

**DESAIN SISTEM KLASIFIKASI KAPANG PENGHASIL
AFLATOKSIN PADA CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*)
BERBASIS *IMAGE PROCESSING***

SKRIPSI



RENSY PUTRI PRAMESYANTI

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

LEMBAR PERNYATAAN

**DESAIN SISTEM KLASIFIKASI KAPANG PENGHASIL
AFLATOKSIN PADA CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*)
BERBASIS *IMAGE PROCESSING***

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains bidang
Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga**

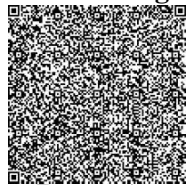
Oleh:

RENSY PUTRI PRAMESYANTI
081811333019

Tanggal Lulus:
31-08-2022

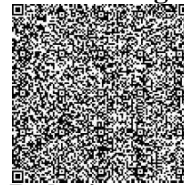
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si.
NIP. 196806261993032003

Pembimbing II



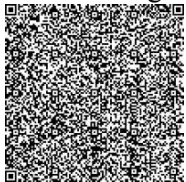
Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.
NIP. 196703121991021001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Desain Sistem Klasifikasi Kapang Penghasil Aflatoksin Pada
Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Berbasis *Image Processing*
Penyusun : Rensy Putri Pramesyanti
NIM : 081811333019
Pembimbing I : Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si.
Pembimbing II : Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.
Tanggal Seminar : 31-08-2022 9:00 AM

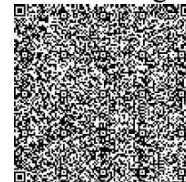
Disetujui oleh:

Pembimbing I



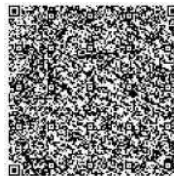
Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si.
NIP. 196806261993032003

Pembimbing II



Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.
NIP. 196703121991021001

Mengetahui,
Ketua Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197712282003121003

LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk digunakan sebagai referensi kepustakaan. Akan tetapi, pengutipan harus menyebutkan sumbernya sesuai kaidah ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rensy Putri Pramesyanti
NIM : 081811333019
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

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

**DESAIN SISTEM KLASIFIKASI KAPANG PENGHASIL
AFLATOKSIN PADA CABAI MERAH (*Capsicum annum L.*)
BERBASIS *IMAGE PROCESSING***

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah diterapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 31 Agustus 2022



Rensy Putri Pramesyanti

NIM. 081811333019

Rensy Putri Pramesyanti, 2022. Desain Sistem Klasifikasi Kapang Penghasil Aflatoksin Pada Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Berbasis *Image Processing*. Skripsi ini di bawah bimbingan Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si dan Dr. Riries Rulaningtyas, S.T, M.T. Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Cabai merah (*Capsicum annum L.*) merupakan komoditas ekspor utama Indonesia. Untuk memenuhi standar ekspor perlu persyaratan diantaranya adalah terkait eksplorasi ketahanan cabai, mutu cabai yang baik, cabai yang segar, utuh dan bersih, serta bebas dari kandungan jamur Aflatoksin. Aflatoksin diproduksi oleh beberapa kapang, antara lain *Aspergillus flavus*, *fumigatus*, dan *niger* yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Dapat dibuktikan jika kualitas cabai di Indonesia kurang baik dan para petani cabai Indonesia juga awam akan cabai yang terindikasi kapang tersebut. Oleh karena itu, diperlukan adanya sistem pengklasifikasian terhadap cabai yang terindikasi kapang penghasil aflatoksin sebagai salah satu upaya meningkatkan kualitas ekspor dan ketahanan cabai di Indonesia. Metode klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *K-Nearest Neighbor*. Citra cabai digunakan sebagai citra masukan untuk proses pengolahan citra. Sebelum diklasifikasi dilakukan proses prapengolahan citra yaitu cropping, grayscale, segmentasi citra, ekstraksi ciri citra berdasarkan warna serta tekstur menggunakan metode GLCM. Proses pengujian pada penelitian ini menggunakan 30 jenis citra cabai dan menghasilkan kemampuan klasifikasi jenis kapang penghasil aflatoksin dengan akurasi sebesar 90%.

