

**DETEKSI EKSUDAT PADA PENDERITA DIABETIC
RETINOPATHY MELALUI CITRA RETINA MENGGUNAKAN
FUZZY C-MEANS**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



Oleh

ULPA TRIYUNI

09011181520040

JURUSAN SISTEM KOMPUTER

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

DETEKSI EKSUDAT PADA PENDERITA *DIABETIC RETINOPATHY* MELALUI CITRA RETINA MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata 1

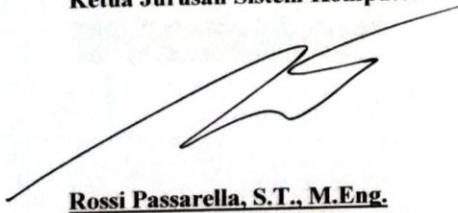
Oleh :

**ULPA TRIYUNI
09011181520040**

Indralaya, Januari 2020

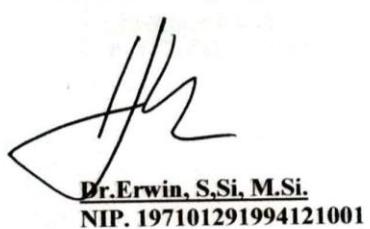
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Erwin, S.Si, M.Si.
NIP. 197101291994121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 13 Desember 2019

Tim Penguji :

1. Ketua : **Firdaus, M.Kom.**
2. Sekretaris : **Dr. Erwin, S.Si., M.Si.**
3. Anggota I : **Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.**
3. Anggota II : **Kemahyanto Exaudi, M.T.**



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ulpa Triyuni

NIM : 09011181520040

Program Studi : Sistem Komputer

Judul : Deteksi Eksudat pada Penderita Diabetic Retinopathy Melalui
Citra Retina Menggunakan *Fuzzy C-Means*

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Januari 2020



Ulpa Triyuni

**DETECTION OF EXUDATE IN RETINA IMAGES WITH DIABETIC
RETINOPATHY USING FUZZY C-MEANS**

Ulpa Triyuni (09011181520040)

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,
Sriwijaya University
Email : ulpatriyuni97@gmail.com*

ABSTRACT

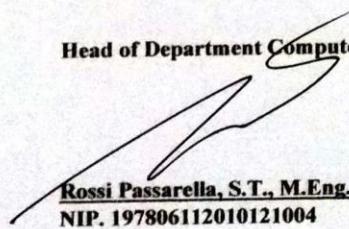
Diabetic retinopathy is the retinal damage in people with diabetes mellitus. Diabetic retinopathy sufferer can vision to decline until the sufferer is blind for a long time. Diabetes disease is characterized by the appearance of several disorders. Abnormalities that occur in the retina one of which is described by exudate. Exudate is the main sign of diabetic retinopathy caused by leakage and dilation of blood vessels around the retina. Exudate in the form of dots or spots that have a yellowish color with various shapes and fairly high contrast. In this final project research the authors conducted an exudate detection study using Fuzzy C-Means to diagnose diseases of the retina. In this study the authors used the DIARETDB1 dataset. First convert the original image into a green channel, equalize the contrast with the imadjust function, then eliminate blood vessels using image morphology, eliminate optical discs using meshgrid. Next, for exudate detection process using Fuzzy C-Means with segmentation. Using this method, getting the average result for accuracy of 96.76% and specificity of 95.80%.

Keywords: *Diabetic Retinopathy, Exudate, Optic Disk, Retina Image, Fuzzy C-Means.*

Mengetahui

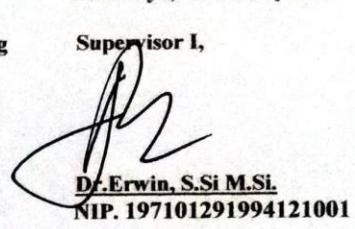
Indralaya, January 2020

Head of Department Computer Engineering



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Supervisor I,



Dr. Erwin, S.Si M.Si.
NIP. 197101291994121001

**DETEKSI EKSUDAT PADA PENDERITA DIABETIC RETINOPATHY
MELALUI CITRA RETINA MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS**

Ulpa Triyuni (09011181520640)
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya
Email: ulpatriyuni97@gmail.com

