

**AKURASI PEMERIKSAAN *FUNDUS AUTO-
FLUORESCENCE* DALAM MENDETEKSI
EDEMA PADA MAKULOPATI DIABETIK**

TESIS

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS 1
ILMU KESEHATAN MATA**



Adrian Pratama

04032782125007

**BAGIAN ILMU KESEHATAN MATA FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA/KELOMPOK STAF MEDIK MATA
RSUP DR. MOHAMMAD HOESIN
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

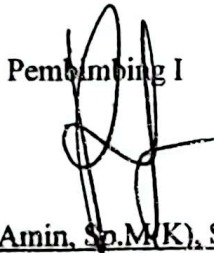
Judul Tesis : Akurasi Pemeriksaan *Fundus Auto-Fluorescence* Dalam Mendeteksi Edema Pada Makulopati Diabetik

Penyusun : Adrian Pratama

Palembang, 15 Juli 2025

MENYETUJUI

Pembimbing I



Dr. dr. Ramzi Amin, Sp.M(K), Subsp.VR
NIP. 197412262008011002

Pembimbing II



dr. Erial Bahar, M. Sc
NIP. 195111141977011001

MENGETAHUI

Ketua Bagian
Kesehatan Mata



Dr. dr. Ramzi Amin, Sp.M(K), Subsp.VR
NIP. 197412262008011002

Koordinator Program Studi
Kesehatan Mata



dr. Petty Purwanita, SpM(K) Subsp. IIM
NIP. 198102262014122002

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tesis : Akurasi Pemeriksaan *Fundus Auto-Fluorescence* Dalam
Mendeteksi Edema Pada Makulopati Diabetik

Penyusun : Adrian Pratama

Palembang, 15 Juli 2025

MENYETUJUI

Pembimbing I


Dr. dr. Ramzi Amin, Sp.M(K), Subsp.VR
NIP. 197412262008011002

Pembimbing II

dr. Erial Bahar, M. Sc
NIP. 195111141977011001

MENGETAHUI

Ketua Bagian
Kesehatan Mata

Dr. dr. Ramzi Amin, Sp.M(K), Subsp.VR
NIP. 197412262008011002

Koordinator Program Studi
Kesehatan Mata

dr. Petty Purwanita, SpM(K) Subsp. IIM
NIP. 198102262014122002

ABSTRACT

ACCURACY OF AUTO-FLUORESCENCE FUNDUS EXAMINATION IN DETECTING EDEMA IN DIABETIC MACULOPATHY

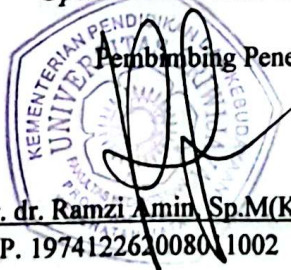
Introduction: Diabetic macular edema (DME) is a complication resulting from abnormal changes in vascular permeability that can occur in patients with varying degrees of diabetic retinopathy severity. Fundus autofluorescence (FAF) is a sophisticated tool that has significantly increased its use to assess posterior segment pathology, but few studies have evaluated its accuracy in DME patients. To determine the accuracy of FAF in detecting edema in diabetic maculopathy patients at Dr. Mohammad Hoesin General Hospital, Palembang.

Methods: This study is a diagnostic test to assess the sensitivity, specificity, accuracy, and precision of FAF in detecting edema in diabetic maculopathy patients, using Optical Coherence Tomography (OCT) as the gold standard. A minimum sample size of 60 participants was obtained. The sample selection method used was total sampling.

Results: This study found an average sample age of 53.17 years, with a majority of the sample consisting of females (58.3%). The sensitivity value was 69.4%, the specificity value was 66.7%, the accuracy value was 69.2%, and the precision value was 97.7%. There were significant differences in the FAF group in both horizontal and vertical edema measurements (p-value: 0.000). There was a significant difference between the FAF and OCT groups in vertical edema diameter measurements (p-value: 0.041). Meanwhile, the results of this study also showed a significant difference between the FAF and OCT groups in horizontal edema diameter measurements (p-value: 0.010).

Conclusion: The sensitivity and specificity values were found to be quite low in the FAF examination using OCT as the reference standard. Each sensitivity and specificity value in this study was below 70%.