Kata Kunci: Aflatoksin, metode GLCM, *k-nearest neighbor*

Rensy Putri Pramesyanti, 2022. Design of a classification system for aflatoxin-producing molds in red chili (*Capsicum annum L.*) Based on Image Processing. This thesis is under the guidance of Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si and Dr. Riries Rulaningtyas, S.T, M.T. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

Red chili (*Capsicum annum L.*) is Indonesia's main export commodity. To meet export standards, requirements are needed, including those related to the exploration of chili resistance, good chili quality, fresh, whole and clean chilies, and free from the content of aflatoxin fungi. Aflatoxins are produced by several molds, including *Aspergillus flavus*, *fumigatus*, and *niger* which can endanger human health. It can be proven that the quality of chili in Indonesia is not good and Indonesian chili farmers are also unfamiliar with the chili indicated by the fungus. Therefore, it is necessary to have a classification system for chili indicated by aflatoxin-producing molds as an effort to improve export quality and chilies resistance in Indonesia. The classification method used in this study is *K-Nearest Neighbor*. Chili image is used as an input image for image processing. Before being classified, the image preprocessing process is carried out, namely cropping, grayscale, image segmentation, image feature extraction based on color and texture using the GLCM method. The testing process in this study used 30 types of chili images and resulted in the ability to classify types of aflatoxin-producing molds with an accuracy of 90%.

Keywords: Aflatoxin, GLCM method, *k-nearest neighbor*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi berjudul **Desain Sistem Klasifikasi Kapang Penghasil Aflatoksin Pada Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) Berbasis Image Processing** tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun dan diselesaikan untuk meraih gelar Sarjana Sains di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

Skripsi yang telah dibuat penulis dapat diselesaikan melalui kontribusi dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada

1. Mama Hariyati, S.Pd dan Ayah Ivan Pramestiono selaku kedua orang tua dan Niken Puspita Sari selaku kakak penulis yang selalu mendoakan dan mendukung penulis selama melaksanakan studi S-1 Fisika di Universitas Airlangga.
2. Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, waktu, dan pengetahuan selama proses pengerjaan skripsi.
3. Ibu Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, waktu, dan pengetahuan selama proses pengerjaan skripsi.
4. Bapak Winarno, S.Si., M.T sebagai penguji I yang telah memberikan masukan, bimbingan, dan kritik yang membangun sehingga skripsi dapat selesai dengan baik.
5. Ibu Nurul Fitriyah, S.Si., M.Sc sebagai penguji II yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun sehingga skripsi dapat selesai dengan baik.
6. Bapak Herri Trilaksana, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Departemen Fisika dan Ketua Program Studi S-1 Fisika yang memfasilitasi dalam proses pengajuan skripsi
7. Ibu Dr. Ni'matuzahroh selaku dosen konsultan yang telah memberikan ilmu mengenai sampel penelitian.

8. Bapak Rizki Putra Prastio, S.Si., M.T selaku dosen konsultan yang telah memberikan ilmu mengenai metode penelitian.
9. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmu serta didikan yang sangat bermanfaat.
10. Teman-teman fisika 2018 yang memberikan dorongan dan motivasi dalam melakukan kegiatan sebagai mahasiswa.
11. Serta beberapa pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diperlukan guna menyempurnakan skripsi ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan baik akademisi maupun pihak lainnya.

Surabaya, 31 Agustus 2022

Penulis,



Rensy Putri Pramesyanti

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Cabai Merah (<i>Capsicum annum L.</i>).....	7
2.2 Aflatoksin.....	8
2.3 Kamera.....	10
2.4 Spesifikasi Kamera Smartphone	11
2.5 Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>)	11
2.5.1 Citra Digital.....	11
2.5.2 Citra <i>Grayscale</i>	12
2.5.3 Citra RGB	13
2.5.4 Konversi Citra RGB menjadi Citra <i>Grayscale</i>	14
2.6 Segmentasi <i>K-means Clustering</i>	15
2.7 Ekstraksi Ciri Statistik Orde Pertama	15
2.8 Matriks GLCM (<i>Grey Level Co-occurrence Matrix</i>)	17

