopati Diabetik	36.43176	21.36220	456.34357	15.03628	-0.29550	-0.16934	1.84063	0.99798	0.20810	0.78841
Retinopati Diabetik	26.39669	14.12401	199.48778	15.05577	-0.97601	-0.34152	1.38090	0.99653	0.21538	0.79447
Retinopati Diabetik	31.12492	17.73399	280.02652	15.05468	-0.94909	-0.37916	1.66206	0.99703	0.20909	0.78576
Retinopati Diabetik	35.85907	19.25561	370.77845	15.05468	-0.94664	-0.30855	1.98844	0.99732	0.20813	0.87874
Retinopati Diabetik	29.21879	15.48663	239.83585	15.05890	-0.95211	0.02708	1.28714	0.99731	0.21688	0.77434
Retinopati Diabetik	25.95797	14.14019	199.94501	15.05256	-0.80941	-0.26695	0.98369	0.99754	0.21551	0.79685
Retinopati Diabetik	29.69628	18.10609	327.83062	15.02714	-0.01107	0.25090	1.25565	0.99808	0.20861	0.77676
Retinopati Diabetik	26.97446	14.21995	202.20690	15.05822	-1.10116	-0.25880	1.31099	0.99675	0.22087	0.80473
Retinopati Diabetik	23.63743	14.24456	202.90744	15.03049	-0.04587	0.48919	0.94387	0.99767	0.21496	0.79736
Retinopati Diabetik	53.21123	28.98135	839.91857	15.05352	-0.73715	0.04716	4.67015	0.99722	0.19435	0.61636
Retinopati Diabetik	28.36591	18.17913	330.48075	15.01499	0.31130	0.67387	1.13189	0.99829	0.20982	0.77417
Retinopati Diabetik	27.61680	14.41312	207.73789	15.06225	-1.07097	-0.02497	1.15459	0.99722	0.22544	0.80467
Retinopati Diabetik	26.37748	14.06727	197.88797	15.05678	-0.98042	-0.27355	1.19987	0.99696	0.21605	0.79460
Retinopati Diabetik	53.03943	28.89616	834.98824	15.05366	-0.71742	0.12578	4.23068	0.99746	0.19590	0.64842
Retinopati Diabetik	26.11159	17.29089	298.97485	15.00704	0.54963	1.24937	1.00464	0.99832	0.21085	0.87116
Retinopati Diabetik	28.03110	14.95458	223.63955	15.05745	-0.92719	-0.14664	1.11389	0.99751	0.21828	0.80205
Retinopati Diabetik	27.81313	15.93291	253.85765	15.04177	-0.43200	-0.13382	1.03202	0.99797	0.21360	0.79291
Retinopati Diabetik	29.43395	15.72026	247.12644	15.05737	-0.93092	-0.20556	1.26393	0.99744	0.21513	0.80269
Retinopati Diabetik	29.70930	18.32969	335.97767	15.02577	0.16547	0.82799	1.17420	0.99825	0.21137	0.78122
Retinopati Diabetik	28.78980	15.50733	240.47740	15.05603	-0.80775	0.02924	1.15718	0.99759	0.22066	0.79993
Retinopati Diabetik	25.08697	13.40755	179.76236	15.05589	-0.99078	-0.34997	1.16549	0.99675	0.21708	0.80060
Retinopati Diabetik	24.02671	14.26349	203.44706	15.03030	-0.36417	-0.47182	0.91825	0.99774	0.21160	0.80543
Retinopati Diabetik	33.80596	16.99822	288.93965	15.06964	-1.35138	0.20177	1.74887	0.99697	0.23202	0.77756
Retinopati Diabetik	40.34127	21.99167	483.63339	15.05178	-0.84509	-0.40076	2.15623	0.99777	0.20624	0.78265
Retinopati Diabetik	25.37032	13.56359	183.97091	15.05625	-0.95625	-0.24101	1.05987	0.99712	0.21907	0.80278
Retinopati Diabetik	29.92801	15.71253	246.88354	15.06105	-1.02201	0.01622	1.41605	0.99713	0.21813	0.79750