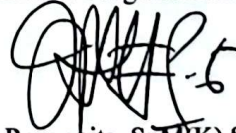
Keywords: *Diabetic Macular Edema, Fundus autofluorescence, Accuracy, Optical Coherence Tomography.*



Pembimbing Penelitian

Dr. dr. Ramzi Amin, Sp.M(K), Subsp. VR
NIP. 197412262008011002

Koordinator Program Studi Kesehatan Mata



dr. Petty Purwanita, SpM(K) Subsp. IIM
NIP. 197412262008011002

ABSTRAK

AKURASI PEMERIKSAAN *FUNDUS AUTO-FLUORESCENCE* DALAM MENDETEKSI EDEMA PADA MAKULOPATI DIABETIK

Latar Belakang: Diabetic Macular Edema (DME) merupakan komplikasi akibat dari perubahan permeabilitas vaskular abnormal yang dapat terjadi pada pasien dengan berbagai tingkat keparahan retinopati diabetik. Fundus autofluorescence (FAF) merupakan alat canggih yang secara signifikan meningkatkan penggunaannya untuk menilai kelainan patologis dari segmen posterior, tetapi belum terdapat banyak penelitian yang menilai keakuratan metode ini pada pasien-pasien DME. Penelitian ini bertujuan untuk menilai akurasi pemeriksaan FAF dalam mendeteksi edema pada pasien makulopati diabetik di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang.

Metode: Penelitian ini adalah suatu uji diagnostik untuk menilai sensitivitas, spesifisitas, akurasi, dan presisi pemeriksaan FAF dalam mendeteksi edema pada pasien makulopati diabetik dengan Optical Coherence Tomography (OCT) sebagai baku emasnya. Diperoleh minimal sampel penelitian sebesar 60 orang. Metode pemilihan sampel yang dipakai adalah total sampling.

Hasil: Penelitian ini memperoleh rata-rata usia sampel sebesar 53,17 tahun dan mayoritas sampel merupakan perempuan dengan persentase sebesar 58,3%. Ditemukan nilai sensitivitas sebesar 69,4%, nilai spesifisitas sebesar 66,7%, nilai akurasi 69,2%, dan nilai presisi sebesar 97,7%. Terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok FAF baik pada pengukuran edema secara horizontal dan secara vertikal (p-value: 0,000). Perbedaan yang signifikan antara kelompok FAF dan kelompok OCT pada pengukuran diameter edema vertikal (p-value: 0,041). Sementara itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok FAF dan kelompok OCT pada pengukuran diameter edema horizontal (p-value: 0,010).

Kesimpulan: Ditemukan nilai sensitivitas dan spesifisitas yang cukup rendah pada pengujian yaitu pemeriksaan FAF dengan OCT sebagai baku mutu. Masing-masing nilai sensitivitas dan spesifisitas pada penelitian ini berada pada angka dibawah 70%.

Kata Kunci: *Diabetic Macular Edema, Fundus autofluorescence, Akurasi, Optical Coherence Tomography.*



Pembimbing Penelitian

Dr. dr. Ramzi Amin, Sp.M(K), Subsp.VR
NIP. 197412262008011002

Koordinator Program Studi Kesehatan Mata



dr. Petty Purwanita, SpM(K) Subsp. IIM
NIP. 197412262008011002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : dr. Adrian Pratama

NIM : 04032782125007

Judul : Akurasi Pemeriksaan *Fundus Auto-Fluorescence* dalam Mendeteksi Edema pada Makulopati Diabetik.

Menyatakan bahwa tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 15 Juli 2025
Yang menyatakan,



dr. Adrian Pratama
NIM. 04032782125007

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas limpahan berkat, rahmat, dan petunjuk-Nyalah, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Akurasi Pemeriksaan Fundus Autofluorescence dalam Mendeteksi Edema pada Makulopati Diabetik.” Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis Mata di Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya / Rumah Sakit Dr. Mohammad Hoesin Palembang. Dalam proses penyelesaian tesis ini, penulis memperoleh banyak arahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar besarnya kepada:

1. Yang terhormat Dr. dr. Ramzi Amin, SpM(K), Subsp.VR selaku Kepala Bagian Ilmu Kesehatan Mata; dr. H. Alie Solahuddin, SpM(K), Subsp.KBR selaku Ketua Kelompok Staf Medik Kesehatan Mata; serta dr. Petty Purwanita, SpM(K), Subsp.IIM selaku Koordinator Program Studi, atas segala bimbingan, dukungan, dan arahan selama penulis menempuh pendidikan.
2. Yang terhormat pembimbing tesis, Dr. dr. Ramzi Amin, SpM(K), Subsp.VR dan dr. Erial Bahar, M.Sc, yang telah dengan tulus meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi, serta arahan yang sangat berarti sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Yang terhormat seluruh staf pengajar dan konsulen di Bagian Ilmu Kesehatan Mata FK Universitas Sriwijaya, yaitu Dr. dr. Hj. Fidalia, SpM(K) Subsp.GL; Dr. dr. Anang Tribowo, SpM(K) Subsp.IIM; dr. H. E. Iskandar, SpM(K) Subsp.ROO, MARS; dr. Linda Trisna, SpM(K) Subsp.POS; dr. H.A.K. Ansyori, SpM(K) Subsp.VR, MKes, MARS, PhD; dr. Ibrahim, SpM(K) Subsp.ROO; dr. Ani Ismail, SpM(K) Subsp.ROV; dr. Hj. Devi Azri Wahyuni, SpM(K) Subsp.NO, MARS; dr. Riani Erna, SpM(K)

Subsp.ROO; dr. Prima Maya Sari, SpM(K) Subsp.GL; dr. Zahratul Riadho, SpM; dr. M. Usman Salim, SpM; dr. Trissa Wulanda Putri, SpM; dr. Tiara Bunga Indiarsih, SpM; dr. Nuzulul Aini, SpM; dr. M. Aulia Molid OPC, SpM, serta para konsulen di rumah sakit jejaring, yang telah dengan sabar dan penuh dedikasi membimbing, mendampingi, serta berbagi ilmu dan keterampilan selama masa pendidikan.

4. Ucapan terima kasih terkhusus kepada istri tercinta, dr. Anastasia Oktarina, serta anak-anak tersayang, Arshaka Muhammad Arsyah dan Arshiyla Fatimah Riana, yang menjadi sumber semangat dan kekuatan selama menjalani proses pendidikan ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan mertua, H. Marwan Sobrie, SE, MM, Hj. Nurdiah, S.Ip, MM, Drs. H. Abel Tasman dan Hj. Suryawati, S.Sos, M.Si, atas semua doa dan dukungan yang tiada henti.
5. Kepada seluruh rekan sejawat dan sahabat yang tidak dapat disebutkan satu per satu, penulis menyampaikan terima kasih atas kebersamaan dan kerjasama yang telah terjalin selama proses pendidikan berlangsung.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari berbagai keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan tesis ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi diri penulis pribadi dan para pembaca.

Palembang, 15 Juli 2025

dr. Adrian Pratama, Sp.M

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Hipotesis Kerja.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.4.1 Tujuan Umum	4
1.4.2 Tujuan Khusus	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Diabetes Melitus.....	5
2.1.1 Definisi	5
2.1.2 Etiologi	5
2.1.3 Epidemiologi	6

2.1.4. Patofisiologi.....	6
2.2. Retinopati Diabetik	7
2.2.1 Terminologi	7
2.2.2. Epidemiologi	8
2.2.3. Patogenesis	9
2.2.4. Manifestasi Klinik	10
2.2.5. <i>Diabetic Macular Edema</i>	11
2.2.6 Pemeriksaan.....	12
2.2.6.1. Foto Fundus.....	12
2.2.6.2. <i>Optical Coherence Tomography</i>	13
2.2.6.3. <i>Fundus Fluorescein Angiography</i>	15
2.2.6.4. <i>Optical Coherence Tomography Angiography</i>	17
2.2.6.5. <i>Fundus Autofluorescence</i>	20
2.2.7. Tatalaksana	22
2.3. Kerangka Teori.....	25
2.4. Kerangka Konsep	26
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1. Rancangan Penelitian.....	27
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.3. Populasi Penelitian.....	27
3.3.1. Populasi Target.....	27
3.3.2. Populasi Terjangkau	27
3.4. Sampel Penelitian.....	27

