

ANALISIS KOMPUTASI CITRA MIKROSKOPIS
***Mycobacterium tuberculosis* BERBASIS KARAKTERISTIK**
FITUR WARNA DAN BENTUK

SKRIPSI



DESY EKA WAHYUNI

PROGRAM STUDI S1 FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022

ANALISIS KOMPUTASI CITRA MIKROSKOPIS
***Mycobacterium tuberculosis* BERBASIS KARAKTERISTIK**
FITUR WARNA DAN BENTUK

SKRIPSI

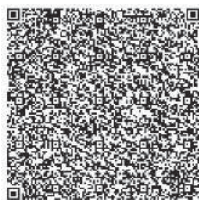
Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Fisika
Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Oleh:

Desy Eka Wahyuni
NIM. 081811333067

Disetujui oleh :

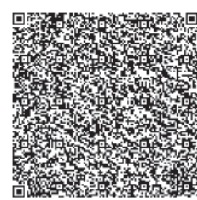
Pembimbing I



Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.

NIP. 197903152003122002

Pembimbing II



Winarno, S.Si., M.T.

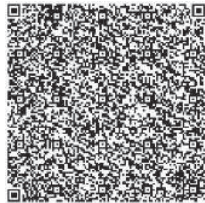
NIP. 198109122015041001

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Komputasi Citra Mikroskopis *Mycobacterium tuberculosis* Berbasis Karakteristik Fitur Warna dan Bentuk
Penyusun : Desy Eka Wahyuni
NIM : 081811333067
Pembimbing I : Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.
Pembimbing II : Winarno, S.Si., M.T.
Tanggal Seminar : 01 Agustus 2022

Disetujui oleh :

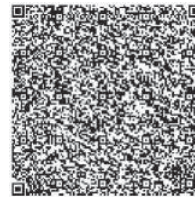
Pembimbing I



Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.

NIP. 197903152003122002

Pembimbing II

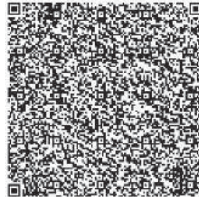


Winarno, S.Si., M.T.

NIP. 198109122015041001

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 197712282003121003

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Desy Eka Wahyuni
NIM : 081811333067
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

**ANALISIS KOMPUTASI CITRA MIKROSKOPIS *Mycobacterium tuberculosis*
BERBASIS KARAKTERISTIK FITUR WARNA DAN BENTUK**

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiasi, maka saya menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 8 Juli 2022



Desy Eka Wahyuni
NIM. 081811333067

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kaidah penulisan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

Desy Eka Wahyuni, 2022. *Analisis Komputasi Citra Mikroskopis Mycobacterium tuberculosis Berbasis Karakteristik Fitur Warna dan Bentuk*. Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T. dan Winarno, S.Si., M.T., Program Studi S1 Fisika, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Menurut (WHO) 2020, Indonesia adalah salah satu negara dengan beban penyakit Tuberkulosis tertinggi di dunia dengan jumlah yang diperkirakan mencapai 845.000 jiwa yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang menginfeksi pasien melalui inhalasi droplet dengan basil *tuberculosis* yang berbentuk batang lurus dan melengkung. Secara visual, bakteri ini memiliki ukuran yang kecil, sehingga dalam pengamatan membutuhkan mikroskop. Bakteri ini tergolong basil tahan asam dan harus diberi pewarnaan dengan metode *Ziehl-Neelsen*. Maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik *Mycobacterium tuberculosis* melalui fitur warna, serta kelas tunggal dan kelas rangkap melalui fitur bentuk. Dari karakterisasi fitur warna didapatkan hasil bahwa *Mycobacterium tuberculosis* cenderung berwarna merah keunguan yang didominasi kanal *Red*. Sedangkan dari karakterisasi fitur bentuk didapatkan hasil bahwa *Mycobacterium tuberculosis* kelas tunggal cenderung berukuran lebih kecil, lebih bulat, lebih menggembung, dan memiliki bentuk yang lebih konsisten. Sedangkan *Mycobacterium tuberculosis* kelas rangkap cenderung berukuran lebih besar, lebih memanjang, lebih pipih, dan memiliki bentuk yang lebih tidak beraturan. Adapun fitur yang paling berpengaruh dalam membedakan kelas pada setiap fitur, yaitu kanal *blue* untuk fitur warna dan *major length axis* untuk fitur bentuk.

Kata kunci : *Mycobacterium tuberculosis*, Pengolahan Citra Digital, Ekstraksi Fitur.