ABSTRAK

Diabetic retinopathy adalah kerusakan retina yang terjadi pada penderita diabetes melitus. Penderita *diabetic retinopathy* ini akan menyebabkan penglihatan berkurang secara bertahap hingga dengan waktu yang lama penderita akan mengalami kebutaan. Penyakit diabetes ditandai dengan munculnya beberapa kelainan. Kelainan yang terjadi pada retina salah satunya digambarkan dengan eksudat. Eksudat adalah tanda utama *diabetic retinopathy* yang disebabkan oleh kebocoran dan pelebaran pembuluh darah disekeliling retina. Eksudat berupa titik ataupun bintik-bintik yang memiliki warna kekuning-kuningan dengan berbagai bentuk serta kontras yang lumayantinggi. Dalam penelitian tugas akhir ini penulis melakukan penelitian deteksi eksudat menggunakan *Fuzzy C-Means* untuk mendiagnosa penyakit pada retina. Pada penelitian ini penulis menggunakan dataset DIARETDB1. Terlebih dahulu menkonversi citra asli menjadi green channel, meratakan kontras dengan fungsi *imadjust*, kemudian menghilangkan pembuluh darah menggunakan morfologi citra, mengeliminasi optik disk menggunakan *meshgrid*. Selanjutnya untuk tahap deteksi eksudat menggunakan *Fuzzy C-Means* dengan segmentasi. Dengan menggunakan metode ini mendapatkan hasil akurasi 96,76% dan spesifisitas 95,80%.

Kata Kunci : *Diabetic Retinopathy*, Eksudat, OptikDisk, Citra Retina, *Fuzzy C-Means*

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Indralaya, Januari 2020
Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Erwin, S.Si, M.Si.
NIP. 197101291994121001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala berkah, hidayah, karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “**Deteksi Eksudat pada Penderita Diabetic Retinopathy Melalui Citra Retina Menggunakan Fuzzy C-Means**” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata 1 pada jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya. Shalawat dan salam tak lupa kita junjungan kepada Nabi kita Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan segala kemudahan, bimbingan, pengarahan, dorongan, bantuan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Orangk tua penulis, Bapak Syahabuddin dan Ibu Sailah beserta Kakak penulis yakni Kak Wawan, Yuk Eka dan Kak Ni yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi untuk kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Pembimbing Akademik yang telah berkenan meluangkan waktunya guna

membimbing, memberikan pengarahan dan motivasi serta bimbingan yang terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Mbak Winda Kurnia Sari, selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
6. Teman-teman dan adik-adik seperjuangan melakukan bimbingan tugas akhir dengan bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si.
7. Mega, Mona, Sindi, Fitri, Nenek(Binti Cania) dan teman-teman SK15B, Rini, Dwi, Novi, Neni, Apita, Shinta, Indria, Ria dan Ica yang selalu memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.
8. Seluruh teman Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya khususnya angkatan 2015.
9. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu penulis dengan senang hati menerima segala kritik dan saran yang membangun dalam menyempurnakan laporan tugas akhir. Demikian yang dapat penulis sampaikan semoga bermanfaat dan berguna bagi pembaca.

Indralaya, Januari 2020

Ulpa Triyuni

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan	iv
Abstrack.....	v
Abstrak.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	1
BAB I.....	2
PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Manfaat.....	3
1.4 Metodologi Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	5