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	31.07913	15.58931	243.02660	15.06999	-1.38312	0.17175	1.53155	0.99684	0.23582	0.78175
Retinopati Diabetik	32.90995	17.51429	306.75043	15.05739	-0.97974	-0.20819	1.52347	0.99751	0.21193	0.78199
Retinopati Diabetik	25.64660	14.81490	219.48112	15.04529	0.18053	0.46688	1.01250	0.99769	0.22847	0.80084
Retinopati Diabetik	29.84266	15.80515	249.81403	15.05937	-0.94360	0.06501	1.31426	0.99737	0.21738	0.79557
Retinopati Diabetik	32.12809	16.14374	260.62049	15.06957	-1.37045	0.16189	1.59869	0.99693	0.23259	0.77928
Retinopati Diabetik	36.10124	19.71570	388.70899	15.05147	-0.80954	-0.24292	1.53460	0.99802	0.20695	0.78188
Retinopati Diabetik	27.21291	14.09092	198.55403	15.06334	-1.16624	-0.09853	1.22154	0.99692	0.22369	0.80660
Retinopati Diabetik	26.82096	13.53732	183.25910	15.06884	-1.33467	0.12749	1.10789	0.99969	0.23278	0.79952
Retinopati Diabetik	30.91466	15.78908	249.29498	15.06611	-1.27058	-0.01566	1.41292	0.99716	0.22307	0.79574
Retinopati Diabetik	30.69288	16.81873	282.86960	15.05384	-0.52703	0.09966	1.63041	0.99711	0.21824	0.78720
Retinopati Diabetik	34.10192	18.09538	327.44274	15.05893	-0.95331	-0.13181	3.22364	0.99507	0.22033	0.79284
Retinopati Diabetik	31.02986	16.78596	281.76829	15.05804	-0.40319	4.01185	11.8161	0.97901	0.21883	0.78859
Retinopati Diabetik	32.99744	17.42895	303.76840	15.06199	-0.68648	3.01736	11.1714	0.98159	0.21385	0.79191
Retinopati Diabetik	92.94681	49.84755	2484.77847	15.05549	-0.93758	-0.27650	15.1203	0.99695	0.18793	0.45740
Retinopati Diabetik	74.79979	46.10535	2125.70303	15.02141	-0.11422	-0.34673	10.7580	0.99747	0.18953	0.48143
Retinopati Diabetik	85.59772	45.43028	2063.91023	15.05829	-0.97286	-0.12398	18.2779	0.99557	0.18839	0.46636
Retinopati Diabetik	95.39087	49.24952	2425.51525	15.06383	-1.18489	-0.04962	22.0468	0.99545	0.18849	0.43837
Retinopati Diabetik	82.96562	46.28899	2142.67079	15.04698	-0.64717	-0.24030	17.3948	0.99594	0.18802	0.42575
Retinopati Diabetik	86.15786	44.46575	1977.20278	15.06371	-1.20672	-0.09418	13.5865	0.99656	0.18855	0.46150
Retinopati Diabetik	88.71366	45.90478	2107.24870	15.06315	-1.18878	-0.11656	14.4489	0.99657	0.18838	0.45109
Retinopati Diabetik	85.39783	43.63584	1904.08642	15.06594	-1.26761	-0.00630	13.7352	0.99639	0.18971	0.48783
Retinopati Diabetik	96.42779	50.15597	2515.62112	15.06193	-1.16236	-0.16720	18.9339	0.99623	0.18758	0.45760
Retinopati Diabetik	88.89831	45.55278	2075.05574	15.06535	-1.25077	-0.03660	14.5682	0.99649	0.18905	0.50531
Retinopati Diabetik	84.43201	43.28987	1874.01325	15.06520	-1.24632	-0.03858	12.9065	0.99655	0.18986	0.50638
Retinopati Diabetik	66.13041	34.85967	1215.19677	15.05963	-1.03203	-0.14526	9.07085	0.99626	0.19195	0.56145
Retinopati Diabetik	87.61824	46.65131	2176.34428	15.05728	-0.96568	-0.15412	12.5885	0.99710	0.18926	0.50181
Retinopati Diabetik	89.78329	47.27920	2235.32235	15.05973	-1.03863	-0.11370	13.5656	0.99696	0.18903	0.48447
Retinopati Diabetik	86.18731	45.80678	2098.26067	15.05777	-0.97421	-0.14494	11.9212	0.99716	0.18892	0.50017
Retinopati Diabetik	83.03468	43.38843	1882.55623	15.06169	-1.06635	0.03546	12.2441	0.99674	0.19039	0.50591
Retinopati Diabetik	105.53147	53.85943	2900.83821	15.06607	-1.27554	0.01314	25.3033	0.99563	0.18811	0.41780
Retinopati Diabetik	101.36602	53.23969	2834.46485	15.05981	-1.09150	-0.21127	23.7417	0.99581	0.18745	0.42004
Retinopati Diabetik	101.60027	52.78393	2786.14280	15.06233	-1.15266	-0.11679	28.6468	0.99485	0.18770	0.40171
Retinopati Diabetik	106.55775	54.60411	2981.60857	15.06519	-1.24681	-0.01028	24.9642	0.99581	0.18836	0.42713
Retinopati Diabetik	105.29448	54.41123	2960.58169	15.06345	-1.18802	-0.06638	26.1988	0.99557	0.18799	0.42107
Retinopati Diabetik	68.55932	34.71733	1205.29332	15.06830	-1.29568	0.16040	8.76185	0.99636	0.19464	0.53950
Retinopati Diabetik	75.54036	38.29292	1466.34790	15.06793	-1.30145	0.10698	10.2461	0.99650	0.19195	0.52068
Retinopati Diabetik	69.97413	35.55089	1263.86599	15.06756	-1.27827	0.11230	8.72733	0.99654	0.19326	0.54482
Retinopati Diabetik	65.87336	34.31240	1177.34067	15.06236	-1.11639	-0.10223	9.75278	0.99585	0.19063	0.54547
Retinopati Diabetik	69.45526	35.24245	1242.03049	15.06781	-1.28793	0.12313	9.08495	0.99634	0.19341	0.53360
Retinopati Diabetik	89.99357	50.23128	2523.18168	15.04527	-0.74303	-0.53433	13.5916	0.99730	0.18874	0.48329
Retinopati Diabetik	105.65677	57.39766	3294.49139	15.05210	-0.87896	-0.36807	13.7797	0.99791	0.18821	0.51462
Retinopati Diabetik	110.54333	61.49062	3781.09654	15.04616	-0.75717	-0.52154	15.2839	0.99833	0.18850	0.55204
Retinopati Diabetik	87.20849	48.74844	2376.41067	15.04478	-0.74666	-0.57079	30.5357	0.99357	0.18688	0.36557
Retinopati Diabetik	73.44848	40.68286	1655.09543	15.04780	-0.75748	-0.45050	15.5356	0.99530	0.18797	0.43283
Retinopati Diabetik	79.23010	43.26137	1871.54656	15.05101	-0.85087	-0.40895	20.5436	0.99451	0.18752	0.40851
Retinopati Diabetik	78.40510	45.10169	2034.16286	15.03679	-0.62920	-0.75655	22.6011	0.99444	0.18693	0.38842
Retinopati Diabetik	77.64571	44.42086	1973.21304	15.03847	-0.64570	-0.71310	21.0166	0.99467	0.18700	0.39581
Retinopati Diabetik	74.06691	41.94199	1759.13042	15.04505	-0.46530	0.06143	17.4318	0.99504	0.18760	0.45456
Retinopati Diabetik	75.06406	41.64722	1734.49104	15.04798	-0.72642	-0.42641	20.8710	0.99398	0.18661	0.41517
Retinopati Diabetik	80.13268	40.45240	1636.39687	15.06857	-1.33969	0.12324	17.8671	0.99453	0.19035	0.43018
Retinopati Diabetik	75.16662	38.49666	1481.99266	15.06557	-1.23991	0.00723	15.1924	0.99487	0.19005	0.43929
Retinopati Diabetik	85.12527	44.61265	1990.28892	15.06018	-1.11427	-0.21076	18.3923	0.99537	0.18913	0.44882
Retinopati Diabetik	86.06072	44.30761	1963.16443	15.06432	-1.20544	-0.02915	16.9672	0.99567	0.19040	0.44227
Retinopati Diabetik	93.71282	49.21359	2421.97717	15.06071	-1.03402	-0.04598	14.9993	0.99690	0.18909	0.49363
Retinopati Diabetik	92.16743	56.38720	3179.51640	15.02048	-0.29454	-0.80186	26.1266	0.99589	0.18769	0.37092
Retinopati Diabetik	71.70115	43.29910	1874.81173	15.02519	-0.31752	-0.71751	10.7733	0.99712	0.18918	0.46898
Retinopati Diabetik	55.43780	30.42358	925.59441	15.05106	-0.72427	-0.00947	8.80366	0.99524	0.19126	0.50492
Retinopati Diabetik	54.65014	30.21081	912.69322	15.04944	-0.67357	0.00703	8.38478	0.99540	0.19111	0.50422
Retinopati Diabetik	101.66439	53.18300	2828.43125	15.06088	-1.10900	-0.16604	28.5988	0.99494	0.18699	0.40485
Retinopati Diabetik	82.98991	46.06900	2122.35314	15.04718	-0.75806	-0.52596	17.3108	0.99592	0.18773	0.44113
Retinopati Diabetik	87.69816	47.32964	2240.09503	15.05392	-0.91348	-0.35834	19.8745	0.99556	0.18753	0.42751
Retinopati Diabetik	25.19750	13.21114	174.53410	15.06013	-1.10941	-0.21356	1.04886	0.99699	0.22386	0.80628
Retinopati Diabetik	33.58848	19.02282	361.86753	15.04275	-0.63349	-0.59613	1.75333	0.99758	0.21462	0.79634