Desy Eka Wahyuni, 2022. *Computational Analysis of Mycobacterium tuberculosis Microscopic Images Based on Characteristics of Color and Shape Features*. This thesis is under the guidance of Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T. and Winarno, S.Si., M.T., S1 Physics Study Program, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

According to (WHO) 2020, Indonesia is one of the countries with the highest burden of Tuberculosis in the world, with an estimated number of 845,000 people caused by *Mycobacterium tuberculosis* which infects patients through droplet inhalation with *basil tuberculosis* in the form of a straight and curved stem. This bacterium is usually tiny, so it needs a microscope to observe. This bacterium is classified as an acid-resistant bacillus and should be stained by the *Ziehl-Neelsen* method. This research was conducted to analyze the characteristics of *Mycobacterium tuberculosis* through color features, as well as a single class and double class through shape features. From the characterization of color features, it was found that *Mycobacterium tuberculosis* tended to be purplish red which was dominated by the red color channel. Meanwhile, from the characterization of shape features, it was found that the single-class *Mycobacterium tuberculosis* tends to be smaller, rounder, more bulging, and has a more consistent shape. Meanwhile, *Mycobacterium tuberculosis* of the overlapping-class tended to be larger, more elongated, more flattened and had a more irregular shape. The most influential features in distinguishing classes in each feature were the blue channel for color features and the central length axis for shape features.

Keywords : *Mycobacterium tuberculosis*, Digital Image Processing, Feature Extraction.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga naskah skripsi yang berjudul “Analisis Komputasi Citra Mikroskopis *Mycobacterium tuberculosis* Berbasis Karakteristik Fitur Warna dan Bentuk” ini telah diselesaikan oleh penulis. Adapun tujuan disusunnya skripsi ini yaitu sebagai salah satu syarat untuk kelulusan guna memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di program studi S1 Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Atas dukungan moril dan materiil yang telah diberikan selama naskah ini disusun, maka penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan berkat, rahmat serta hidayah-Nya kepada seluruh umat-Nya,
2. Bapak, Ibu, dan keluarga yang telah membesarkan penulis tanpa letih dan pamrih. Terima kasih atas doa dan dukungan secara moril dan materiil yang senantiasa diberikan kepada penulis,
3. Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Kepala Departemen Fisika yang telah memberikan motivasi positif kepada penulis,
4. Ibu Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I atas segala waktu, bimbingan, arahan, dukungan, serta kesabaran yang telah diberikan dalam penyusunan naskah ini,
5. Bapak Winarno, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing II yang membantu penulis menyelesaikan penulisan naskah ini dengan arahan, saran dan dukungan secara penuh kepada penulis,
6. Bapak Dr. Ir. Soegianto Soelistono, M.Si, dan Bu Nurul Fitriyah, S.Si., M.Sc., selaku dosen penguji I dan II yang telah memberikan masukan dan saran untuk naskah ini,
7. Ibu Nuril Ukhrowiyah S.Si., M.Si., selaku dosen wali yang juga merupakan orang tua kedua penulis atas waktunya yang telah diluangkan untuk menjadi tempat penulis berkeluh-kesah dalam bangku perkuliahan,

8. Teman-teman *quantum engineering*'18 yang selalu ada setiap waktu dan saling memberi semangat, menjadi tempat penulis untuk mencari semangat dalam menulis naskah ini serta berkeluh kesah,
9. Teman-teman Fisika KBK Instrumentasi dan Komputasi angkatan 2018 yang selalu bantu membantu,
10. Teman-teman Fisika 2018 yang telah memberikan semangat,
11. Serta untuk pihak-pihak lain yang belum dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan naskah skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna, sehingga segala kritik, koreksi, saran dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa depan. Penulis berharap semoga naskah ini dapat memberikan manfaat yang optimal bagi semua pihak yang membaca.

Surabaya, 8 Juli 2022

Penulis,
Desy Eka Wahyuni

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penyakit Tuberkulosis Paru.....	7
2.2 <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	8
2.3 Pewarnaan <i>Ziehl-Neelsen</i>	9
2.4 Mikroskop Digital	11
2.4.1 Komponen Optik.....	12
2.4.1.1 Lensa Benda (Lensa Objektif)	12
2.4.1.2 Lensa Mata (Lensa Okuler)	15
2.4.1.3 Kondensor	15
2.4.1.4 Diafragma	16
2.4.1.5 Cermin.....	16
2.4.2 Komponen Non-Optik.....	16