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Fundus dengan Eksudat.....	10
Gambar 3.1 Kerangka Kerja	15
Gambar 3.2 Citra Asli dan <i>Groundtruth</i>	16
Gambar 3.3 Kerangka Kerja Perancangan Sistem	18
Gambar 3.4 Tahapan Proses <i>Green Channel Component</i>	19
Gambar 3.5 Tahapan Proses <i>Contrast Adjustment</i>	19
Gambar 3.6 Tahapan Proses Morfologi Closing.....	20
Gambar 3.7 Tahapan Proses <i>Top Hat</i>	20
Gambar 3.8 Tahapan Proses Deteksi Optik Disk.....	21
Gambar 3.9 Tahapan Proses Deteksi Eksudat Menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	22
Gambar 4.1 Input Citra	25
Gambar 4.2 Hasil <i>Green Channel Component</i>	26
Gambar 4.3 Hasil <i>Contrast Adjustment</i>	28
Gambar 4.4 Hasil <i>Morfologi Closing</i>	28
Gambar 4.5 Hasil Top Hat	31
Gambar 4.6 Hasil Eliminasi Optik Disk	31
Gambar 4.7 Hasil Deteksi Eksudat Menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	32
Gambar 4.8 Proses <i>Fuzzy C-Means</i>	33
Gambar 4.9 Hasil Perhitungan Iterasi	39
Gambar 4.10 Citra <i>Groundtruth</i>	43
Gambar 4.11 Citra Hasil Segmentasi	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dataset DIARETDB1	23
Tabel 4.2 Histogram RGB	27
Tabel 4.3 Matriks Citra Morfologi <i>Closing</i>	29
Tabel 4.4 Matriks Citra Hasil Dilasi	29
Tabel 4.5 Matriks Citra Hasil Erosi	30
Tabel 4.6 Pusat <i>Cluster</i> Awal	34
Tabel 4.7 Perkalian kolom $\mu_{i1}, \mu_{i2}, \mu_{i3}, \mu_{i4}$	35
Tabel 4.8 Hasil Pusat <i>Cluster</i> Iterasi.....	36
Tabel 4.9 Perhitungan d_1, d_2, d_3, d_4	36
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Fungsi Objektif(P_1).....	38
Tabel 4.11 Nilai Matriks Partisi yang Baru	38
Tabel 4.12 Hasil Olah DIARETDB1 Pada Penelitian yang Dilakukan	38
Tabel 4.13 Proses Sebelum dan Sesudah <i>Fuzzy C-Means</i>	41
Tabel 4.14 Hasil Performa dari Deteksi Eksudat pada Dataset STARE.....	45
Tabel 4.15 Hasil Performa dari Deteksi Eksudat pada Dataset DIARETDB1	49
Tabel 4.16 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetik retinopati adalah gangguan mata yang disebabkan oleh pembuluh darah retina sehingga mengalami kerusakan dan pendarahan serta menghalangi penglihatan penderita diabetes melitus. Penderita diabetes melitus mengalami pembengkakan pada dinding kapiler, rapuh, dan mengeluarkan partikel layaknya protein dan darah ke dalam retina[1]. Gejala awal yang dialami pada penderita diabetes melitus ditandai dengan penyempitan pembuluh darah di mata. Penyempitan pembuluh darah dapat mengakibatkan terjadinya kebocoran pembuluh darah, penimbunan cairan dan materi berlemak pada retina sehingga diperlukan deteksi dini. Deteksi dini sangat diperlukan untuk mencegah hilangnya penglihatan guna lebih lanjut untuk diatasi. Gejala lainnya pada diabetik retinopati dapat dilihat dari perkembangan micoaneurysms, haemorrhages, dan eksudat. Diantara perkembangan tersebut yang paling berisiko yaitu eksudat, Eksudat adalah salah satu gejala atau tanda yang muncul pada seorang penderita diabetic retinopathy. Timbulnya luka yang terjadi karena adanya pembuluh darah tidak normal sehingga bisa menyebabkan kebutaan[2]. Kebutaan yang parah terjadi pada wilayah pusat macula. Eksudat muncul dengan warna putih agak kekuning-kuningan dan berbagai bentuk, ukuran maupun tempatnya. Eksudat terbentuk karena kebocoran cairan seperti serum, fibrin, sel darah putih dan lipid dari pembuluh darah retina. Memiliki warna yang hampir sama dengan optik disk, tetapi dengan ukuran yang lebih kecil dari optik disk.

Adapun cara untuk mengetahui eksudat dapat dilakukan dengan mendeteksi eksudat. Deteksi eksudat menjadi berat dan sulit bagi seorang ophthalmologist karena kualitas citra fundus tidak selalu mempunyai kontras yang cukup baik[3]. Kemudian hasil akurasi yang kurang tepat dalam mendeteksi eksudat menjadi salah satu kendala yang terjadi [4]. Seperti [5] deteksi eksudat menggunakan metode gabor memperoleh hasil akurasi dibawah 90%. Diharapkan untuk selanjutnya

bahwa keakuratan dapat ditingkatkan dengan menerapkan algoritma pemilihan fitur. Mendeteksi eksudat tidak lepas dari suatu metode yang bisa menjadi acuan dalam mengerjakannya. Sistem mendeteksinya menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* berguna untuk pengelompokan objek yang mana keberadaan tiap-tiap objek dalam sebuah cluster ditentukan oleh nilai keanggotaan[6].