3.3.1. Besar Sampel	27
3.4.2. Kriteria Subjek Penelitian.....	28
3.4.2.1. Kriteria Inklusi	28
3.4.2.2. Kriteria Eksklusi	28
3.4.3. Cara Pengambilan Sampel.....	28
3.5. Alat dan Bahan.....	28
3.6. Variabel Penelitian.....	28
3.6.1. Variabel Prediktor	28
3.6.2. Variabel Baku Emas	28
3.6.3 Variabel Terkait.....	29
3.7. Definisi Operasional	29
3.8. Cara Kerja dan Alur Penelitian	30
3.9. Parameter Keberhasilan	30
3.10. Analisis Data.....	30
3.10.1. Analisis Data Univariat	30
3.10.2. Analisis Data Bivariat.....	30
3.10.3. Analisis Data Multivariat	31
3.11. Protokol Penelitian.....	31
3.12. Dummy Tabel	32
3.13. Jadwal Penelitian	32
3.14. Biaya Penelitian	33
BAB IV HASIL.....	34
4.1. Karakteristik Sociodemografi Sampel Penelitian	34
4.1.1. Karakteristik Sociodemografi Penelitian	34

4.1.2. Karakteristik Klinis Penelitian.....	35
4.2. Analisis Bivariat.....	36
4.2.1. Sosiodemografi dan Diagnosis dengan Hasil Pengukuran	36
4.2.2. Uji Sensitivitas	38
4.2.3. Uji Spesifisitas	38
4.2.4. Uji Akurasi dan Presisi	38
4.2.5. Uji Negative Predictive Value (NPV).....	39
4.2.6. Distribusi Data Diameter Edema Jenis Pemeriksaan.....	39
4.2.7. Analisis Perbandingan Pengukuran Jenis Pemeriksaan.....	40
4.2.8. Distribusi Data Diameter Edema Vertikal Horizontal	40
4.2.9. Analisis Perbandingan Pengukuran Vertikal Horizontal	41
BAB V PEMBAHASAN	42
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
6.1. Kesimpulan	47
6.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
Lampiran 1 Keterangan Layak Etik.....	54
Lampiran 2 Formulir.....	55
Lampiran 3 Output SPSS.....	59
Lampiran 4 Master Data	68
Lampiran 5 Dokumentasi.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jalur Penglihatan	8
Gambar 2.2. Foto Fundus	12
Gambar 2.3. <i>En face</i> OCT	14
Gambar 2.4. Pemindaian Optical coherence tomography (OCT)	15
Gambar 2.5. Fundus Fluorescein Angiografi	17
Gambar 2.6. OCT Angiografi	18
Gambar 2.7. <i>Fundus autofluorescence</i> (FAF)	22

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Definisi Operasional Penelitian	28
Tabel 3.2. Karakteristik Subjek Penelitian	31
Tabel 3.3. Hasil Pemeriksaan FAF dan OCT	31
Tabel 3.4. Jadwal Penelitian	31
Tabel 4.1. Karakteristik Sosiodemografi Penelitian	34
Tabel 4.2. Karakteristik Klinis Penelitian	35
Tabel 4.3. Hubungan Sosiodemografi dengan Pengukuran FAF	37
Tabel 4.4. Hubungan Sosiodemografi dengan Pengukuran OCT	37
Tabel 4.5. <i>Crosstab</i> Hasil Penelitian	38
Tabel 4.6. Uji Normalitas Data Diameter Edema Jenis Pemeriksaan	39
Tabel 4.7. Hasil Analisis Perbandingan Edema Jenis Pemeriksaan	40
Tabel 4.8. Uji Normalitas Data Diameter Edema Vertikal dan Horizontal	41
Tabel 4.9. Hasil Analisis Perbandingan Edema Vertikal dan Horizontal	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit degeneratif pada retina dapat menimpa banyak orang di seluruh dunia hingga menyebabkan kebutaan.¹ Salah satu komplikasi paling umum dari diabetes tipe I dan tipe II adalah retinopati diabetik.² Saat ini, retinopati diabetik merupakan penyebab utama kehilangan penglihatan pada orang-orang yang berusia antara 20 hingga 74 tahun.¹ Retinopati diabetik dapat dianggap sebagai penyakit vaskular atau endotheliopati yang memiliki manifestasi berupa perubahan patologis yang diinduksi oleh terjadinya iskemia pada mikrovaskuler retina. Kondisi hiperglikemi yang terjadi terus menerus dapat menjadi penyebab disfungsi dan hilangnya sel endotel, sel otot polos pembuluh darah, hingga akhirnya menyebabkan hipoksia. Hal ini merupakan karakteristik dari diabetes tipe I (*insulin-dependent*) dan tipe II (*non-insulin-dependent*).³ Tindakan mengontrol gula darah biasanya sangat membantu untuk mencegah komplikasi diabetes lainnya, tetapi tidak dapat mencegah perkembangan retinopati.²