Klasifikasi	Mean	Standar Deviasi	Varian	Entropi	Skewness	Kurtosis	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
Retinopati Diabetik	28.43619	16.54389	273.70020	15.03627	-0.45626	-0.54520	1.53027	0.99720	0.20845	0.78569
Retinopati Diabetik	27.26861	15.11481	228.45734	15.04761	-0.75301	-0.45903	1.19870	0.99737	0.21124	0.79335
Retinopati Diabetik	28.36587	18.78485	330.45612	15.01498	0.31105	0.67380	1.11736	0.99831	0.21007	0.77633
Retinopati Diabetik	26.11264	17.92121	298.98597	15.00703	0.54952	1.24932	0.98956	0.99834	0.21116	0.78365
Retinopati Diabetik	29.70993	18.32947	335.96959	15.02577	0.16532	0.82831	1.15966	0.99827	0.21665	0.78338
Retinopati Diabetik	25.27213	12.77018	163.07742	15.06849	-1.33272	0.09684	1.24391	0.99618	0.21367	0.79501
Retinopati Diabetik	24.90767	13.06622	170.72605	15.06054	-1.07640	-0.17390	1.17655	0.99655	0.22164	0.79644
Retinopati Diabetik	26.29716	14.66135	214.95508	15.04596	-0.73311	-0.52062	1.16995	0.99728	0.21147	0.78950
Retinopati Diabetik	28.79632	16.17908	261.76271	15.04381	-0.71219	-0.60797	1.57586	0.99699	0.20594	0.77286
Retinopati Diabetik	30.05654	16.13911	260.47077	15.05497	-0.95347	-0.36355	1.50266	0.99711	0.21055	0.78356
Retinopati Diabetik	28.86713	15.21969	231.63909	15.05930	-1.05490	-0.23062	1.43480	0.99690	0.21449	0.78784
Retinopati Diabetik	20.72935	12.23920	149.79800	15.03322	-0.33956	-0.40570	0.82768	0.99723	0.21691	0.81768
Retinopati Diabetik	96.70263	49.89013	2489.02549	15.06379	-1.19604	-0.06686	1.68337	0.99661	0.19375	0.65300
Retinopati Diabetik	80.84024	45.76875	2094.77804	15.04268	-0.59277	-0.24834	5.01787	0.99880	0.19189	0.68457
Retinopati Diabetik	32.69858	17.39519	302.59266	15.05766	-0.97396	-0.21185	1.69390	0.99720	0.21315	0.79152
Retinopati Diabetik	33.34183	19.43689	377.79284	15.03398	-0.53361	-0.74853	1.95576	0.99741	0.20361	0.79366
Retinopati Diabetik	26.34137	15.37334	236.33961	15.03215	-0.59182	-0.86563	1.16484	0.99753	0.20894	0.81210
Retinopati Diabetik	37.28289	21.40680	458.25110	15.03948	-0.53441	-0.49522	3.15628	0.99655	0.20332	0.79693
Retinopati Diabetik	28.03097	15.80341	249.74785	15.04329	-0.67938	-0.59766	1.29249	0.99741	0.20905	0.79429
Retinopati Diabetik	28.83448	15.42488	237.92690	15.05636	-0.94822	-0.28138	1.32860	0.99720	0.21379	0.79282
Retinopati Diabetik	33.56207	17.58474	309.22309	15.06041	-1.11328	-0.22004	1.71590	0.99722	0.21294	0.79363
Retinopati Diabetik	27.17592	14.91102	222.33843	15.05102	-0.75249	-0.22633	1.20504	0.99729	0.21478	0.80118
Retinopati Diabetik	28.17680	16.69992	278.88719	15.03118	-0.34156	-0.35100	1.31809	0.99763	0.20618	0.79560
Retinopati Diabetik	28.65072	15.66427	245.36950	15.05187	-0.76585	-0.16385	1.21610	0.99752	0.21338	0.79794
Retinopati Diabetik	31.15150	17.61299	310.21729	15.04276	-0.63801	-0.48570	1.45414	0.99765	0.20686	0.79006
Retinopati Diabetik	59.26507	38.58370	1488.70173	15.00869	0.30538	0.64955	7.38576	0.99752	0.19336	0.77211
Retinopati Diabetik	28.40672	15.06816	227.04941	15.05920	-0.88451	0.39229	1.14110	0.99748	0.22264	0.79055
Retinopati Diabetik	29.87673	16.18269	261.87961	15.05440	-0.80435	-0.13165	1.26264	0.99759	0.21623	0.78865
Retinopati Diabetik	29.08836	15.18015	230.43707	15.06181	-1.09489	-0.08172	1.24224	0.99730	0.21942	0.79118
Retinopati Diabetik	27.81699	15.76450	248.51934	15.04160	-0.66322	-0.62123	1.33767	0.99731	0.20785	0.79573
Retinopati Diabetik	31.11717	16.88050	284.95131	15.05321	-0.86451	-0.34356	2.87691	0.99495	0.21071	0.80536