Dari uraian tersebut, maka penulis ingin mendeteksi eksudat pada penderita diabetic retinopathy melalui citra retina menggunakan *Fuzzy C-Means*. Dalam hal ini dapat memberikan hasil akurasi dan deteksi yang lebih baik dari metode sebelumnya sehingga menyelesaikan kesulitan yang dialami oleh para peneliti.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya adalah bagaimana cara mendeteksi eksudat pada citra fundus retina menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Dengan menentukan eksudat dari berbagai cluster. Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu perhitungan yang digunakan untuk mengukur kualitas deteksi seperti akurasi, sensitivitas, dan spesifikasi.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1.3.1 Tujuan

- a. Dapat mendeteksi eksudat pada penyakit diabetik retinopati dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.
- b. Untuk mengetahui dan meningkatkan akurasi pada metode *Fuzzy C-Means* dalam mendeteksi eksudat secara segmentasi yang diambil pada dataset DIARETDB1.

1.3.2 Manfaat

- a. Dapat digunakan sebagai referensi penelitian di bidang deteksi eksudat menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.

-
- b. Dapat membantu perancangan sistem pendekripsi dan identifikasi penyakit pada retina.

1.4 Metodologi Penelitian

1. Metode Studi Pustaka/Literatur

Pada tahap ini akan dilakukan dengan cara mencari dan membaca literature serta referensi tentang “Identifikasi Eksudat Pada Penderita Diabetic Retinopathy Melalui Citra Retina Menggunakan *Fuzzy C-Means*” dan berbagai macam metode sehingga dapat menunjang penulisan laporan tugas akhir.

2. Metode Konsultasi

Pada tahap ini penulis melakukan konsultasi terhadap orang-orang yang paham dengan pengetahuan terhadap permasalahan di dalam tugas akhir tersebut.

3. Metode Perancangan dan pembuatan Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan sistem untuk mendekripsi citra retina dengan metode *Fuzzy C-Means*. Sehingga sistem tersebut dapat melakukan deteksi terhadap citra retina yang akan digunakan. Data yang akan digunakan adalah dataset DIARETDB1 sebanyak 20 citra retina.

4. Metode Pengujian

Tahap ini meliputi pengujian sistem yang telah dirancang dengan mendekripsi *eksudat* menggunakan *Fuzzy C-Means* untuk mendapatkan nilai akurasi yang telah di deteksi.

5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Hasil dari pengujian pada tahap sebelumnya kemudian dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya sehingga dapat digunakan untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini penulis akan menjelaskan latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan dan batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan teori-teori yang mendasari pembahasan secara terperinci yang memuat tentang masalah yang diangkat pada tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang langkah-langkah perancangan deteksi eksudat pada preprocessing citra retina mata menggunakan metode *Fuzzy C-Means*.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas proses deteksi menggunakan perangkat lunak pada penelitian atau pengolahan citra dari sistem yang telah dilakukan. Serta hasil pengujian tersebut.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan sebelumnya. Dan masih bersifat sementara