Retinopati diabetik dapat diklasifikasikan menjadi dua fase. Fase pertama merupakan *non-proliferative diabetic retinopathy* (NPDR) dan fase kedua merupakan diabetik *proliferative diabetic retinopathy* (PDR). Pada fase awal, penyakit ini ditandai dengan munculnya inflamasi, dimulai dengan terjadinya aktivasi mikrogliial, hilangnya sel endotel, sel neuronal, dan sel perisit, hingga terjadinya kerusakan pada integritas mikrovaskuler retina. Seiring dengan berkembangnya penyakit, edema makula dapat terjadi dan dapat menyebabkan kehilangan penglihatan. Iskemia lokal dapat menyebabkan PDR yang mengancam penglihatan.⁴

Diabetic Macular Edema (DME) merupakan komplikasi akibat dari perubahan permeabilitas vaskular abnormal yang dapat terjadi pada pasien dengan berbagai tingkat keparahan retinopati diabetik. Edema makula diabetik diklasifikasikan sebagai *center involved* (CI) yaitu jika pada area sentral retina

mengalami penebalan dengan diameter 1 mm yang dapat diperiksa menggunakan *optical coherence tomography* (OCT). Selain itu klasifikasi sebagai *non center involved* (non-CI) yaitu jika penebalan retina hanya terjadi di luar retina sentral.⁵

Terdapat beberapa pemeriksaan untuk memeriksa *Diabetic Macular Edema* (DME), beberapa metode yang dapat membantu dalam mendiagnosis DME antara lain *fluorescein angiography* (FA), *optical coherence tomography* (OCT), dan terutama *Spectral Domain OCT* (SD-OCT). OCT adalah alat yang sangat sensitif untuk mendeteksi DME dan mengevaluasi respon pasien yang menjalani pengobatan untuk DME.⁶ Selain SD-OCT, terdapat juga *en face* OCT yang mengklasifikasikan gambar berbeda dengan klasifikasi berbasis gambar B-scan konvensional, yang mencakup penebalan difus retina, edema makula sistoid, dan fibrosis subretina.⁷

Kemunculan *Swept Source OCT* (SS-OCT) baru-baru ini, dengan resolusi gambar yang lebih dalam dan memiliki kecepatan pemindaian lebih tinggi dibandingkan SD OCT konvensional, telah memungkinkan perolehan gambar tiga dimensi (3D) yang resolusi tinggi dari struktur retina. Dan pada *en face* OCT sendiri, DME tidak hanya diklasifikasikan berdasarkan pola penebalan retina melainkan diklasifikasikan dengan menggabungkan dua elemen penting, yaitu lokasi cairan dimana lapisan retina tempat cairan berada dan luas area cairan.⁷ Pemeriksaan OCT memiliki sensitivitas hingga 100 persen dan spesifisitas sekitar 80 persen dalam mendeteksi edema makula, sehingga pemeriksaan ini sangat akurat untuk digunakan.⁸

Selain beberapa pemeriksaan di atas, terdapat juga pemeriksaan *Fundus Autofluorescence* (FAF) yang merupakan teknik diagnostik untuk menilai secara lebih komprehensif tentang kelainan pada makula termasuk DME. FAF mewakili teknik pencitraan noninvasif untuk mendeteksi DME.⁶ FAF adalah metode pencitraan noninvasif untuk pemetaan *in vivo* dari fluorofor yang terjadi secara alami maupun patologis dari fundus okuli. Sumber dominan dari pemeriksaan ini adalah fluorofor yang terakumulasi dalam granula lipofusin di sel epitel pigmen retina *postmitotic*. Dengan tidak adanya sel epitel pigmen retina, fluorofor minor termasuk kolagen dan elastin di dinding pembuluh darah koroid juga dapat terlihat.