Retinopati Diabetik	28.90877	15.92762	253.68901	15.04822	-0.84339	-0.57009	1.29114	0.99745	0.21058	0.80578
Retinopati Diabetik	32.00160	16.72388	279.68817	15.06169	-1.06485	0.01860	1.34341	0.99760	0.21776	0.78808
Retinopati Diabetik	29.93601	19.32749	373.55181	15.00855	0.24078	1.08658	1.60036	0.99786	0.20415	0.79443
Retinopati Diabetik	31.93510	16.96479	287.80425	15.05873	-0.89184	0.29041	1.29183	0.99775	0.21616	0.78766
Retinopati Diabetik	25.65213	14.21005	201.92551	15.04943	-0.60005	0.39141	1.07893	0.99733	0.21672	0.79577
Retinopati Diabetik	31.18822	16.55419	274.04121	15.05809	-0.96713	-0.01542	1.25560	0.99771	0.21608	0.78786
Retinopati Diabetik	27.15612	14.50224	210.31506	15.05791	-0.84510	0.30456	1.08123	0.99743	0.21935	0.79198
Retinopati Diabetik	26.07708	14.36124	206.24530	15.04911	-0.79561	-0.45341	1.14193	0.99723	0.21205	0.78814
Retinopati Diabetik	32.93450	19.17397	367.64109	15.03620	-0.41057	-0.20710	1.80906	0.99754	0.20418	0.77725
Retinopati Diabetik	41.81511	24.92688	621.34940	15.02966	-0.34235	-0.59982	3.29493	0.99735	0.19937	0.76962
Retinopati Diabetik	39.15629	24.11436	581.50224	15.02027	-0.19395	-0.58983	3.16178	0.99728	0.19918	0.76950
Retinopati Diabetik	42.39283	22.73474	516.86862	15.05599	-0.91198	-0.18436	2.24756	0.99782	0.20378	0.77702
Retinopati Diabetik	108.23114	57.38488	3293.02443	15.05818	-1.01094	-0.24188	15.4087	0.99766	0.19009	0.71311
Retinopati Diabetik	61.57543	36.90465	1361.95345	15.02852	-0.28036	-0.39943	5.63135	0.99793	0.19407	0.74575
Retinopati Diabetik	60.79420	38.81177	1506.35333	15.00817	-0.09151	-0.73796	6.42657	0.99787	0.19340	0.74527
Retinopati Diabetik	36.43173	21.36224	456.34551	15.03628	-0.29551	-0.16935	1.84054	0.99798	0.20811	0.78841
Retinopati Diabetik	26.55873	14.66935	215.18984	15.04976	-0.68671	-0.17189	1.03131	0.99760	0.21504	0.79345
Retinopati Diabetik	34.89600	18.99544	360.82681	15.05502	-0.66967	0.25389	2.77051	0.99616	0.21595	0.78921
Retinopati Diabetik	28.24455	14.66055	214.93171	15.06328	-1.09488	0.18092	1.24965	0.99709	0.22125	0.77466
Retinopati Diabetik	31.40764	20.84196	434.38743	15.00781	0.63118	1.65725	1.31599	0.99848	0.21186	0.78816
Retinopati Diabetik	33.29974	19.02533	361.96311	15.04165	-0.49248	-0.24869	1.42042	0.99804	0.20675	0.78732
Retinopati Diabetik	25.88274	19.57571	383.20826	14.97215	1.47116	4.46363	0.94022	0.99877	0.21371	0.78847
Retinopati Diabetik	25.03095	13.56531	184.01772	15.05437	-0.71418	0.48375	0.99142	0.99730	0.22670	0.80663
Retinopati Diabetik	26.21932	14.45137	208.84203	15.05031	-0.69736	-0.14587	1.07362	0.99743	0.21730	0.79512
Retinopati Diabetik	93.37071	47.22759	2230.44500	15.06820	-1.32898	0.09513	17.2250	0.99613	0.18885	0.46608
Retinopati Diabetik	50.76796	30.14321	908.61285	15.03144	-0.28675	-0.14130	3.49481	0.99808	0.19246	0.62051
Retinopati Diabetik	68.71709	36.72602	1348.80020	15.05686	-0.91773	-0.04979	6.83868	0.99746	0.19104	0.60408
Retinopati Diabetik	91.06601	46.03907	2119.59632	15.06828	-1.33359	0.09839	16.0200	0.99622	0.18956	0.47900
Retinopati Diabetik	26.83069	14.23502	202.63583	15.05842	-0.98885	-0.20983	1.06214	0.99738	0.21922	0.80282
Retinopati Diabetik	28.10136	14.67467	215.34594	15.06181	-1.08731	-0.09255	1.65729	0.99615	0.22310	0.79876
Retinopati Diabetik	29.36737	15.00454	225.13613	15.06648	-1.22789	0.08989	1.41772	0.99685	0.23398	0.79962
Retinopati Diabetik	26.98415	14.19047	201.36957	15.06003	-1.05656	-0.18052	1.41096	0.99649	0.22222	0.80737
Retinopati Diabetik	25.19652	13.21098	174.52999	15.06014	-1.10906	-0.21395	1.06300	0.99695	0.22334	0.80360