2.4.2.1	Tabung Mikroskop.....	16
2.4.2.2	Lengan Mikroskop.....	16
2.4.2.3	<i>Revolver</i>	16
2.4.2.4	Makrometer.....	16
2.4.2.5	Mikrometer	17
2.4.2.6	Kaki Mikroskop	17
2.4.2.7	Meja Benda	17
2.5	Minyak Imersi	19
2.6	Proses Pengambilan Citra	20
2.7	Pengolahan Citra Digital.....	21
2.8	Spektrum Cahaya	22
2.9	Ruang Warna RGB	24
2.10	<i>Thresholding</i>	25
2.11	Ekstraksi Fitur	26
2.12	<i>Featured Selection</i>	27
2.13	<i>Chi Square Featured Selection</i>	28
BAB III METODE PENELITIAN.....		32
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	32
3.1.1	Waktu Penelitian	32
3.1.2	Tempat Penelitian.....	32
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	32
3.2.1	Peralatan Penelitian.....	32
3.2.2	Bahan Penelitian.....	32
3.3	Variabel Penelitian	33
3.4	Metode Penelitian.....	33
3.4.1	Studi Literatur	35
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan	35
3.4.3	<i>Digital Image Processing</i>	35
3.4.3.1	<i>Pre-processing</i>	35
3.4.3.2	Segmentasi Citra	36
3.4.3.3	Ekstraksi Fitur.....	36

3.4.3.3.1 Ekstraksi Fitur Warna	36
3.4.3.3.2 Ekstraksi Fitur Bentuk	37
3.4.4 Normalisasi Data	39
3.5 Analisis Data	39
3.5.1 <i>Featured Selection</i> dengan Menggunakan <i>Chi Square</i>	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Pengumpulan Data	43
4.2 Pengolahan Citra Digital	45
4.2.1 <i>Pre-processing</i> Citra	45
4.2.2 <i>Segmentasi Citra</i>	46
4.2.3 Ekstraksi Fitur	47
4.2.3.1 Ekstraksi Fitur Warna	47
4.2.3.2 Ekstraksi Fitur Bentuk	51
4.3 <i>Featured Selection</i> dengan Metode <i>Chi Square</i>	56
4.3.1 <i>Chi Square</i> untuk Dataset Fitur Warna	56
4.3.2 <i>Chi Square</i> untuk Dataset Fitur Bentuk	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
2. 1	Tabel <i>Chi Square</i>	31
4. 1	Rata-rata Hasil Ekstraksi Fitur Warna	48
4. 2	Rentang Nilai Hasil Ekstraksi Fitur Warna	49
4. 3	Rata-rata Hasil Ekstraksi Fitur Bentuk	51
4. 4	Rentang Nilai Hasil Ekstraksi Fitur Bentuk	53
4. 5	Tabel Kontingensi Fitur Warna	57
4. 6	Hasil Perhitungan <i>Chi Square</i> untuk Fitur Warna	58
4. 7	Hasil Seleksi Fitur <i>Chi Square</i> untuk Dataset Fitur Warna	59
4. 8	Tabel Kontingensi Fitur Bentuk	60
4. 9	Hasil Perhitungan <i>Chi Square</i> untuk Fitur Bentuk	61
4. 10	Hasil Seleksi Fitur <i>Chi Square</i> untuk Dataset Fitur Bentuk	62

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
2. 1	Tuberkulosis Paru	7
2. 2	Citra Mikroskopis <i>Mycobacterium tuberculosis</i> yang diwarnai dengan <i>Ziehl-Neelsen</i>	8
2. 3	Citra Mikroskopis <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	9
2. 4	Pewarnaan <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	11
2. 5	Mikroskop	12
2. 6	Aberasi Optik pada <i>Cover Glass</i>	14
2. 7	Proses Pembentukan Bayangan pada Mikroskop Optik	18
2. 8	Proses Penangkapan Citra Dua Dimensi	21
2. 9	Representasi Citra pada Koordinat Dua Dimensi	22
2. 10	Skala Hitam – Putih Representasi Derajat Keabuan pada Citra	22
2. 11	Spektrum Gelombang Elektromagnetik	24
2. 12	Ruang Warna RGB	25
2. 13	Bagan Metode Seleksi Fitur	27
2. 14	Kurva Distribusi <i>Chi Square</i>	30
3. 1	Diagram Alir Rancangan	33
3. 2	<i>Flowchart</i> Metode Penelitian	34
3. 3	Perhitungan <i>Eccentricity</i> dari Suatu Objek	38
3. 4	<i>Flowchart Featured Selection – Chi Square</i>	41
4. 1	<i>Set up</i> Instrumen Pengambil Citra	43
4. 2	Hasil Citra Mikroskopis <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	44
4. 3	Hasil <i>Pre-processing</i> Citra dengan Menggunakan <i>ImageJ</i>	45
4. 4	Citra Hasil Segmentasi	47
4. 5	Grafik Rata-rata Nilai Ekstraksi Fitur Warna	48
4. 6	Grafik Rata-rata Nilai Ekstraksi Fitur Bentuk	52
4. 7	Grafik Normalisasi Rata-rata Nilai Ekstraksi Fitur Bentuk	52