Fenomena pemutihan dan hilangnya fotopigmen dapat mengakibatkan peningkatan FAF dengan berkurangnya absorpsi anterior ke tingkat epitel pigmen retina.⁹

Perekaman gambar autofluoresensi membutuhkan waktu yang relatif sedikit. Intensitas fluoresensi yang terjadi secara alami pada fundus okular adalah sekitar dua kali lipat lebih rendah dari angiogram fluoresen pada bagian paling intens dari transit pewarna. Pemeriksaan FAF memiliki sensitivitas 81% dan spesifisitas 69% dalam mendeteksi edema makula sistoid, tetapi akurasi pemeriksaan ini masih perlu diuji dalam mendeteksi edema makula bentuk lainnya.⁹

FAF merupakan alat canggih yang secara signifikan meningkatkan penggunaannya untuk menilai kelainan patologis dari segmen posterior, tetapi belum terdapat banyak penelitian yang menilai keakuratan metode ini pada pasien-pasien DME. Penggunaan OCT sebagai alat untuk menilai kelainan segmen posterior memang telah banyak digunakan dan sudah terbukti memiliki hasil yang baik dengan metode yang juga tidak invasif. Maka dari itu penulis berharap dengan adanya penelitian ini, keakuratan dari hasil pemeriksaan FAF dapat lebih diketahui, sehingga nantinya dapat memberikan pilihan modalitas untuk operator dalam melakukan pemeriksaan segmen posterior untuk mendeteksi adanya edema makula pada pasien-pasien dengan retinopati diabetik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, masalah penelitian ini adalah: Bagaimana tingkat akurasi pemeriksaan FAF dalam mendeteksi DME di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang?

1.3. Hipotesis Penelitian

Terdapat akurasi hasil pemeriksaan FAF dalam mendeteksi edema pada pasien makulopati diabetik.

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi tingkat akurasi pemeriksaan FAF dalam mendeteksi edema pada pasien makulopati diabetik di RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang

1.4.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. Menilai sensitifitas pemeriksaan FAF dalam mendeteksi edema pada pasien makulopati diabetik.
2. Menilai spesifisitas pemeriksaan FAF dalam mendeteksi edema pada pasien makulopati diabetik.
3. Menganalisis hasil pengukuran luas edema pada pasien makulopati diabetik yang diperiksa dengan FAF dibandingkan dengan pasien makulopati diabetik yang diperiksa dengan *en face* OCT.

1.5. Manfaat Penelitian

Bila penelitian ini berhasil membuktikan bahwa terdapat akurasi pemeriksaan FAF untuk mendeteksi edema makula pada pasien makulopati diabetik, maka dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan FAF juga dapat digunakan setara dengan pemeriksaan OCT dalam mendeteksi edema pada pasien makulopati diabetik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ludwig PE, Freeman SC, Janot AC. Novel stem cell and gene therapy in diabetic retinopathy, age related macular degeneration, and retinitis pigmentosa. Vol. 5, International Journal of Retina and Vitreous. BioMed Central Ltd; 2019. p. 1–14.
2. Kestane S. Diabetic Retinopathy and Stem Cell Therapy. In Diabetic Eye Disease-From Therapeutic Pipeline to the Real World 2021 Oct 28. IntechOpen.
3. Kramerov AA, Ljubimov A v. Stem cell therapies in the treatment of diabetic retinopathy and keratopathy. Vol. 241, Experimental Biology and Medicine. SAGE Publications Inc.; 2016. p. 559–68.
4. Gaddam S, Periasamy R, Gangaraju R. Adult stem cell therapeutics in diabetic retinopathy. Vol. 20, International Journal of Molecular Sciences. MDPI AG; 2019.
5. American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course 2022-2023 Section 12: Retina and Vitreous. *American Academy of Ophthalmology* 2022.
6. Hernandez-Da Mota SE, Melo-Granados EAR, Fromow-Guerra J, Bejar-Cornejo F, Gallego-Pinazo R, Rodríguez-Ayala E. Correlation analysis of fundus autofluorescence, spectral domain optical coherence tomography, and visual function in patients with diabetic macular oedema treated with intravitreal ziv-aflibercept. *European Journal of Ophthalmology*. 2019 May 1;29(3):271–7.