Lampiran 2. Source Code Ciri Tekstur Pada *Python Google Colaboratory*

```
[ ] from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

Mounted at /content/drive

```
import os
import cv2
import numpy as np
from skimage import img_as_ubyte

# Folder yang berisi gambar
folder_path = '/content/drive/MyDrive/Dataset_from_fundus_images_for_the_study_of_diabetic_retinopathy_V02/7. Advanced PDR/'

# Buat folder untuk menyimpan gambar hasil median filter
output_folder_path = '/content/drive/MyDrive/Dataset_from_fundus_images_for_the_study_of_diabetic_retinopathy_V02/7. Advanced PDR/Median_Filtered_Images/'
os.makedirs(output_folder_path, exist_ok=True)

# Loop melalui semua file dalam folder
for filename in os.listdir(folder_path):
    if filename.endswith('.jpg') or filename.endswith('.png') or filename.endswith('.tif'):
        # Membaca gambar
        image = cv2.imread(os.path.join(folder_path, filename))
        gray_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

        # Terapkan median filter
        median_filtered_image = cv2.medianBlur(gray_image, 7) # Anda dapat mengganti nilai kernel size (5) sesuai kebutuhan

        # Menyimpan gambar hasil median filter
        output_filename = os.path.join(output_folder_path, f"median_{filename}")
        cv2.imwrite(output_filename, median_filtered_image)

print("Median filtering selesai.")
```

Median filtering selesai.

```
[ ] import os
import cv2
import numpy as np
import pandas as pd
from skimage.feature import greycomatrix, greycoprops
from scipy.stats import skew, kurtosis, entropy
```

```
# Folder yang berisi gambar
folder_path = '/content/drive/MyDrive/Dataset_from_fundus_images_for_the_study_of_diabetic_retinopathy_V02/7. Advanced PDR/'

# List untuk menyimpan fitur dari setiap gambar
data = []

# Nama kolom untuk data CSV
column_names = ["Image_Name", "Mean", "Std_Dev", "Variance", "Entropy", "Skewness", "Kurtosis",
               "GLCM_Contrast", "GLCM_Correlation", "GLCM_Energy", "GLCM_Homogeneity"]

# Loop melalui semua file dalam folder
for filename in os.listdir(folder_path):
    if filename.endswith('.jpg') or filename.endswith('.png') or filename.endswith('.tif') or filename.endswith('.jpeg'):
        # Membaca gambar
        image = cv2.imread(os.path.join(folder_path, filename))
        gray_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

        # Statistik orde 1 fitur histogram
        n = gray_image.shape[0]
        N = n * n
        X = gray_image.reshape(-1)
        mean = X.mean()
        std_dev = X.std()
        variance = std_dev**2
        entropy_val = entropy(X)
        skewness_val = skew(X)
        kurtosis_val = kurtosis(X)
```

```

# Ekstraksi orde 2 fitur GLCM
pixel_dist = 1
GLCM = greycomatrix(gray_image, [pixel_dist], [0, np.pi/4, np.pi/2, 3*np.pi/4], symmetric=True, normed=True)
props = ['contrast', 'correlation', 'energy', 'homogeneity']
glcm_props = [greycomprops(GLCM, prop)[0][0] for prop in props]