2.9 Ekstraksi Ciri Statistik Orde Kedua	20
2.10 <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	21
2.11 Matriks Konfusi	23
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2.1 Alat Penelitian	26
3.2.2 Bahan Penelitian	26
3.3 Variabel Penelitian	27
3.4 Dataset	27
3.5 Analisis Sistem	28
3.5.1 <i>Image Acquisition</i>	31
3.5.2 <i>Preprocessing Image</i>	31
3.5.3 <i>Cropping</i>	32
3.5.4 <i>Color Segmentation</i>	32
3.5.5 <i>Grayscale</i>	33
3.5.6 Ekstraksi Fitur Warna	33
3.5.7 Ekstraksi Fitur Tekstur	34
3.5.8 Implementasi <i>K-Nearest Neighbor</i>	37
3.5.9 <i>K-Nearest Neighbor</i>	37
3.6 Perancangan Antarmuka Sistem	38
3.6.1 Perancangan Menu Sistem	38
3.6.2 Rancangan Tampilan Halaman	38
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	41
4.1 Implementasi Sistem	41
4.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	41
4.1.2 Implementasi Perancangan Antarmuka	41
4.1.3 Implementasi Data	42
4.2 Prosedur Operasional	48
4.3 Pengujian Sistem	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58

LAMPIRAN	60
----------------	----

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Spesifikasi Kamera	11
2.2	Matriks Konfusi	24
3.1	Pembagian data latih dan data uji	27
3.2	Jumlah jenis citra cabai pada data uji	28
3.3	Jumlah jenis citra cabai pada data latih	28
3.4	Keterangan sketsa antarmuka	40
4.1	Data jenis citra cabai	42
4.2	Data jenis citra cabai (lanjutan)	43
4.3	Data jenis citra cabai (lanjutan)	44
4.4	Data jenis citra cabai (lanjutan)	45
4.5	Data jenis citra cabai (lanjutan)	46
4.6	Data jenis citra cabai (lanjutan)	47
4.7	Data jenis citra cabai (lanjutan)	48
4.8	Hasil pengujian citra kapang penghasil aflatoksin	52
4.9	Hasil pengujian citra kapang penghasil aflatoksin (lanjutan)	53
4.10	Hasil matriks konfusi	54

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	<i>Aspergillus niger</i> pada cabai merah	9
2.2	<i>Aspergillus fumigatus</i> pada cabai merah	9
2.3	<i>Aspergillus flavus</i> pada cabai merah	9
2.4	Matriks 2 dimensi representasi citra digital	12
2.5	Nilai <i>pixel</i> citra digital <i>grayscale</i> dengan 6x6	13
2.6	Warna RGB	14
2.7	Matriks GLCM dengan arah : 0°, 45°, 90°, 135° dan jarak d = 1 piksel	17
3.1	(a) Desain sistem klasifikasi kapang (b) Diagram blok keseluruhan sistem klasifikasi kapang	29
3.2	Diagram alir keseluruhan sistem klasifikasi kapang	30
3.3	Citra cabai	31
3.4	Diagram alir tahap <i>preprocessing</i>	32
3.5	Citra hasil <i>cropping</i>	32
3.6	Citra hasil segmentasi warna	33
3.7	Citra <i>grayscale</i> hasil segmentasi	33
3.8	Diagram alir tahap ekstraksi fitur warna	34
3.9	Diagram alir tahap ekstraksi fitur tekstur	35
3.10	Diagram alir <i>Gray-Level Co-occurrence Matrix</i>	36
3.11	Struktur menu	38
3.12	Rancangan tampilan halaman	39
4.1	Tampilan halaman	42
4.2	Halaman sistem klasifikasi hasil dari tombol buka citra	49
4.3	Halaman sistem klasifikasi hasil dari tombol segmentasi	49
4.4	Halaman sistem klasifikasi hasil dari tombol ekstraksi ciri	50
4.5	Halaman sistem klasifikasi hasil dari tombol klasifikasi	50
4.6	Halaman sistem klasifikasi hasil dari tombol reset	51
4.7	Pengujian nilai k	55

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Tabel	Halaman
1	Gambar Cabai Berdasarkan Hasil dari Laboratorium Terpadu Biologi Didapatkan Klasifikasi Jenis Cabai untuk Data Pelatihan	60
2	Gambar Cabai Berdasarkan Hasil dari Laboratorium Terpadu Biologi Didapatkan Klasifikasi Jenis Cabai untuk Data Pengujian	61
3	Langkah-langkah untuk ekstraksi ciri dengan metode <i>co-occurrence matrix</i>	62
4	Hasil Ekstraksi Fitur Data Pelatihan	65
5	Hasil Ekstraksi Fitur Data Pengujian	67
6	Hasil Akurasi Sistem Klasifikasi	68
7	Tampilan Halaman Perangkat Antar Muka	69