7. Fujiwara A, Kanzaki Y, Kimura S, et al. En face image-based classification of diabetic macular edema using swept source optical coherence tomography. *Sci Rep.* 2021;11(1):7665. Published 2021 Apr 7.
8. Liu, Xinle & Ali, Tayyeba & Singh, Preeti, et al. (2022). Deep learning to detect optical coherence tomography-derived diabetic macular edema from retinal photographs: a multicenter validation study. *Ophthalmology Retina.*
9. Wilkinson, C. P., Hinton, D. R., Sadda, S. R., & Wiedemann, P. (2017). *Ryan's Retina.* Elsevier Health Sciences.
10. Rajaei E, Jalali MT, Shahrabi S, Asnafi AA, Pezeshki SMS. HLAs in Autoimmune Diseases: Dependable Diagnostic Biomarkers? *Curr Rheumatol Rev.* 2019;15(4):269-276.
11. American Diabetes Association. *Standards of Medical Care in Diabetes-2020* Abridged for Primary Care Providers. *Clin Diabetes.* 2020 Jan;38(1):10-38. doi: 10.2337/cd20-as01. PMID: 31975748; PMCID: PMC6969656.
12. Klein BE, Klein R, Moss SE, Cruickshanks KJ. Parental history of diabetes in a population-based study. *Diabetes Care.* 1996 Aug;19(8):827-30.
13. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019;157:107843.
14. Unger RH, Orci L. Paracrinology of islets and the paracrinopathy of diabetes. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2010 Sep 14;107(37):16009-12.

15. American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course 2019-2020 Section 5 Neuro-Ophthalmology. *American Academy of Ophthalmology* 2019: p. 166-7.
16. Salazar JJ, Ramirez Ana I, De Hoz R, Salobrar-Garcia E, Rojas P. Anatomy of the Human Optic Nerve: Structure and Function. *IntechOpen*. 2018.
17. Switania A. Perbandingan Densitas Sel Ganglion Retina Setelah Pemberian *Recombinant Human Erythropoietin*, Metilprednisolon, dan Kombinasi Keduanya pada Tikus Model Trauma Saraf Optik. *Perpustakaan RSM Cicendo* 2020.
18. Remington LA, Goodwin D. Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System 3rd Edition. *Elsevier* 2012.
19. Wilkinson CP, Hinton DR, Sadda SR, Wiedemann P. Ryan's Retina. Elsevier Health Sciences; 2017 Apr 17.
20. Salmon J. Kanski's Clinical Ophthalmology E-Book: A Systematic Approach. Elsevier Health Sciences; 2019 Oct 31.
21. Vujosevic S, Bottega E, Casciano M, Pilotto E, Convento E, Midena E. Microperimetry and fundus autofluorescence in diabetic macular edema: subthreshold micropulse diode laser versus modified early treatment diabetic retinopathy study laser photocoagulation. *Retina*. 2010;30(6):908-916.
22. Markan A, Agarwal A, Arora A, Bazgain K, Rana V, Gupta V. Novel imaging biomarkers in diabetic retinopathy and diabetic macular edema. *Therapeutic Advances in Ophthalmology*. 2020 Sep;12:2515841420950513.