# Menyimpan hasil ekstraksi ke dalam DataFrame
data.append([filename, mean, std_dev, variance, entropy_val, skewness_val, kurtosis_val] + glcm_props)

# Membuat DataFrame dari data
df = pd.DataFrame(data, columns=column_names)

# Menyimpan DataFrame dalam format CSV
output_csv = '/content/drive/MyDrive/Dataset_from_fundus_images_for_the_study_of_diabetic_retinopathy_v02/7. Advanced PDR/result.csv'
df.to_csv(output_csv, index=False)

```

Lampiran 3. Hasil Perhitungan *Confusion Matrix* *Multilayer Perceptron* (MLP)

1. Use trainingset

$$\begin{aligned} \text{akurasi} &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100 \\ &= \frac{75 + 565}{75 + 565 + 5 + 112} \times 100\% \\ &= 84,54\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sensitivitas} &= \frac{TP}{TP + TN} \times 100\% \\ &= \frac{75}{75 + 565} \times 100\% \\ &= 40,11\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sensitivitas} &= \frac{TN}{FN + TN} \times 100\% \\ &= \frac{565}{112 + 565} \times 100\% \\ &= 99,12\% \end{aligned}$$

2. Cross Validation

a. 5 folds

$$\begin{aligned} \text{akurasi} &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{78 + 551}{78 + 551 + 19 + 109} \times 100\% \\ &= 83,09\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sensitivitas} &= \frac{TP}{TP + TN} \times 100\% \\ &= \frac{78}{78 + 551} \times 100\% \\ &= 41,71\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{spesifisitas} &= \frac{TN}{FN + TN} \times 100\% \\ &= \frac{551}{109 + 551} \times 100\% \\ &= 96,67\% \end{aligned}$$