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ravindraiah and S. C. M. Reddy, “Exudates Detection in Diabetic Retinopathy Images Using Possibilistic C-Means Clustering Algorithm with Induced Spatial Constraint,” in *Artificial Intelligence and Evolutionary Computations in Engineering Systems.*, 2018, pp. 455–463.
- [2] C. Series, “Exudate Segmentation in Retinal Images of Diabetic Retinopathy Using Saliency Method Based on Region Exudate Segmentation in Retinal Images of Diabetic Retinopathy Using Saliency Method Based on Region,” in *journal of physics*, 2018, pp. 1–7.
- [3] S. Yu, D. Xiao, and Y. Kanagasingam, “Exudate Detection for Diabetic Retinopathy With Convolutional Neural Networks,” in *Australian National Health and Medical Research Council*, 2017, pp. 1744–1747.
- [4] J. Kaur and D. Mittal, “A generalized method for the segmentation of exudates from pathological retinal fundus images,” *Biocybern. Biomed. Eng.*, vol. 38, no. 1, pp. 1–27, 2017.
- [5] D. Vijayan, “DETECTION OF EXUDATES IN DIABETIC,” in *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)*, 2018, pp. 660–664.
- [6] K. W. W. Sa-ngiamvibool, “Improved fuzzy C-means clustering in the process of exudates detection using mathematical morphology,” in *Soft Comput*, 2017, pp. 1–12.
- [7] M. Partovi, S. H. Rasta, and A. Javadzadeh, “Automatic detection of retinal exudates in fundus images of diabetic retinopathy patients,” *Tabriz Univ. Med. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 104–109, 2016.
- [8] A. Kaur and P. Kaur, “2016 International Conference on Image , Vision and Computing An Integrated Approach for Diabetic Retinopathy Exudate Segmentation by Using Genetic Algorithm and Switching Median Filter,” in *International Conference on Image, Vision and Computing*, 2016, pp.

- 119–123.
- [9] A. S. Jadhav, “Detection of Exudates for Diabetic Retinopathy using Wavelet Transform,” *IEEE Int. Conf. Power, Control. Signals Instrum. Eng.*, pp. 568–571, 2017.
 - [10] K. G. Devi, M. Dhivya, and S. Preethi, “Detection of Exudates and Removal of Optic Disk in Fundus Images Using Genetic Algorithm,” in *International Conference on ISMAC in Computational Vision and Bio-Engineering*, 2018, vol. 2018, pp. 1379–1392.
 - [11] K. Y. Win and S. Choomchuay, “Automated Detection of Exudates Using Histogram Analysis for Digital Retinal Images,” in *International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)*, 2016, pp. 1–6.
 - [12] A. Biran, P. B. Bidari, and K. Raahemifar, “Automatic Method for Exudate and Hemorrhages Detection from Fundus Retinal Image,” *Int. J. Comput. Inf. Eng.*, vol. 10, no. 9, pp. 1599–1602, 2016.
 - [13] R. Annunziata, A. Garzelli, L. Ballerini, A. Mecocci, and E. Trucco, “Leveraging Multiscale Hessian-based Enhancement with a Novel Exudate Inpainting Technique for Retinal Vessel Segmentation,” *IEEE J. Biomed. Heal. INFORMATICS*, vol. 2194, no. c, pp. 1–10, 2015.
 - [14] S. Abbasi-sureshjani, B. Dashtbozorg, and B. M. Haar, “Boosted Exudate Segmentation in Retinal Images Using Residual Nets,” in *Fetal, Infant and Ophthalmic Medical Image Analysis*, 2017, pp. 1–8.
 - [15] A. Elbalaoui and M. Fakir, “Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering : Imaging & Visualization Exudates detection in fundus images using mean- shift segmentation and adaptive thresholding,” *Comput. Methods Biomech. Biomed. Eng. Imaging Vis.*, vol. 1163, pp. 1–9, 2018.
 - [16] D. Kayal and S. Banerjee, “Dynamic Thresholding with Tabu Search for Detection of Hard Exudates in Retinal Image,” vol. 11, pp. 553–560, 2018.

- [17] A. Roy, D. Dutta, P. Bhattacharya, and S. Choudhury, “Filter and Fuzzy C Means Based Feature Extraction and Classification of Diabetic Retinopathy using Support Vector Machines,” in *International Conference on Communication and Signal Processing*, 2017, pp. 1844–1848.
- [18] D. Lokuarachchi, K. Gunarathna, L. Muthumal, and T. Gamage, “Automated Detection of Exudates in Retinal Images,” in *2019 IEEE 15th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA)*, 2019, pp. 43–47.
- [19] S. Choudhury, S. Bandyopadhyay, S. K. Latib, D. K. Kole, and C. Giri, “Fuzzy C Means based Feature Extraction and Classification of Diabetic Retinopathy using Support Vector Machines,” in *International Conference on Communincation and Signal Processing*, 2016, pp. 1520–1525.