23. Mirshahi R, Riazi-Esfahani H, Khalili Pour E, et al. Differentiating features of OCT angiography in diabetic macular edema. *Sci Rep*. 2021;11(1):23398. Published 2021 Dec 3.
24. Chua, Jacqueline & Sim, Ralene & Tan, Bingyao & Wong, Damon & Yao, Xinwen & Liu, Xinyu & Ting, Daniel & Schmidl, Doreen & Ang, Marcus & Garhöfer, Gerhard & Schmetterer, Leopold. (2020). Optical Coherence Tomography Angiography in Diabetes and Diabetic Retinopathy. *Journal of Clinical Medicine*. 9. 1723. 10.3390/jcm9061723.
25. Han R, Gong R, Liu W, Xu G. Optical coherence tomography angiography metrics in different stages of diabetic macular edema. *Eye Vis (Lond)*. 2022;9(1):14. Published 2022 Apr 5.
26. Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK, Sadda SR, Staurengi G. Optical coherence tomography angiography. *Prog Retin Eye Res*. 2018;64:1-55.
27. Vujosevic, Stela & Casciano, Margherita & Pilotto, Elisabetta & Boccassini, Barbara & Varano, Monica & Midena, Edoardo. (2011). Diabetic Macular Edema: Fundus Autofluorescence and Functional Correlations. *Investigative ophthalmology & visual science*. 52. 442-8. 10.1167/iovs.10-5588.
28. Chung H, Park B, Shin HJ, Kim HC. Correlation of fundus autofluorescence with spectral-domain optical coherence tomography and vision in diabetic macular edema. *Ophthalmology*. 2012;119(5):1056-1065.
29. Waldstein, S., Hickey, D., Mahmud, I. et al. Two-wavelength fundus autofluorescence and macular pigment optical density imaging in diabetic macular oedema. *Eye* 26, 1078–1085 (2012).

30. M, Ameen. (2017). FAF in DME. Open Access Journal of Ophthalmology. 2. 10.23880/OAJO-16000117.
31. Watkins C, Paulo T, Bühner C, Holekamp NM, Bagijn M. Comparative Efficacy, Durability and Safety of Faricimab in the Treatment of Diabetic Macular Edema: A Systematic Literature Review and Network Meta-Analysis. *Adv Ther.* 2023;40(12):5204–21.
32. Romero-Aroca P, Baget-Bernaldiz M, Pareja-Rios A, Lopez-Galvez M, Navarro-Gil R, Verges R. Diabetic Macular Edema Pathophysiology: Vasogenic versus Inflammatory. *J Diabetes Res.* 2016;2016.
33. Acón D, Wu L. Multimodal imaging in diabetic macular edema. *Asia-Pacific J Ophthalmol.* 2018;7(1):22–7.
34. Sparrow JR, Duncker T, Schuerch K, Paavo M, de Carvalho JRL. Lessons learned from quantitative fundus autofluorescence. *Prog Retin Eye Res* [Internet]. 2020;74(August 2019):100774. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2019.100774>
35. Hernandez-Da Mota SE, Melo-Granados EAR, Fromow-Guerra J, Bejar-Cornejo F, Gallego-Pinazo R, Rodríguez-Ayala E. Correlation analysis of fundus autofluorescence, spectral domain optical coherence tomography, and visual function in patients with diabetic macular oedema treated with intravitreal ziv-aflibercept. *Eur J Ophthalmol.* 2019;29(3):271–7.
36. Mota SH Da, Lima-Gómez V, Rodríguez-Ayala E, Fromow-Guerra JJ, Melo-Granados EAR. Classification of fundus autofluorescence abnormal patterns in diabetic macular edema. *Gac Med Mex.* 2019;155(5):458–62.

37. Yoshitake S, Murakami T, Uji A, Unoki N, Dodo Y, Horii T, et al. Clinical relevance of quantified fundus autofluorescence in diabetic macular oedema. *Eye*. 2015;29(5):662–9.
38. McBain VA, Forrester J V., Lois N. Fundus autofluorescence in the diagnosis of cystoid macular oedema. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(7):946–9.
39. Labattut V, Serrar Y, Cahuzac A, Gascon P, Mauget-Faÿsse M, Wolff B, et al. Comparison of Fundus Autofluorescence and Indocyanine Green Angiography in Multiple Evanescent White Dot Syndrome. *Ophthalmol Sci* [Internet]. 2025;5(4):100731.
40. Liu Z, Pan X, Wang D, Zou Y, Liu P, Wang Y, et al. The clinical features and perfusion density in paracentral acute middle maculopathy by optical coherence tomography angiography study. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2024;50(October):104380.
41. Mai J, Riedl S, Reiter GS, Lachinov D, Vogl WD, Bogunovic H, et al. Comparison of Fundus Autofluorescence Versus Optical Coherence Tomography–based Evaluation of the Therapeutic Response to Pegcetacoplan in Geographic Atrophy. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2022;244:175–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2022.06.023>