b. 10 folds

$$\begin{aligned} \text{akurasi} &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{98 + 522}{98 + 522 + 48 + 89} \times 100\% \\ &= 81,90\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sensitivitas} &= \frac{TP}{TP + TN} \times 100\% \\ &= \frac{98}{98 + 522} \times 100\% \\ &= 52,41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{spesifisitas} &= \frac{TN}{FN + TN} \times 100\% \\ &= \frac{522}{89 + 522} \times 100\% \\ &= 91,58\% \end{aligned}$$

c. 15 folds

$$\begin{aligned} \text{akurasi} &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{93 + 529}{93 + 529 + 41 + 94} \times 100\% \\ &= 82,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{sensitivitas} &= \frac{TP}{TP + TN} \times 100\% \\ &= \frac{93}{93 + 529} \times 100\% \\ &= 49,73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{spesifisitas} &= \frac{TN}{FN + TN} \times 100\% \\ &= \frac{529}{94 + 529} \times 100\% \\ &= 92,81\% \end{aligned}$$

d. 20 folds

$$\begin{aligned} akurasi &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{92 + 542}{92 + 542 + 28 + 95} \times 100\% \\ &= 83,75\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} sensitivitas &= \frac{TP}{TP + TN} \times 100\% \\ &= \frac{92}{92 + 542} \times 100\% \\ &= 49,20\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} spesifisitas &= \frac{TN}{FN + TN} \times 100\% \\ &= \frac{542}{95 + 542} \times 100\% \\ &= 95,09\% \end{aligned}$$

e. 25 folds

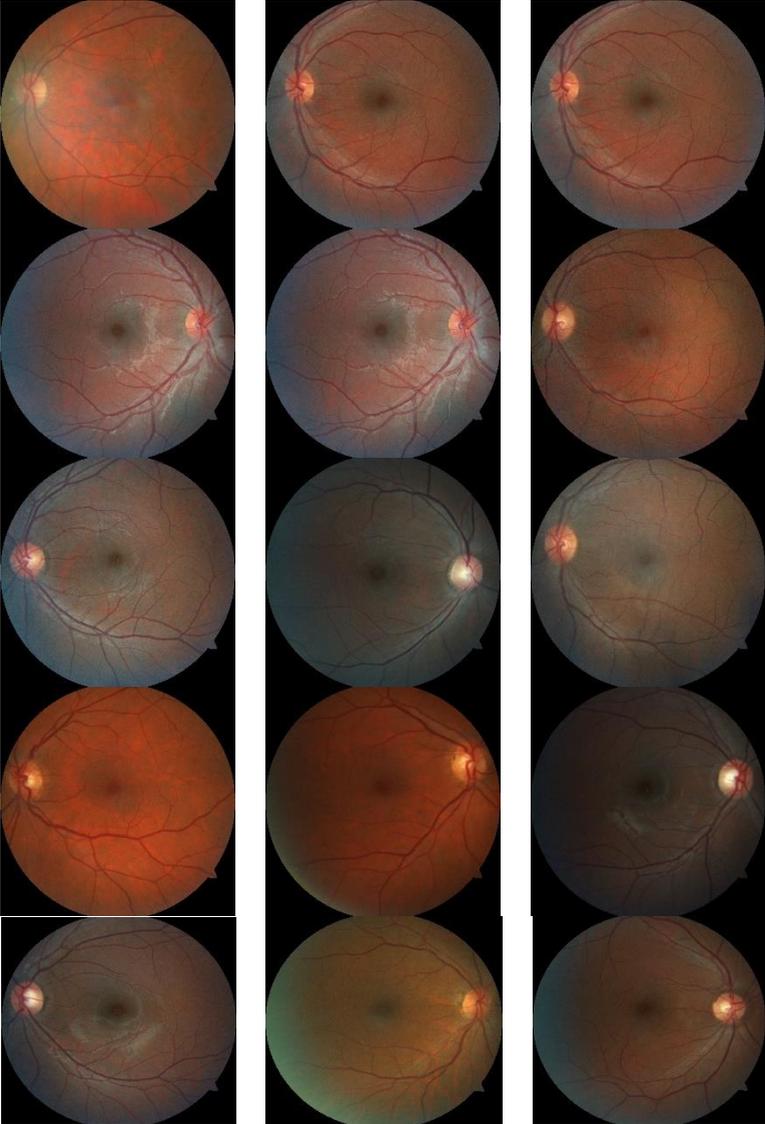
$$\begin{aligned} akurasi &= \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \\ &= \frac{96 + 536}{96 + 536 + 34 + 91} \times 100\% \\ &= 83,49\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} sensitivitas &= \frac{TP}{TP + TN} \times 100\% \\ &= \frac{96}{96 + 536} \times 100\% \\ &= 51,34\% \end{aligned}$$

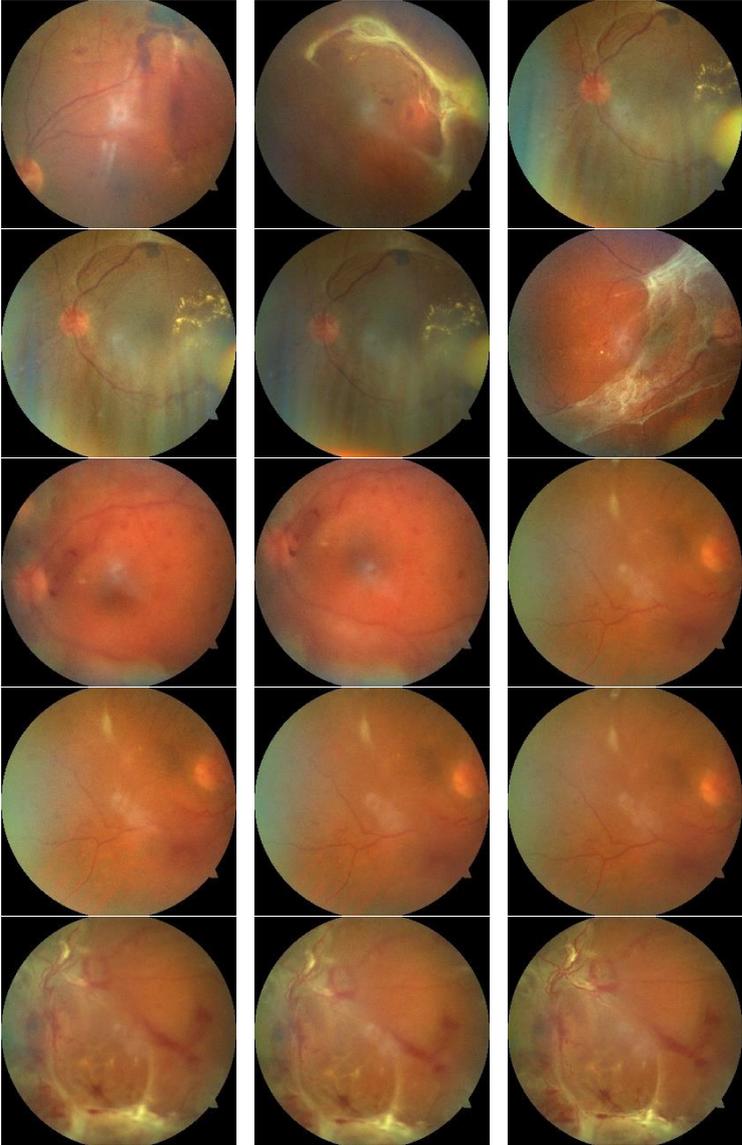
$$\begin{aligned} spesifisitas &= \frac{TN}{FN + TN} \times 100\% \\ &= \frac{536}{91 + 536} \times 100\% \\ &= 94,04\% \end{aligned}$$

Lampiran 4. Citra RGB Mata Normal dan Retinopati Diabetik

1. Citra RGB Mata Normal

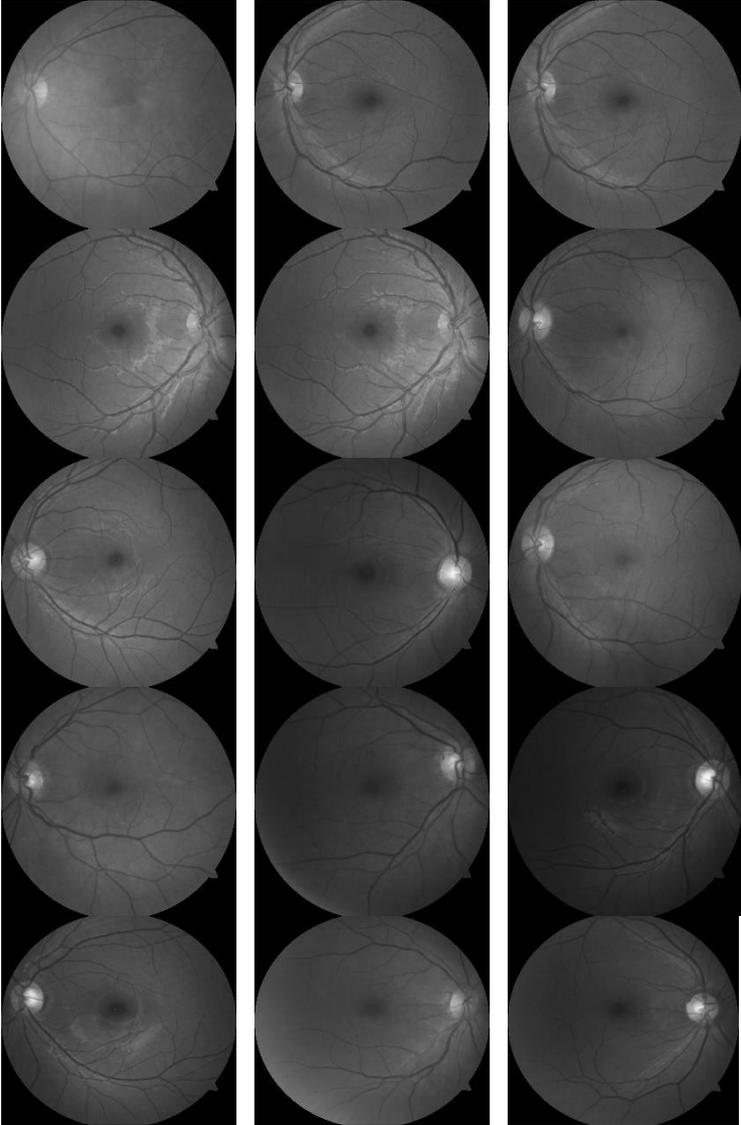


2. Citra RGB Retinopati Diabetik

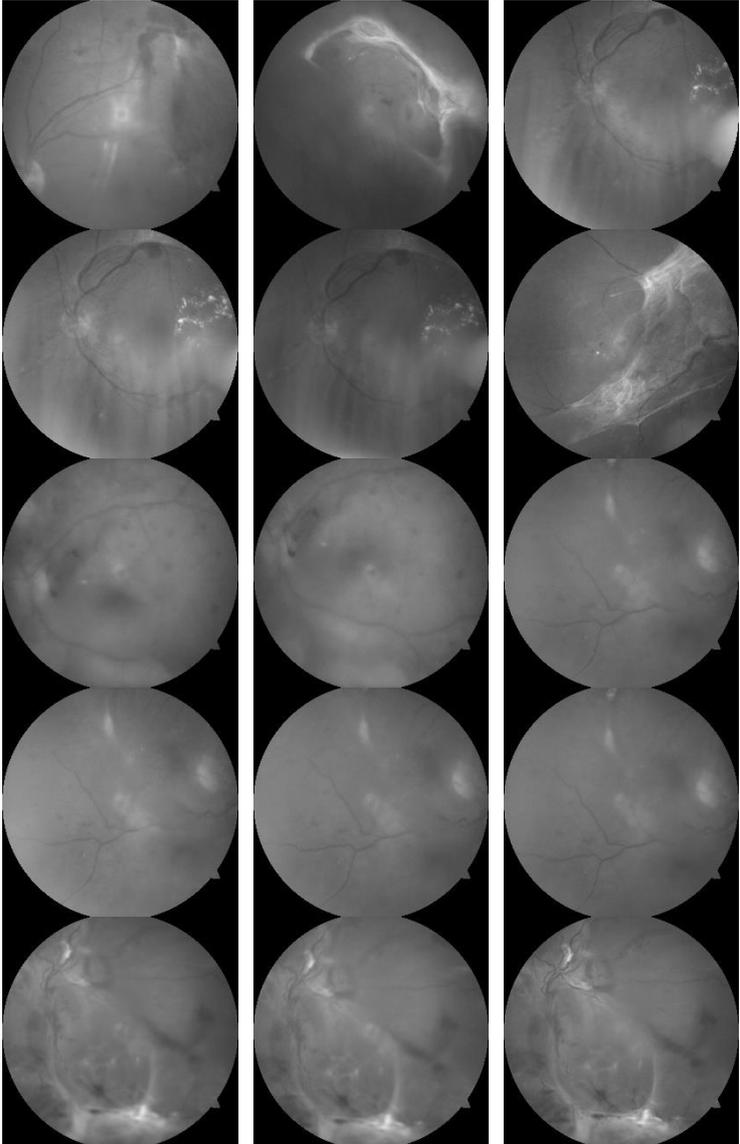


Lampiran 5. Citra *Grayscale* Mata Normal dan Retinopati Diabetik

1. Citra Grayscale Mata Normal



2. Citra Grayscale Retinopati Diabetik



Lampiran 6. Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

Nama : Ayu Wulandari
Tempat/Tanggal Lahir : Demak, 03 Mei 1999
Alamat : Boko Payung RT 02 RW 02
Kel. Tugu Kec. Sayung Kab.
Demak

B. Riwayat Pendidikan

1. Formal :

- a. RA Tarbiyatul Athfal (2005)
- b. SD Negeri Tugu 1 (2011)
- c. SMP Negeri 2 Sayung (2014)
- d. SMA Futuhiyyah (2017)

2. Non Formal

- a. Madrasah Diniyyah Awwaliyah Tarbiyatul Athfal
Tugu Sayung Demak
- b. Pondok Pesantren Al Mubarak Mranggen
Demak
- c. Ma'had Al-Jami'ah UIN Walisongo Semarang
- d. Pondok Pesantren Fadhlul Fadhlun Mijen
Semarang